



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Omstilling til varmepumper i det åbne land

—

en kommunal opgave?



Max Gunnar Ansas Guddat

Forårssemestret 2015

Sustainable Energy Planning and Management, Aalborg Universitet

4. semester, Afgangprojekt

BEGREBSLISTE

FORKORTELSER

BBR	Bygnings- og Boligregistret
D&V	Drift og vedligehold
NV	Nutidsværdi/nuværdi
SBi	Statens Byggeforskningsinstitut ved Aalborg Universitet
SCOP	Seasonal Coefficient Of Performance (normeffektfaktor for varmepumper) ¹
VBV	Varmt brugsvand

BEGREBER

Energiforbedring	Renovering eller udskiftning af bygningsdele, med henblik på at nedbringe bygningens netto-varmebehov.
Energirådgivning	Dybdegående energitjek af boligen, inkl. analyse af husstandens påvirkning, vurdering af klimaskærm, tekniske installationer mv.
Energivejledning	Overfladisk gennemgang af boligen med henblik på at identificere de mest iøjnefaldende muligheder for energiforbedringer.
Enhedsforbrug	Netto-energibehov (se nedenstående) til rumvarme og varmt brugsvand i kWh/m ² . Der er reelt tale om et behov og ikke nødvendigvis et forbrug, hvor det dog er valgt at overtage begrebet efter SBi.
Netto-varmebehov	Den energimængde der teoretisk skal nyttiggøres med henblik på at dække et behov for rumopvarmning og varmt brugsvand. Netto-varmebehovet angiver således energimængden ”efter” en evt. konvertering i et fyr el.lign. og er dermed uafhængigt af opvarmningsformen i bygningen.
Område IV	De arealer, der ligger udenfor de områder, der i den eksisterende varmeplanlægning er udlagt til fjernvarme eller individuel naturgasforsyning.
Rumvarme	Komfortopvarmning af rum, som udgangspunkt i boliger.

Kilder til forsidebilleder: (murator-dom.pl 2015), (Naturstyrelsen 2013), (Ny Vraa Bioenergy 2014)

¹ Rasmussen (2011)

TITEL

Omstilling til varmepumper i det åbne land
– en kommunal opgave?

Aalborg Universitet

Sustainable Energy Planning and
Management

Institut for Samfundsudvikling og Planlægning

Skibbrogade 5

9000 Aalborg

SEMESTERTEMA

Master-Thesis

PROJEKTPERIODE

2. februar – 3. juni 2015

STUDERENDE

Max Gunnar Ansas Guddat

VEJLEDER

Frede Hvelplund
(hvelplund@plan.aau.dk)

Trykte eksemplarer: 3

Rapportsider: 80

Bilag: 2 printet + 4 på CD

SYNOPSIS

Omstillingen af det danske energisystem er politisk besluttet med bred enighed. En effektivisering af opvarmningssektoren spiller herved, grundet det store energiforbrug i boligmassen en vigtig. Den hidtidige tilgang hertil har været præget af 1980/90'ernes varmeplaner, hvilket dog ikke er en mulighed for boligmassen udenfor de områder, hvor der er samfundsøkonomisk gevinst ved kollektiv forsyning, Område IV. Idet kommunerne som varmeplansmyndighed har spillet en central rolle i denne, hidtidige udvikling, er specialets forskningsspørgsmål:

”Hvordan kan de danske kommuner bidrage til en øget udbredelse af individuelle, el-drevne varmepumper til boligopvarmningen i Område IV?”

Dette forskningsspørgsmål besvares igennem en undersøgelse af Område IV i Mariagerfjord Kommune. Herved findes en karakteristisk eksempel-bygning at være et fritliggende enfamiliehus på 165 m², opført i 1930'erne, med oliefyr som varmekilde. I en scenarieanalyse af alternative opvarmningskilder for denne bygning findes scenarier, der inkluderer varmepumper at være samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssige, mens træpille-løsninger er de mest brugerøkonomiske. Forbrugerne i Mariagerfjord Kommune lægger i deres valg mest vægt på økonomien, samt at opvarmningen skal være komfortabel, mens varmeinstallationens miljøpåvirkning og forhåndsformede holdninger har en mindre indflydelse.

Kommunens muligheder for at påvirke en udvikling mod flere varmepumper i Område IV findes primært at ligge i informationskampagner og facilitering af partnerskaber, der kan motivere borgerne til at vælge varmepumper, idet Kommunalfuldmagten forhindrer mere omfattende økonomisk involvering. I disse partnerskaber er en uvildig energivejledning en vigtig faktor, for at sikre forbrugerne mod salgshensigter.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatteren.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	VII
Summary	IX
1 Indledning.....	1
1.1 Varmeplanerne fra 1979 – i dag.....	3
1.2 Opvarmningen i Område IV	5
1.3 Opsamling.....	9
1.4 Forskningsspørgsmål	10
1.5 Den teoretiske forståelsesramme	11
1.6 Rapportens opbygning	13
2 Metode.....	15
2.1 Udvælgelse og anvendelse af case.....	15
2.2 Dataindsamling	16
2.3 Rationaler for forbrugeres valg af varmeinstallation	18
2.4 Vurdering af energiforbrug i boliger.....	19
2.5 Beregningsmetoder for økonomiske vurderinger.....	20
3 Mulighederne for boligopvarmning i Område IV i Mariagerfjord Kommune.....	23
3.1 Den nuværende varmforsyning og energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune	23
3.2 Juridiske forudsætninger vedr. valg af varmeinstallation og energiforbedringer.....	29
3.3 Mulige varmepumpe-løsninger til Område IV	30
3.4 Scenarie-analysen	34
3.5 Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger	36
3.6 Brugerøkonomiske beregningsforudsætninger	39
3.7 Resultater	42
3.8 Følsomhedsberegninger	46
3.9 Diskussion	49
3.10 Opsamling.....	51
4 Forbrugernes valg af opvarmningsform	53
4.1 Introduktion til casen.....	53
4.2 Respondenternes rationaler	54
4.3 Diskussion og opsamling.....	57

5 Individuelle varmepumper i den kommunale strategiske energiplanlægning	59
5.1 Varmepumper som element i den strategiske energiplanlægning	59
5.2 Muligheder og begrænsninger for fremme af varmepumper	62
5.3 Opsamling	69
6 Diskussion	71
6.1 De økonomiske forhold	71
6.2 Borgernes rolle(r)	72
6.3 Kommunens strategiske energiplanlægning	73
7 Konklusion & perspektivering	77
7.1 Perspektivering	79
Referencer	81
Bilag A: Interviewnoter fra husstande i Mariagerjord Kommune	86
A.1 Interviewguide	86
A.2 Interviewnoter: Husstand A	88
A.3 Interviewnoter: Husstand B	90
A.4 Interviewnoter: Husstand C	93
Bilag B: Kommunalfuldmagten	98
Indhold på Bilags-CD	100

FIGUR-LISTE

Figur 1: De forskellige varmeinstallationers dækning af netto-varmebehovet i 2013. (Nielsen 2015)	6
Figur 2: Aktørnetværket, der udgør projektets teoretiske forståelsesramme. Blå aktører (lovgiver og banker) forstås herved at have en meget konkret (mulig) indflydelse igennem love og udstedelse af lån, mens de andres indflydelse er begrænset til vurderinger, tilbud og ”gode råd”. Kommunens rolle er den ubekendte i denne opgørelse og undersøges igennem rapporten.	11
Figur 3: Strukturdiagram.	13
Figur 4: Fordeling af bygninger i Område IV efter anvendelse.	26
Figur 5: Fordeling af bygninger i Område IV efter varmeinstallation.	27
Figur 6: Fordeling af bygninger i Område IV efter opførelsesperiode.	27
Figur 7: Fordeling af bygninger i Område IV efter registreret (BBR) boligareal.	28
Figur 8: Indekseret udvikling af PSO-omkostninger, der skal finansieres igennem PSO-afgiften 2013-2020 (2015=100). (På baggrund af fremskrivningerne i Energistyrelsen 2014c)	40
Figur 9: Oversigt over samfunds- og brugerøkonomi i de centrale scenarier.	43
Figur 10: Bruger- og samfundsøkonomi ved forbrugere, der får udbetalt varmetillæg på 10.000 kr.	46
Figur 11: Oversigt over resultater af følsomhedsberegninger af varmetillægs-scenarierne.	48

Figur 12: Følsomhedsberegningernes påvirkning på nutidsværdien af de samfundsøkonomiske omkostninger.	48
Figur 13: Følsomhedsberegningernes påvirkning på nutidsværdien af de brugerøkonomiske omkostninger.	49
Figur 14: Fordeling af det endelige energiforbrug efter forbruger (2010, GWh) (På baggrund af PlanEnergi ukendt år).....	59
Figur 15: Fordeling af det endelige energiforbrug (GWh) til rumvarme og varmt brugsvand (2010). (På baggrund af PlanEnergi ukendt år).....	60

TABEL-LISTE

Tabel 1: Gennemsnitligt årligt netto-energibehov til varmt brugsvand og rumopvarmning. (Uddrag fra Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014).....	20
Tabel 2: Bygningsreglementets mindstekrav til varmepumpers COP/SCOP. (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010).....	29
Tabel 3: Energibesparelser ved forskellige tiltag. Værdier for scenarier ≠ referencen er angivet som difference fra reference-scenariet. (På baggrund af data fra KB Wittchen 2015, E-Mail, 2015).....	32
Tabel 4: Oversigt over scenarier for eksempel-bygningen.	35
Tabel 5: Investeringsomkostninger ved de valgte varmeinstallationer, afhængigt af dimensioneringen. (På baggrund af COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013; Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011).....	36
Tabel 6: Brændsels- og elpriser 2015-2034, ekskl. moms og afgifter. (Energistyrelsen 2014b).....	38
Tabel 7: Oversigt over anvendte afgiftssatser pr. kWh tilført forbrug af pågældende brændsel.	40
Tabel 8: Oversigt over resultater af de økonomiske vurderinger. Beløb i 1.000kr.	42
Tabel 9: Detaljeret oversigt over nutidsværdi af de samfundsøkonomiske omkostninger.....	44
Tabel 10: Detaljeret oversigt over nutidsværdi af de brugerøkonomiske omkostninger.	45
Tabel 11: Virkningsgrader og COP for anlæg jf. (PlanEnergi ukendt år).....	61
Tabel 12: Fremskrivning af varmebehov og energiforbrug.	61

TEKSTBOKS-LISTE

Tekstboks 1: Begrebsdefinition af strategisk energiplanlægning.....	2
Tekstboks 2: Beskrivelse af ProjectZero i Sønderborg Kommune og tiltag i forbindelse hermed.	68

KORT-LISTE

Kort 1: Den geografiske fordeling af boligmassen i Mariagerfjord Kommune.	26
--	----

FORORD

Nærværende rapport er resultatet af mit kandidatprojekt ved civilingeniøruddannelsen i *Sustainable Energy Planning and Management* ved Aalborg Universitet, med aflevering d. 3. juni 2015.

Semestrets overordnede rammer er udstedt af studieordningen, der for kandidatprojektet lægger stor vægt på den korrekte udvælgelse og anvendelse af metoder. Dette er forsøgt opnået ved at anvende to meget anvendte metoder i den danske energiplanlægning; Samfunds- og brugerøkonomisk vurdering af et projekt på energiområdet og analyse af varmebehov i bygninger ved brug af Varmeatlas-metoden. Der er således tale om at anvende eksisterende metoder og at supplere dette med antagelser, forudsætninger og bagvedliggende analyser, hvor selve metoden dog har været veldefineret på forhånd. Denne tilgang er valgt frem for en mere udviklings-præget tilgang, for at udbygge viden omkring anvendelsen af disse meget gængse metoder. Et grundlæggende kendskab var dannet igennem tidligere projekter, hvor kandidatprojektet ønskes anvendt til at afprøve mine egne kompetencer i forbindelse med netop dette. Et yderligere læringsformål har været at udbygge viden i forhold til motiver for og anvendelse af den lovgivning der ligger til grund for energiplanlægningen i Danmark, der tidligere har været meget snævert fokuseret på Varmeforsyningsloven og Projektbekendtgørelsen, hvor dette i nærværende projekt er blevet udvidet med yderligere fortolkninger, grundlæggende principper i Kommunalfuldmagten mv.

Yderligere fremhæver studieordningens læringsmål selvstændighed, hvilket har været uundgåelig. Heri fandtes de nok største udfordringer, idet den hurtige sparring, der kendes fra såvel gruppearbejde på universitetet og arbejdslivet blev udskiftet med lange tanker over nok så simple problemstillinger. Dette har været en stor udfordring, der dog også medvirkede til en række lærerige refleksioner omkring netop denne arbejdsform, skønt den højst sandsynligt aldrig vil blive udlevet på denne måde, i dette omfang, igen.

Projektet tager udgangspunkt i den eksisterende energiplanlægning i de danske kommuner, hvor jeg igennem bl.a. litteraturstudier og praktikophold hos Aalborg Forsyning i efteråret 2014 dannede mig et indtryk af, at den hidtidige energiplanlægning i høj grad fokuserer på de "lavthængende frugter", som fortsat findes hos store forbrugere, herunder kommunale bygninger og hvilket er grundfæstet i Planlovens bestemmelser om krav om kortlægning af netop de store forbrugere. Yderligere anvendes det konventionelle værktøj i form af udbygning af fjernvarmesystemerne fortsat. Begrebet "Område IV" anvendes derfor aktivt i denne rapport, for løbende at gøre opmærksom på, at "det derude", dvs. områderne udenfor de kollektive forsyningsområder, også indgår i de kommunale energiregnskaber og at det derfor også bør indgå i energiplanlægningen. Velvidende, at der hersker en tydelig, national regulering af området igennem Bygningsreglementet, vurderede jeg derfor at kommunerne, med det fortsat stigende fokus på strategiske energiplaner, energivisioner mv. havde en naturlig interesse i udviklingen af Område IV. Den teknisk levetid af de installationer der tages i brug i dag på typisk 20-30 år gør det kun vigtigere at forholde sig til Område IV, idet de i høj grad vil påvirke måden vores energisystemer vil se ud i 2035 og 2050.

LÆSEVEJLEDNING

Rapporten henvender sig primært til personer med lignende akademiske baggrund, særligt kommunale energiplanlæggere, der søger inspiration til tiltag i Område IV. Af samme grund er det valgt at skrive specialet på dansk, idet det vurderes primært at kunne indgå i en dansk kontekst.

Der refereres efter Harvard-metoden, dvs. at referencer som udgangspunkt fremgår i formen (Forfatter(e)/organisation årstal), fx (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014). Ved flere referencer med samme forfatter og årstal markeres dette med a, b, c osv. fx (Energistyrelsen 2014a) og (Energistyrelsen 2014b). I enkelte former for henvisninger afviges der fra dette, navnlig interviews og lovstof. Ved kildeangivelse efter afsnit anvendes kilden til hele afsnittet. Angives referencen inden et punktum, gælder referencen kun for den foranstående sætning. En samlet referenceliste fremgår sidst i rapporten og er sorteret alfabetisk efter forfatter(e). Til referencehåndtering er programmet Citavi anvendt, hvorfor der kan forekomme anvendelse af engelsk terminologi i referencehåndteringen.

Grafer mv. kategoriseres i denne rapport i følgende fire kategorier: Figur, Tabel, Tekstboks og Kort. Disse nummereres fortløbende.

TAKSIGELSE

Jeg vil indledningsvist takke alle de personer, der har bidraget til at projektet kunne gennemføres som det gjorde, navnlig:

- Inger Taylor og Knud Erik Jensen, Mariagerfjord Kommune, for interviews
- Charlotte Bæk Poulsen, HusetsEnerg, for hjælp med at kontakte borgere i Mariagerfjord Kommune
- Kim B. Wittchen, Statens Byggeforskningsinstitut, for data
- De tre husstande i Mariagerfjord Kommune, der valgte at stille op til interviews
- Prof. Frede Hvelplund, Aalborg Universitet, for spændende og lærerig vejledning

Derudover vil jeg takke min kæreste Sabrina J Kousgaard, for hendes tålmodighed og for at lytte til alle monologerne om beregningsmetoder, Bygningsreglementet & Kommunalfuldmagten og meget mere.

SUMMARY

THE TRANSITION TO INDIVIDUAL HEAT PUMPS IN RURAL DENMARK - A JOB FOR THE MUNICIPALITIES?

A major transition of the Danish energy system is a broad political goal, across political parties in Denmark and has been for decades. Constituting a major part of the final energy consumption, the domestic heating sector has traditionally played an important role in the transition of the energy sector. An important measure for reducing final energy consumption for heating is found in the deployment of district heating systems, due to the economy of scale and higher efficiencies, compared to individual systems.

The following transition of the energy sector calls for new measures, where the concept of strategic energy planning has been introduced in Denmark. The concept aims at utilizing the planning abilities and power that municipalities have shown in the transition so far, through their role in the deployment of district heating. As district heating systems have natural boundaries, regarding the applicability in areas with sparse heat density, a success of these new strategic energy plans is assessed to call for new measures within domestic heating, i.e. an increased focus on the areas outside the areas that are supplied by natural gas or district heating, known as “Area IV” in the Danish heating planning.

This results in the following research question for this Master Thesis-report:

How can Danish municipalities contribute to the deployment of individual, electrical driven heat pumps in the domestic heating sector, in Area IV?

The theoretical framework for this thesis is based on an understanding of the building owner/consumer, having the decision-making authority regarding the heating installation of his/her building, while being influenced by a group of actors. The actors, having an influence are identified being: the government, banks, energy counsellors, salesmen of heating installations and friends and family. The influence of municipalities is assessed to be existing, but is to be investigated throughout the project.

This research question is addressed through a case study, focusing on Area IV in Mariagerfjord Kommune, a municipality in the southern part of Northern Jutland. The energy planning in Mariagerfjord Kommune is managed by a climate strategy from 2011 that has resulted in multiple initiatives. Examples of these are the municipality’s involvement in several networks of municipalities for energy planning and a recent project, where citizens are offered an energy screening of their building, in order to determine the possible effects and potentials of energy efficiency measures in Area IV.

The case study involves technical and economic assessments of an example building that is found to meet the average details of the existing building mass, which is a detached house with a floor area of 165 m², built in the 1930’s and heated by an oil boiler. Analyses of this building show socioeconomic advantages of individual heat pumps, while wood pellet boilers show to be the private economic best solution. This indicates issues in the taxation system, as the socioeconomic advantages do not motivate the potential users in terms of private economics. Furthermore the analysis shows that energy

refurbishment with the applied conditions do not result in socioeconomic advantages. Refurbishment is still considered a viable option, considering the related advantages (better indoor climate and comfort levels).

Additionally, three households are interviewed, in order to cover the motives for energy conservation and regarding their possibility to invest in a heat pump. All households have participated in the free energy guidance project as described previously and the analysis shows that their key motives are to be found in the private economic effects of a given alternative and the comfort it results in for the user.

With the technical and economic potentials, as well as user preferences, covered, the possibilities for the municipality are investigated. A full transition towards heat pumps, including a moderate rate of energy refurbishments, results in a reduction of 80 % of the final energy consumption for domestic heating in Area IV. This corresponds to a reduction of the final energy consumption in Mariagerfjord Kommune of 1.7 %, compared to 2010. A major effect for the strategic energy planning in this is found to be the change of fuel, where oil and solid biomass are substituted by electricity, being the only energy source (apart from ambient heat) that is utilized in the future domestic heating in Area IV. This effect is simultaneously assessed to be a key in the strategic element of the planning of Area IV, as it calls for a combination of the electricity and domestic heating sector; Two sectors that have been planned for separately in traditional energy planning.

Danish municipalities' work must not conflict with commercial interests and keep a status quo in the balance between the public and commercial sectors, unless warranted differently by law. Furthermore, municipalities are allowed to get involved with work that is assessed to meet the principle of justice "Municipal Warrant" (Kommunalfuldmagten). This principle consists of several sub-principles that e.g. prohibit municipal activity to favor individual persons or companies and measures that are economically unreasonable. Furthermore, all municipal activity must be motivated by a common interest of the municipality and its citizens. Hence there is not found legal arguments against municipal energy planners working on strategic energy plans per se, whilst subsidy schemes etc. are assessed to favor the building owner concerned.

Danish municipalities' possibilities are hence found in facilitating networks (e.g. public private partnerships) and information campaigns in order to motivate private households to replace their existing boilers with a heat pump and energy refurbishments. In these measures it is assessed critical for success to keep an impartial actor, e.g. an energy consultancy or the municipality itself, in order to protect the consumers against purely economically motivated measures and project proposals.

1 INDLEDNING

Der har gennem en årrække hersket politisk fokus på hvordan det danske energisystem kan omstilles til at være mere energieffektivt, samt at mindske anvendelsen af fossile brændsler. Med faktorer som miljø, folkesundhed og andre faktorer, der kan påvirke samfundsøkonomien, er der gennem de seneste år formuleret en række politiske målsætninger og aftaler for det danske energisystems udvikling. En af milepælene i nyere tid er den energipolitiske aftale af 22. marts 2012, der blev aftalt af et næsten enigt Folketing. Heri aftaltes som delmål for energisystemets udvikling fra 2012-2020 at (Regeringen et al. 2012):

- Forpligte energiselskaberne til energibesparelser på 10,7 PJ årligt i 2013-2014 og 12,2 PJ årligt i 2015-2020²
- Dække 35 % af energiforbruget i 2020 med vedvarende energi
- Dække ca. 50 % af det danske elforbrug i 2020 med vindkraft

På trods af at energiaftalen fra 2012 er blevet anerkendt for at være banebrydende på mange måder, er den langt fra det første skridt mod et mere effektivt og miljøvenligt dansk energisystem. Tvært imod kan den danske energipolitik betegnes som værende meget ambitiøs, målt på fx den overordnede energieffektivitet, samt CO₂-intensiteten. Disse resultater skal ses i lyset af den lange tidsperiode, som energisektoren har spillet en rolle i den nationale politik i, samt den brede enighed omkring omstillingen til miljøvenlighed og energieffektivitet, på tværs af regeringer og politiske partier. Begge dele kan siges at være enestående i en international sammenligning. (Chittum & Østergaard 2014) Et eksempel er den nuværende regerings formulering af langsigtede mål (Klima-, Energi- og Bygningsministeriet 2011):

- Udfasning af brugen af kul på kraftværker og olie til individuel opvarmning i 2030
- 100 % vedvarende energikilder i varme- og elsektoren i 2035

For at nå disse mål, er der også i dette politiske udspil formuleret ønske om energibesparelser, der senere er overtaget som mål i energiaftalen fra 2012.

Mulighederne for tiltag, med henblik på at opnå disse mål kan således opdeles i to overordnede kategorier:

1. Energieffektivisering på forbrugssiden og
2. Omstilling af energikonverteringen

Der hersker imidlertid enighed omkring at de ambitiøse målsætninger kræver tiltag indenfor begge kategorier og dette afspejler sig ligeledes i de tiltag, der er besluttet igennem energiaftalen fra 2012, hvori der afsat midler til bl.a. fremme af energibesparelser (herunder efterisolering af den eksisterende bygningsmasse), skrotning af olie- og naturgasfyr samt en massiv udbygning med vindkraft. (Regeringen et al. 2012) Sidstnævnte kan ses som det mest afgørende tiltag indenfor el-produktionen.

² Svarende til en reduktion på 12 % fra 2006 til 2020

Analyser, såsom Energinet.dk (2009), Klimakommissionen (2010) og Lund et al. (2011) støtter disse skridt og undersøger forskellige scenarier for udviklingen. I disse analyser undersøges forskellige måder at forsyne de energimængder, som forventes i fremtidens energisystem. En fælles konklusion er, at den mest samfundsøkonomiske løsning for energiforsyningen omfatter en massiv udbygning med vindkraft. Dette skridt afføder behovet for andre tiltag, på lige fod med udbygningen med vindkraft, idet store installerede effekter af vindkraft kan skabe (kritisk) el-overløb i særligt vindstærke perioder. Fremtidens energisystem kræver derfor strategiske tilgange til planlægningen i omstillingen til dette energisystem, for at imødegå de nævnte udfordringer optimalt, bl.a. ved at samtænke forbrug og produktion mere.

På baggrund af denne erkendelse er der i de sidste år sket et øget fokus mod strategisk energiplanlægning (se Tekstboks 1) i Danmark, der skal sikre de bedste forudsætninger for energiomstillingen, samt bidrage aktivt til denne. På baggrund af deres vigtige rolle i det danske plansystem og den del af omstillingen, der allerede er gennemført, spiller kommunerne en vigtig rolle i planlægningen. Hertil er der formuleret en række oplæg (Ea Energianalyse 2013; Energinet.dk 2014; Energistyrelsen 2010) til hvordan den kommunale energiplanlægning kan tilpasses, for at gøre den til mere strategisk. Mulighederne for tiltag for kommunen er mangfoldige og spænder over de fleste dele af energisystemet. Sammentænkningen af disse, i dag adskilte, sektorer er en central del i oplæggene til den strategiske energiplanlægning.

Strategisk energiplanlægning: Definition

Begrebet ”strategisk energiplanlægning” dækker i den eksisterende litteratur fra bl.a. Energistyrelsen i dag over en vid række aspekter og er ikke entydigt defineret. Således er det ikke fra central side afgjort hvad strategisk energiplanlægning må, kan og skal. Temaområder, der virker åbenlyse at indgå i den strategiske energiplanlægning visse steder, vise sig ikke at gøre dette i en anden fortolkning af begrebet. De mange forskellige anvendte definitioner har dog det til fælles, at flere sektorer integreres i den strategiske energiplanlægning, fx ved at kommuners energisystem kortlægges i en samlet, holistisk energibalance, hvorefter nødvendige tiltag kan vurderes. Dette skal ses i modsætning til de mere adskilte planer for fx transport og varmforsyning fra tidligere. (Jensen & Therkildsen 2014) Derudover vurderes det, at strategisk energiplanlægning i endnu højere grad end sektorplanlægningen kan skabe muligheder for det lokale erhvervsliv, idet en mere strategisk planlægning helt naturligt vil kunne afdække flere afledte effekter, end det vil kunne ske i skarpt adskilte sektorplaner.

Nærværende rapports forståelse af strategisk energiplanlægning bygger på netop disse aspekter, dvs. at flere sektorer i energisystemet indgår i en holistisk planlægning, der skaber grobund for afledte effekter, både inden- og udenfor de gamle grænser af energisektorerne.

Tekstboks 1: Begrebsdefinition af strategisk energiplanlægning.

Den nuværende energiplanlægning i de danske kommuner varierer meget, målt på de sektorer der involveres i planlægning og særligt den måde, disse kombineres og integreres på i planlægningen (Jensen & Therkildsen 2014). På baggrund af de historiske og nuværende love findes dog også ligheder, på baggrund om tidligere krav om udarbejdelse af varmeplaner i 1980/90’erne, planlægning for biogas-anlæg i Kommuneplaner mv. Heraf vurderes varmeplanlægningen og særligt kommunernes rolle heri at

være et særligt betydningsfuldt skridt for udviklingen i den danske energisektor (Chittum & Østergaard 2014), hvorfor kommunernes involvering i varmeplanlægningen og udviklingen af varmeforsyningssektoren undersøges nærmere i det følgende afsnit.

1.1 VARMEPLANERNE FRA 1979 – I DAG

De første kommunale varmeplaner blev skrevet i medfør af den første Varmeforsyningslov fra 1979. Heri blev en national aktivitet indenfor varmeplanlægningen initieret, ved bl.a. at aktivere kommunerne og forsyningsvirksomhederne. Igennem disse planer fik kommunerne kompetence til at udlægge områder til kollektiv forsyning og derved have en styrende påvirkning på den kollektive varmeforsynings udvikling. De statslige institutioner (særligt Energistyrelsen) fik herved en rammestyrende rolle. Formålet var, på et nationalt niveau, at fremme den kollektive forsyning, på baggrund af de samfundsøkonomiske fordele herved, overfor særligt den individuelle opvarmning med olie, der på dette tidspunkt var fremherskende. Som mellemlid mellem de nationale målsætninger og de kommunale planer blev der udarbejdet regionale varmeplaner, i amtskommunernes regi, for at sikre hensigtsmæssig udvikling, på tværs af kommunegrænserne. Igennem 1980'erne skete der en række ændringer af systemet, hvor det overordnede koncept af en styrende kommunal varmeplan dog blev bibeholdt. (Energistyrelsen 2010)

I medfør af energiaftalen af 20. marts 1990 ændredes den kommunale varmeplanlægning yderligere. Fokus i tiltagene i medfør af aftalen var især en omlægning til kraftvarmeproduktion, idet store dele af særligt den decentrale fjernvarme fortsat blev produceret i kedeldrift. Samproduktionen af el og varme lovede bedre ressourceudnyttelse og deraf følgende samfundsøkonomiske fordele. (Mortensen & Gottrup 2007) Den nok største ændring i medfør af 1990-aftalen var dog af en strukturel karakter, idet de meget styrende varmeplaner blev afløst af et projekt-system, hvor de eksisterende planer fik en vejledende rolle. Den kommunale sagsbehandling skulle herefter blot forholde sig til de nationale målsætninger om samfundsøkonomiske fordele ved fjernvarmeprojekter. Fra at have formuleret selve udviklingen af varmeforsynings udvikling, gik kommunerne i dette skridt således til at være godkendende myndighed for projektforslag, som forsyningsselskaberne indstillede. (Energistyrelsen 2010)

Siden 1990'erne er der ikke sket grundlæggende ændringer i den måde, kommunerne gennemfører varmeplanlægningen på. Således er arbejdet med varmesektoren i dag præget af vedligeholdelse af de eksisterende systemer, skift af brændsler og visse steder omlægning til lavtemperatur fjernvarme, på baggrund af ovennævnte projekt-system. Udvidelsen af de eksisterende varmeforsyningsanlæg er meget begrænset. Forskellige rapporter forudser et begrænset potentiale for udviklingen af fjernvarmen (Energistyrelsen 2014a; Lund et al. 2014; Nielsen & Möller 2013), der skyldes at de tæt-bebyggede områder i de fleste tilfælde allerede er forsynet kollektivt (Reidhav & Werner 2008). Det mest styrende hensyn i projektgodkendelserne er fortsat samfundsøkonomien, der skal vise overskud, for at kommunerne kan godkende projekter i forbindelse med varmeforsyningen³. (Mortensen & Gottrup 2007)

³ Med få undtagelser, fx vedr. valg af biobrændsler i pilotprojekter. Mortensen and Gottrup (2007)

Dette efterlader en del af bygningsmassen udenfor den kommunale planlægning. Disse områder betegnes også som "Område IV", idet de hverken er udlagt til kraftvarme-, fjernvarme fra biobrændsler eller naturgasforsyning (Mortensen & Gottrup 2007). Varmeforsyningen i Område IV er i stedet reguleret på nationalt niveau, bl.a. igennem krav til varmeinstallation i Bygningsreglementet (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010). De forskellige skridt ændrede intet ved at kommunerne, i den foreskrevne del af varmeplansarbejdet, begrænsede sig til at undersøge mulighederne for kollektiv forsyning.

Antallet af bygninger, hvis forsyning med kollektiv varmforsyning ikke vil resultere i samfundsøkonomiske fordele er estimeret i flere rapporter (Energistyrelsen 2014a; Nielsen & Möller 2013) og afhænger af de antagelser der ligger til grund for pågældende analyse. Energistyrelsen (2014a) kvantificerer potentialet ikke dybdegående, mens Nielsen & Möller (2013) finder det samfundsøkonomiske potentiale til at være mellem 12 og 23 %-point målt som del af det nuværende bebyggede areal, dvs. at øge andelen fra de nuværende ca. 40 % til 51 – 63 %. Et konservativt estimat er derfor, at ca. 1/3 af den danske boligmasse, målt på arealet, ikke vil kunne konverteres til kollektiv varmforsyning og at der må findes andre løsninger for disse boliger. Idet ovenstående værdier dog er udarbejdet på nationalt niveau, vil det være nødvendigt at vurdere potentialet individuelt på et mere lokalt niveau, hvis det skal bruges til at vurdere et mere konkret potentiale.

Skiftet til den strategiske energiplanlægning medfører bl.a. at det traditionelle fokus på sektoradskilte planer løsnes og at der nytænkes i forhold til energileverandører og aktørnetværket. Her tilkommer der en vigtig rolle til kommunen som planmyndighed, der skal være med at identificere potentielle indsatsområder og at initiere projekter. Den overordnede rolle vil dog have en tovholder-karakter, hvor en større ændring i forhold til ovenstående "godkendende"-karakter er, at kommunen i fremtiden i højere grad ønskes at bidrage aktivt ved at initiere projekter, fx igennem kommunale selskaber og projektnetværk, snarere end at overlade initiativet til andre. (Energistyrelsen 2010) Idet de strategiske energiplaner i høj grad skal bidrage til at udnytte den lokale viden, vurderes det, at vægtningen af de forskellige muligheder for tiltag vil variere afgørende fra en kommune til en anden.

Det findes, at planlægningen af den kollektive varmforsyning spiller en vigtig rolle i kommunernes hidtidige involvering i energiplanlægningen, ikke mindst illustreret igennem at den har bidraget til at fremme fjernvarmen i Danmark (Chittum & Østergaard 2014; Energistyrelsen 2010). Som beskrevet for oven er der dog samfundsøkonomiske begrænsninger for hvor stor en andel af bygningsmassen kan forsynes kollektivt og de nævnte analyser efterlader ca. 1/3 af boligmassen udenfor den kollektive varmforsyning. Denne rapport fokuserer derfor på de muligheder for at forsyne disse bygninger i overensstemmelse med de indledningsvist bekræftede politiske målsætninger. Dertil undersøges de tekniske muligheder for den individuelle opvarmning i det følgende.

DEN NUVÆRENDE STATUS FOR DEN STRATEGISKE ENERGIPLANLÆGNING

Et andet kandidatprojekt ved Aalborg Universitet (Jensen & Therkildsen 2014) undersøgte barriererne for den strategiske energiplanlægning i Region Midtjylland anno 2014. Heri konstateres der markante forskelle i de tiltag, der indgår i de 19 midtjyske kommuners energiplanlægning. Således begrænser et flertal sig til de mere velregulerede sektorer, såsom kollektiv varmforsyning, energiforbrug i kommunale bygninger og vindmølleplanlægning, dvs. de områder, der i forvejen eksisterer krav om at

skulle planlægges for. Det strategiske element heri savnes i stort omfang, fx udtrykt ved at kun ca. ¼ af kommunerne har undersøgt muligheden for symbioser på tværs af sektorer såsom industri, transport og varme.

1.2 OPVARMNINGEN I OMRÅDE IV

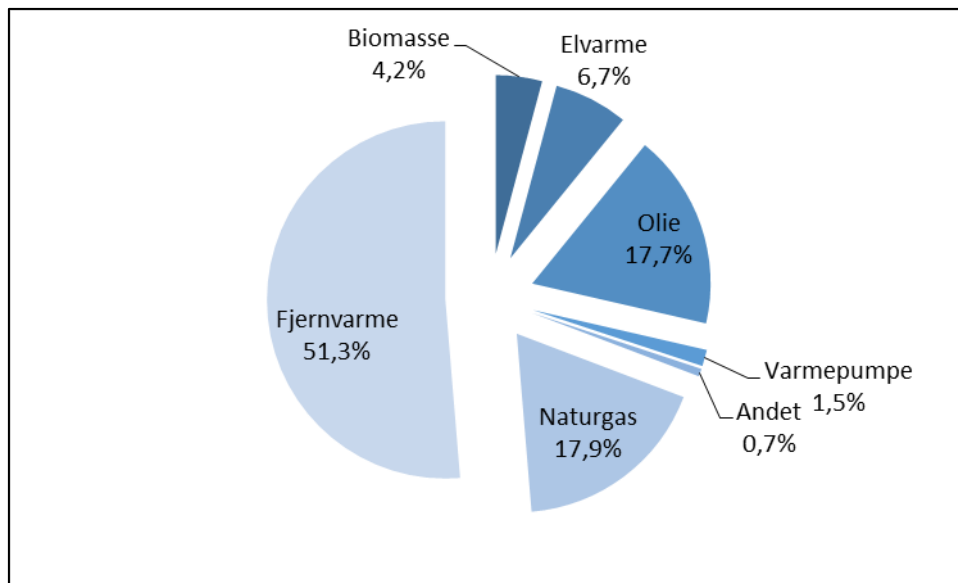
Som beskrevet, efterlader de eksisterende varmeplaner og forsyningsområderne heri, en stor geografisk del af kommunen i Område IV. Situationen for disse vil i sagens natur være forskellig fra kommune til kommune, men det overordnede, nationale billede er tegnet i dette afsnit, for at give et indtryk af det overordnede omfang af den individuelle opvarmning.

I 2013 havde ca. 22,1% af de danske boliger angivet at have en anden form for opvarmning end fjernvarme eller naturgas. Det mest dominerende alternativ er oliefyr, der er angivet som primær varmeinstallation i 11,9% af boligerne. De resterende 10,2% af boligerne forsynes primært af biomassekedler eller elvarme. (Energistyrelsen 2015c) Fordelingen af primære varmeinstallationer, målt på andelen af netto-varmebehovet, er præsenteret dybdegående i Figur 1. Det kan bemærkes, at de ovennævnte pct.-værdier ikke kan overføres 1:1. En vigtig grund hertil findes i det mindre energibehov pr. bolig i byområderne, hvor særligt boligbyggeri er betydeligt mere energieffektiv end fx gamle stuehuse mv. i det åbne land (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014). En anden grund kan findes i at boligerne udenfor byområderne typisk er større pr. enhed (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014), hvorved energibehovet pr. varmeinstallation stiger yderligere, udover hvad der kan tilskrives den mindskede energieffektivitet af bygningen.

Rationalerne bag valget af varmeinstallation er mangfoldige. Ifølge Michelsen & Madlener (2013) viser det sig i Tyskland, at rationalerne, som forbrugerne påvirkes af, kan inddeles i følgende seks kategorier (ikke prioriteret rækkefølge):

- 1) omkostninger,
- 2) generel holdning overfor en given opvarmningsform,
- 3) tilskudsordninger,
- 4) eksterne faktorer, herunder forsyningssikkerhed,
- 5) komfort og
- 6) påvirkning af omgangskreds.

Tilsvarende undersøgelser af de danske varmemeforbrugeres valg savnes, men det antages, at de ovenstående faktorer også er anvendelige i en dansk kontekst. Det vurderes således at de danske forbrugeres valg er påvirket af en række faktorer og kan ikke begrænses til fx én eksperts anbefaling, eller projektets økonomiske konsekvenser for forbrugeren alene, men må ses i et kompleks af forhold. Som vist i Figur 1 dækker varmepumper i dag kun ca. 1,5% af energibehovet i de danske boliger. Salget af varmepumper har været meget stabilt igennem de seneste årtier, siden de for alvor blev et teknisk alternativ i starten af 1980'erne (M Rasmussen 2014, E-Mail, 2014). Der er dog langt til at varmepumper kan anses som værende det dominante alternativ i den individuelle opvarmning, målt på dækningen af varmebehovet.



Figur 1: De forskellige varmeinstallationers dækning af netto-varmebehovet i 2013. (Nielsen 2015)

Valget af individuelle opvarmningsinstallationer er i dag reguleret igennem Bygningsreglementet. Heri er der fastsat en række krav til hvilke varmeinstallationer der må anvendes. Det forbydes bl.a. at installere oliefyr i nye bygninger, hvis det er muligt at forsyne bygningen med fjernvarme eller naturgas. Fra 2016 vil det yderligere være forbudt at installere oliefyr i nybyggeri, uanset bygningens beliggenhed. Dette påvirker dog ikke de bygninger, der er genstand for nærværende rapports undersøgelse, idet de pr. definition vil ligge udenfor nuværende eller fremtidig kollektiv forsyning. Deraf følger rent juridisk frit brændselsvalg for eksisterende boliger udenfor den kollektive varmeforsyning, hvor det dog skal nævnes at der i Bygningsreglementet også stilles krav til fyrs nyttevirkningsgrad. Ny-installerede olie- og naturgasfyr skal således udføres som kondenserende, hvorved virkningsgrader mellem 96 og 105 % af den nedre brændeværdi opnås. Krav til virkningsgrader for andre varmeinstallationer er også bestemt i Bygningsreglementet og drøftes nedenstående i Afsnit 3.2. (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010)

Udover at være relevant for energiplanlægningen, målt på dens andel af energiforbruget i kommunen, spiller udviklingen af varmeinstallationer indenfor de næste få år en vigtig rolle for de indledningsvist beskrevne politiske målsætninger for 2030 og 2035. Med en typisk teknisk livstid på 20 år for individuelle varmeanlæg (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013) vil de udskiftninger, der finder sted i den nærmeste fremtid påvirke sammensætning af opvarmningsteknologier i mål-årene 2030 og 2035. Valgmulighederne for at opnå målet om en fossilfri energiforsyning i den individuelle opvarmning, er meget begrænsede, idet det hidtil mest udbredte alternativ for den individuelle opvarmning, oliefyrene, ønskes udfaset. Dette efterlader en række opvarmningsformer, der er beskrevet kort i det følgende. Bemærk at det er valgt at beskrive disse varmeformer meget kortfattet her, mens de relevante aspekter tages op til diskussion senere i denne rapport.

Ved en primær opvarmningsform forstås i denne sammenhæng varmeinstallationer, der kan dække, eller være med til at dække, en bygnings behov til komfort-/rumopvarmning og varmt brugsvand. Derfor afgrænses der til opvarmningsformer, der kan anvendes i et vandbårent system, hvilket

udelukker fx luft-luft varmepumper og brændeovne. Yderligere afgrænses der til afprøvede og etablerede teknologier, hvilket bl.a. udelukker brintanlæg og gasdrevne varmepumper. Yderligere afgrænses der fra elvarme, pga. den højere effektivitet ved at anvende el-drevne varmepumper. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013)

EL-DREVNE VARMEPUMPER

Der findes en række forskellige slags el-drevne varmepumper, der kan udgøre en enkelt bygnings primære opvarmningsform. Disse forskellige former har til fælles at være afhængige af en varmekilde, hvis varme udnyttes i et kredsløb med et kølemiddel og en kompressor. Varmekildens energi udnyttes heri til at fordampe et kølemiddel. I en kompressor udnyttes kølemidlets faseskift til at udnytte varmen der opstår ved at trykket øges i forbindelse med faseskiftet. Forholdet mellem den el der bruges til at drive kompressoren og den mængde varme der nyttiggøres, kaldes Coefficient of Performance (dansk: normeffektfaktor), eller COP og bruges typisk til at beskrive en el-dreven varmepumpes effektivitet. Alternativt kan normeffektfaktoren beregnes ud fra de udetemperaturer, som varmepumpen vil anvendes i (Rasmussen 2011). Idet denne metode vurderes at være mere retvisende, anvendes denne i de følgende vurderinger. Den højeste SCOP opnås ved så små differencer mellem varmekildens temperatur og den ønskede temperatur-output som muligt. Typisk vil varmekilden være jordvarme, dvs. temperaturen i de øvre lag af undergrunden. Denne udnyttes ved at grave jordslanger ned i få meters dybde. I disse systemer opnås typisk en SCOP på ca. 3-4. For at øge varmepumpens effektivitet, kan det være hensigtsmæssigt at anvende et centralvarme-anlæg med lav fremløbstemperatur (under 55°C). Dette kan opnås ved at installere større radiatorflader/gulvvarme eller ved at begrænse varmebehovet, igennem efterisolering. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013)

På grund af den generelt høje effektivitet ved varmepumper, er disse i flere analyser (Energinet.dk 2009; Hedegaard et al. 2012; Lund et al. 2011) udkåret som fremtidens mest oplagte varmeinstallation udenfor den kollektive forsyning, ud fra et system- og samfunds perspektiv. For den enkelte bygningsejer findes fordelene ved en varmepumpe i en meget stabil drift med meget begrænset drift og vedligehold, mens de høje investeringsomkostninger anses som en barriere (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013). Individuelle, el-drevne varmepumper betegnes i det følgende blot som *varmepumper*.

FASTBRÆNDELSFYR

I et fastbrændselsfyr forbrændes et fast brændsel (typisk biobaseret) med henblik på at opvarme vand, der kan cirkuleres i bygning med henblik på rumopvarmning og varmt brugsvand. Ligesom med varmepumperne, er der forskellige teknologier at vælge imellem, hvor der dog findes en række ligheder på tværs af disse. Forskellene findes fx i om indfyringen af brændslet sker manuelt eller automatisk, hvilket bl.a. påvirker valg af brændsel, samt komforten ved at bruge pågældende fyr. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013)

De overordnede ligheder på tværs af brændsler mm. er (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013):

- Øget behov for tilsyn med anlægget, i form af påfyldning af brændsel, rensning af brændkammer, kedel mv.
- Mulighed for at anvende det eksisterende, højtemperatur centralvarmanlæg,
- Behov for at have og vedligeholde skorsten,
- Øget partikelforurening i nærområdet
- Ikke ens adgang til brændsel; Hvis egen brænde ikke haves, skal der fx købes importerede træpiller

En fordel ved fastbrændselsfyrene overfor fx varmepumperne er, at de typisk nemt kan anvendes i forbindelse med et eksisterende centralvarmesystem, der er forsynet af et oliefyr. Udskiftningen af varmeinstallationen vil således begrænse sig til det mest grundlæggende, dvs. installationer i fyrrummet, frem for at skulle ændre hele bygningens centralvarmesystem. Overordnet set findes fordelene for husejeren ved fastbrændselsfyr i de relativt lave omkostninger, mens besværet med drift & vedligeholde vurderes at være en mindre barriere. Det mest udbredte brændsel for fastbrændsels-/biomassefyr er træpiller, hvilket ligeledes vurderes at være det mest anvendelige i en generel vurdering, idet andre brændsler kan være mindre tilgængelige. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013)

SOLVARME

En supplerende opvarmningsform, der er i overensstemmelse med de politiske målsætninger for opvarmningen er solvarme, igennem solfangeranlæg. Disse installeres typisk i flader på tagarealer og fungerer ved at en varmeledende væske opvarmes i et rørsystem. Den producerede varme bruges til opvarmning af vand, der gemmes i bygningens varmeakkumuleringskank. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013) Idet solfangeranlæg er afhængige af solindstrålingen er de ikke egnede til at være en bygnings primære opvarmningsform, idet der herved enten ville skulle investeres i uforholdsmæssigt meget overkapacitet af solfangere og/eller akkumuleringskank eller gives afkald på komforten. (Zafiryadis 2010)

Til gengæld kan solfangeranlæg indgå i diverse systemer af varmeinstallationer, såsom til dækning af behovet for varmt brugsvand, der suppleres med et fyr eller varmepumpe, der primært anvendes til komfortopvarmningen. Dermed kan solfangere bidrage til at u hensigtsmæssig drift af

varmeinstallationen udenfor fyringssæsonen minimeres. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013)

ENERGIEFFEKTIVISERINGER

Udgangspunktet for de fleste tiltag vil være en effektivisering af den bolig, der skal opvarmes, idet et mindsket varmebehov, vil medføre et mindsket brændsels-/energiforbrug, forudsat alle andre faktorer er konstante. Boligers isoleringsstandard er meget svingende på et nationalt plan og kan generelt beskrives ud fra boligens opførelsesår og anvendelse, samt om boligen er blevet energirenoveret (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014). Sidstnævnte faktor gør det nødvendigt at vurdere boligerne i enkeltsager, for at få et passende estimat af bespareelsesmuligheder. Wittchen, Kragh & Aggerholm (2014) giver estimater af energibesparelspotentialer på baggrund af bygningers opførelsesår og anvendelse, men advarer samtidigt mod at anvende datagrundlaget til vurderingen af enkelte bygninger, idet værdierne er kalibreret mod nationale tal. Derfor vil det i en konkret case skulle vurderes, hvor vidt energirenoveringer kan indgå i en omlægning af en bygnings varmforsyning.

De to principielle alternativer findes således at være el-drevne varmepumper og fastbrændselsfyr, hvor solvarme og energieffektiviseringer også kan være relevante som dele af løsningen. En række analyser (Klimakommissionen 2010; Lund et al. 2011) påpeger dog, at bioressourcerne med fordel kan anvendes i mere centraliserede anlæg og i transportsektoren, hvorfor det vurderes uhensigtsmæssigt at anvende disse til den individuelle opvarmning. Yderligere påpeger bl.a. Hedegaard et al. (2012) og Energinet.dk (2009) at en energieffektiv elektrificering af varmforsyningen vil kunne bidrage til at samfundsøkonomisk attraktiv måde at integrere de stigende mængder vindkraft – både i fjernvarmen og den individuelle boligopvarmning. Dette efterlader de el-drevne varmepumper som den oplagte løsning for den individuelle boligopvarmning, med henblik på at stoppe anvendelsen af fossile brændsler til opvarmning i 2035. Disse kan evt. suppleres af solvarme og energirenoveringer.

1.3 OPSAMLING

I den danske energipolitik er der opstillet en række krav til energisektoren i form af effektiviseringer og omstillinger på såvel forsynings- som forbrugssiden. Den danske energisektor har gennemgået en række omstillinger, bl.a. efter oliekriserne i 1970'erne, hvor kommunerne igennem forskellige roller bidrog afgørende til denne omstillings succes. Disse roller var dog primært bygget op omkring omlægningen af varmforsyningen til kollektiv forsyning, være det sig i form af fjernvarme eller naturgas. Potentialet ved effektiviseringer igennem disse tiltag er dog udnyttet og derfor kræver den forestående omstilling nye tiltag, hvilket vurderes også at skulle inkludere områderne udenfor de kollektivt forsynede områder. En række rapporter, der sammen med politikken vurderes at præge den danske energisektors udvikling, tilskriver individuelle varmepumper en vigtig rolle i disse områder, der i den nuværende varmeplanlægning betegnes som "Område IV", dvs. alle arealer der ligger udenfor områder der udlagt til hhv. kraftvarme, fjernvarme fra biobrændsler eller naturgas. Kommunernes hidtidige rolle rejser derfor spørgsmålet, hvor vidt de kan bidrage til den yderligere omstilling og også medvirke til en omstilling af individuelt opvarmede bygninger, hvor fokus hidtil har ligget på de kollektivt forsynede områder.

1.4 FORSKNINGSSPØRGSMÅL

En stigende udbredelse af varmepumper er ifølge en række rapporter en betingelse for det fremtidige danske energisystem. Kommunerne vurderes at kunne udnytte denne udvikling i deres strategiske energiplanlægning, idet der i disse energiplaner ses på hele kommunens energiforsyning og ikke blot på de enkelte sektorer af systemet, der hidtil har været genstand for den kommunale planlægning. Samtidigt kan kommunerne indtage en vigtig rolle i energiplanlægningen, der kun må forventes udbygget med en øget udvikling af det strategiske niveau i de kommunale planer. Dette udmønter sig i følgende forskningsspørgsmål:

Hvordan kan de danske kommuner bidrage til en øget udbredelse af individuelle, el-drevne varmepumper til boligopvarmningen i Område IV?

UNDERSPØRGSMÅL

For at kunne besvare ovenstående forskningsspørgsmål, skal følgende underspørgsmål besvares:

- I. Hvad er de samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger ved valg af varmepumper i sammenligning med relevante alternativer og hvilken rolle spiller energirenoveringer i dette?
- II. Hvilke faktorer påvirker forbrugerne i Område IV ved valg af varmeinstallation?
- III. Hvad er kommunernes interesse(r) i Område IV, i forhold til den strategiske energiplanlægning?
- IV. Hvilke værktøjer (juridiske, økonomiske, kommunikative) har kommunerne til at fremme udbredelsen af varmepumper?

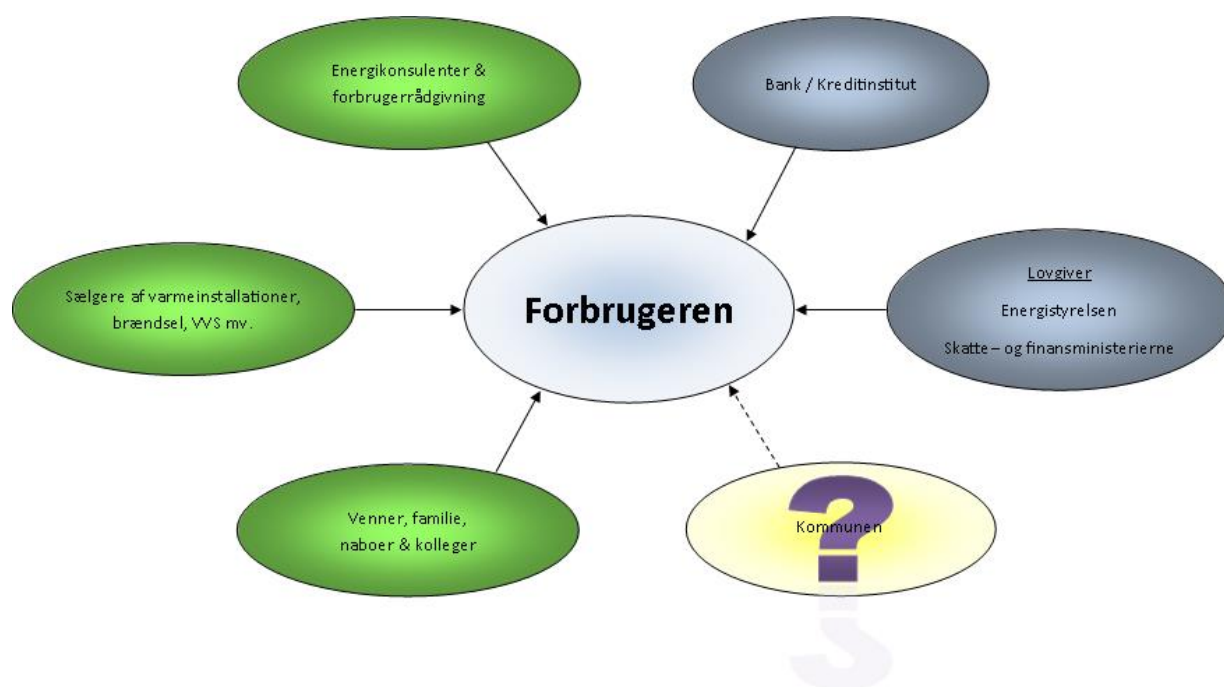
AFGRÆNSNINGER

Følgende afgrænsninger er gjort:

- De indledningsvist beskrevne fordele for energisystemet ved at installere individuelle, el-drevne varmepumper analyseres ikke mere dybdegående, ligesom der afgrænses fra at vurdere effekterne for lokale el-distributionssystemer ved at elektrificere boligopvarmningen i et lokalområde.
- Der afgrænses til at undersøge bygningerne i det eksisterende Område IV, dvs. udenfor de nuværende forsyningsområder, jf. den eksisterende varmforsyningsplanlægning.
- Der afgrænses til at undersøge varmforsyningen fra én primær varmeinstallation, dvs. at bidrag fra sekundære varmekilder, herunder brændeovne og solvarme, ikke undersøges.
- Der afgrænses til at undersøge eksisterende byggeri.

1.5 DEN TEORETISKE FORSTÅELESRAMME

Nærværende kandidatprojekt tager afsæt i en teoretisk forståelsesramme, der anvendes til at beskrive hvordan den enkelte husejers beslutning påvirkes af forskellige faktorer og aktører. Forståelsen er præget af Michelsen & Madlener (2013), der har gennemført en rundspørge blandt 2.240 tyske husejere vedr. deres rationaler ved valg af varmeinstallation, idet tilsvarende dybdegående undersøgelser blandt danske forbrugere savnes. Der redegøres uddybende for de fundne forhold senere i denne rapport, hvorefter de forsøges valideret, i interviews med danske husejere. Aktørnetværket, der således kan beskrives som den teoretiske forståelsesramme, er illustreret i Figur 2.



Figur 2: Aktørnetværket, der udgør projektets teoretiske forståelsesramme. Blå aktører (lovgiver og banker) forstås herved at have en meget konkret (mulig) indflydelse igennem love og udstedelse af lån, mens de andres indflydelse er begrænset til vurderinger, tilbud og ”gode råd”. Kommunens rolle er den ubekendte i denne opgørelse og undersøges igennem rapporten.

Forbrugeren/Boligejeren antages i den anvendte forståelsesramme som havende den mest afgørende beslutningskompetence. Således vurderes det at være forbrugernes valg, der afgør raten for udviklingen af varmepumper, hvor pågældende vurderes at blive påvirket af en række eksterne aktører i beslutningstagningen, i forskellig grad. En indflydelse, der ikke er markeret som selvstændig aktør er forbrugers egne, forhåndsformede holdninger om de forskellige varmeinstallationer. Udover de eksterne faktorer og aktører, der måtte påvirke forbrugers i sin udvælgelse af varmeinstallation, vurderes der således at indgå interne faktorer, der vurderes sværere at bestemme. Disse meninger kan både være personens generelle holdninger og livssyn, såvel som konkrete holdninger om de forskellige varmeinstallationer, jf. Michelsen & Madlener (2013).

Forbrugeren har i denne sammenhæng flere roller og kan beskrives på (mindst) to måder: Som ”forbruger” og som ”borger”. Terminologien i dette vurderes betydningsfuldt, idet de to begreber er vurderet at placere ”vedkommende” i to forskellige systemer: Forbruger indikerer at personen er en del

af en markedssituation og har sin indflydelse igennem det valg vedkommende træffer, når en ny varmeinstallation købes eller valg vedr. efterisolering træffes. I modsætning hertil findes vedkommendes rolle som borger i den danske stat, samt i den givne kommune. I begge tilfælde vil vedkommende have et politisk valg ved kommunal-/folketingsvalg, hvor holdninger vedr. de givne varmeinstallationer kan påvirke beslutningen. En yderligere rolle som borgeren har, er at leve i en kommune og dermed påvirke udmøntningen af en strategisk energiplan, forudsat kommunen udarbejder denne. Hvis kommunen således i en strategisk energiplan forudsætter en massiv udvikling for varmepumper, vil den enkelte borger kunne være med til at nå de politiske målsætninger – eller modarbejde disse. Det samme kan betragtes ud fra kommunens betragtning, hvor det antages, at kommunerne er afhængige af lokalbefolkningens valg og hvor disse således i et vist omfang må indgå som aktør i omsætningen af den strategiske energiplan. En sammenlignelig politisk indflydelse i forhold til planer vil være gældende på et nationalt niveau, hvor den enkeltes indflydelse, pga. skala-forskellene, dog vurderes at være langt mere afgørende i de kommunale strategiske energiplaner.

Det vurderes, at den individuelle boligejers valg vil være sammensat af begge ovennævnte forhold og at en helt entydig adskillelse af rollerne ikke vil være hensigtsmæssig, idet den vil begrænse analysen af vedkommendes rolle. Begreberne "boligejer", "borger" og "forbruger" bruges derfor i flæng i det følgende, hvor forståelsen af at vedkommende kan indtage flere eller samtlige af rollerne, danner baggrund.

Den kommunale varmeplanlægnings historie, der er beskrevet for oven, danner yderligere baggrund for den teoretiske forståelse. Det antages således at kommunerne, på grund af deres historiske rolle som varmeplansmyndighed, er interesserede i udviklingen af opvarmningen i Område IV. Yderligere vurderes kommunen at være en oplagt aktør for forbrugere, ud fra kommunens rolle som myndighed for en række relevante punkter vedr. boligen, byggeri mv. Kommunen anses dog alt i alt at have en begrænset indflydelse. Den er dog valgt medtaget, jf. forskningsspørgsmålet, samt de dertilhørende underspørgsmål og den mulige indflydelse søges afdækket igennem nærværende rapport. Denne forventes dog at kunne udvikles, med udgangspunkt i de strategiske energiplaner, idet bygningerne i Område IV forventes at kunne spille en rolle heri. Idet kommunens indflydelse på forbrugerens valg derfor vurderes at være den mest vage og usikre, er den markeret stiple, samt at det er denne indflydelse, der undersøges mest dybdegående i den resterende del af rapporten.

Forbrugeren vurderes derudover at være påvirket af medier og informationer om de forskellige varmeinstallationer. Idet disse medier dog påvirkes af de pågældende aktører (udover den nærmeste omgangskreds), er det ikke vurderet at være en selvstændig og uafhængig aktør, på trods af, at medierne har muligheden for informere om fx udvikling af afgifter om brændsler eller andre forbrugeres erfaringer med en given varmeinstallation. Mediernes politisk motiverede udvælgelse af emner indgår således ikke i forståelsen.

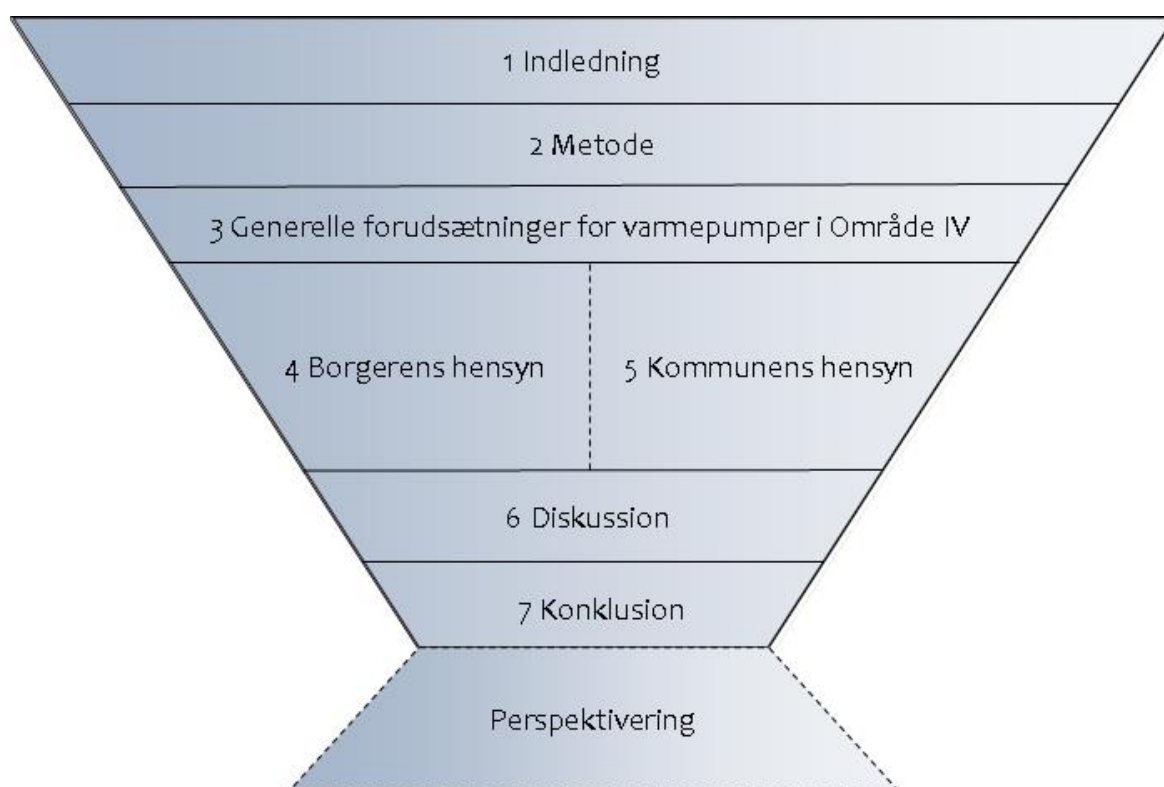
I Figur 2 skelnes der ikke mellem hvor stor påvirkningen af de enkelte faktorer og aktører vil være på den enkelte forbruger, idet det antages, at disse vil variere fra forbruger til forbruger. Derudover vil forskellige aktører påvirke forbrugeren igennem forskellige kanaler, hvor visse aktører har en juridisk indflydelse, i form af lovgivning mv., mens andre udelukkende søger at påvirke forbrugeren igennem information. Den overordnede tilgang er derfor, at det endelige valg træffes af forbrugeren, der har beslutningskompetencen og indenfor visse rammer kan træffe valg, der går udover den enkelte aktørs

interesseområde, såsom økonomiske hensyn eller ”gode råd”. Valget vil således være påvirket af et kompleks af påvirkninger, der illustreres igennem ovenstående netværk af aktører og interesser.

1.6 RAPPORTENS OPBYGNING

Det er valgt at besvare forskningsspørgsmålet og de dertilhørende underspørgsmål igennem en case. Hertil er det valgt at undersøge forholdene for den individuelle opvarmning i Mariagerfjord Kommune. Kriterierne for udvælgelse af casen, samt specifikke forhold vedr. denne er beskrevet senere i denne rapport.

Den overordnede strukturelle tilgang til besvarelsen af forskningsspørgsmålet er illustreret i nedenstående Figur 3. Som det kan ses er det valgt at strukturere rapporten efter en tragt-tilgang, dvs. at detaljeringsgraden og fokus på de lokalspecifikke forhold øges igennem rapportens forløb. Efter metodeafsnittet findes således et kapitel, der beskriver de generelle forudsætninger for udviklingen af varmepumper i Område IV i den valgte case-kommune (Mariagerfjord Kommune), der gælder for alle aktørerne, såvel kommunen som borgerne. Derefter deles analysen op i to sideløbende strenge, hvor det er valgt først at fokusere på borgernes hensyn, hvorefter mulighederne i omstillingen, fra kommunens syn undersøges. Senere diskuteres det fundne, på tværs af kapitler og konkluderes i Kapitel 7.



Figur 3: Strukturdiagram.

En kort gennemgang af kapitlernes indhold er givet i det følgende.

Kapitel 2: I dette kapitel redegøres der for valg af metode.

Kapitel 3: I dette kapitel beskrives de generelle forudsætninger for varmepumper i Område IV i Mariagerfjord Kommune, inkl. samfunds- og brugerøkonomien, der er undersøgt ved et eksempel.

Kapitel 4: I dette kapitel beskrives de faktorer, der påvirker borgerne ved deres valg af varmeinstallation, samt de overvejelser de gør sig vedr. energiforbedringer.

Kapitel 5: Kommunens interesse i Område IV i forhold til den strategiske energiplanlægning undersøges, efterfulgt af en analyse af de muligheder, som kommunen vurderes at have for at fremme varmepumper til boligopvarmningen i Område IV.

Kapitel 6: Diskussion af de overordnede emner, hvor mindre diskussion sker løbende igennem analysen.

Kapitel 7: Konklusion & perspektivering

2 METODE

I dette kapitel beskrives de metodiske valg, der er truffet med henblik på at besvare forskningsspørgsmålet. Først beskrives overvejelserne vedr. valg af casen, hvorefter overvejelser vedr. dataindsamlingen beskrives. Derefter uddybes den teoretiske baggrund for boligejeres rationaler ved valg af varmeinstallation. Dernæst beskrives de tekniske forudsætninger, der ligger til grund for de samfunds- og brugerøkonomiske vurderinger. Metoden for disse afslutter metode-kapitlet.

2.1 UDVÆLGELSE OG ANVENDELSE AF CASE

For at besvare ovenstående forskningsspørgsmål er det nødvendigt at udvælge en case. Dette vurderes ud fra de nævnte lokalspecifikke forhold, der kan være relevant i planlægningen. Rapportens emne, dvs. energirenovering og omstilling til individuelle varmepumper, vurderes at være universelt gældende, idet langt de fleste kommuner vil have behov for at planlægge for den individuelle boligopvarmning. Dette antages på baggrund af at der altid må forventes at være en restmængde af boliger, der ikke vil kunne forsynes kollektivt, fx ud fra samfundsøkonomiske hensyn. Den lokalspecifikke kontekst, som rapportens emne forventes at indgå i, i den strategiske energiplanlægning er i form af den prioritering den vil have i planlægning. Således må det antages at kommuner, hvor den individuelle boligopvarmning udgør en forholdsvis stor rolle af energiforbruget også vil prioritere dette område højt, mens mere urbane kommuner, med stor dækningsgrad af kollektiv varmforsyning vil gøre det modsatte.

Formålet med en case er at finde et eksempel, der kan skabe brug- og relaterbar viden til brug i andre eksempler. Flyvbjerg (2006) nævner således seks overordnede slags cases der kan anvendes, der bl.a. adskiller sig ved at være hhv. udvalgt tilfældigt eller udvalgt på baggrund af kendskab til casen og informations-orienterede kriterier. Ud fra den grundlæggende antagelse om at alle kommuner i et vist omfang har et behov for en øget planlægning af Område IV, er det vurderet hensigtsmæssigt at anvende en randomiseret case. I forhold til kandidatprojektets tidsramme er det til gengæld praktiske faktorer, der finde indflydelse, såsom tilgængelighed til data, samt geografisk tæthed i forhold til gennemførelse af interviews mv.

Den samlede population i forbindelse med nærværende rapport er de 98 danske kommuner, der alle potentielt vil kunne indgå i undersøgelsen. På baggrund af ovenstående vedr. forskellige fokusområder i de 98 kommuner vurderes det dog, at kommunernes relevans som case varierer, idet der forudsættes et vist etableret engagement på området. Dette skyldes en forventning om at der i en igangværende proces vil være højere sandsynlighed for eksisterende tiltag, samt aktualiseret og konkret viden på området og aktuelle refleksioner, frem for vage antagelser om mulige eller erindringer om historiske projekter. En relevant case er på baggrund af ovenstående fundet i varmeplanlægningen i Mariagerfjord Kommune. Casen beskrives nærmere i Kapitel 3.

Alternativt kunne de mest etablerede cases anvendes som eksempler, hvor det mest fremtrædende eksempel er tiltagene i Sønderborg Kommune. Det vurderes dog, at der ligger flere potentielle udfordringer i de kommuner, der ikke er lige så forpligtet til CO₂-neutralitet mv., hvorfor det vurderes at

ProjectZero tjener bedst som inspiration for en egentlig case og derfor behandles som dette igennem rapporten.

Som et element i den valgte case vurderes omlægningen til anden varmeinstallation af en eksempel-bolig. Dette vil i sagens natur medføre, at resultaterne, kun med forbehold vil kunne bruges til generalisering. Til gengæld gør denne vurdering det muligt at undersøge specifikke forhold ved vurdering af enkelte bygninger, hvilket må antages at kunne overdrages til lignende vurderinger. Analysen udføres som tilsvarende projekter i den kollektive forsyning, dvs. en given løsning undersøges og der opstilles alternativ-scenarier med alternative opvarmnings-løsninger.

2.2 DATAINDSAMLING

Dataindsamlingen er så vidt muligt gennemført som litteraturstudie. Flere forhold kan dog ikke afdækkes igennem eksisterende litteratur og rapporter, hvorfor der er suppleret med brug af registerdata samt forskellige typer interviews. Desuden er der søgt inspiration og information i forskellige case-samlinger af gennemførte projekter. Overvejelser vedr. valg og udformning af disse metoder beskrives i det følgende.

LITTERATURSTUDIE

For at sikre denne rapports indholds højest mulige reliabilitet, er det valgt at basere så meget viden som muligt på eksisterende (fag-)litteratur. Dette omfatter artikler og bøger, men også tekniske rapporter. Sidstnævnte udgør en afgørende del af den tilgængelige litteratur, idet mange aspekter beskrives i tekniske analyser af nationale forskningscentre, herunder universiteter og forskningsenheder hos Energinet.dk, Energistyrelsen mfl. Idet fokus er den kommunale planlægning, indgår kommunale plandokumenter også i dataindsamlingen. Disse vil typisk ikke kunne valideres igennem anden dokumentation, hvilket dog ikke er vurderet problematisk, idet de ofte vil være den eneste offentliggjorte reference på lokalniveauet.

BRUG AF REGISTERDATA

Til at finde informationer om boliger og deres tilstand mv. er det valgt at anvende informationerne i Bolig- og Bygningsregistret (BBR). Informationer heri dækker bl.a. over år for opførelse, årstal for seneste om- og tilbygninger, samt informationer vedr. varmeinstallation og opvarmningsform. Det har de seneste år været debatteret hvor vidt informationerne i BBR er anvendelige. Én stor usikkerhed findes i opdatering af nævnte årstal for om- og tilbygninger, idet det ikke er fastsat, hvilke slags ændringer af boliger, der indgår i opgørelsen. Således kan det dække fra udskiftning af en enkelt yderdør eller tilbygning med en carport til en grundlæggende sanering af bygning, hvilket ikke vil fremgå af den måde informationerne er lagret i BBR. (Clement 2014) Udover denne metodiske usikkerhed i BBR, findes yderligere problemer ved opdatering, vedligehold og generel varierende præcision af angivelser. Erhvervs- og Byggestyrelsen (2007) finder fx at oplysningerne vedr. boligarealet i 23 % af de fritliggende huse i Danmark pr. 2007 var fejlbehæftede med afvigelse på 5 m² eller mere.

Yderligere findes der fejl med oplysninger af primær varmeinstallation i mindst 6 % af de fritliggende huse.

Derfor tages data fra BBR med forbehold og anvendelsen reduceres til de mere overordnede betragtninger. Til de individuelle vurderinger af den enkelte bygning, foretrækkes anvendelsen af validerede oplysninger fra ejeren, hvis dette ønskes. De i denne rapport anvendte oplysninger i BBR er hentet på bygnings-niveau.

EMPIRISK DATAINDSAMLING

Den tidligere beskrevne case dækker over et område, der ikke er meget veldokumenteret. Således er den tilgængelige dokumentation vedr. den kommunale varmeplanlægning meget begrænset, ligesom der som tidligere nævnt ikke findes undersøgelser af danske boligejeres rationaler for valg af opvarmningsform. Dette efterlader et behov for indsamling af empiri på følgende områder:

- Rationaler for private husejere ved beslutninger vedr. varmeinstallation og efterisolering
- Rationaler for den kommunale varmeplanlægning

Hertil er det valgt at gennemføre kvalitative interviews med hhv. borgere og kommunale energiplanlæggere. Disse interviews gennemføres med henblik på at afdække de forhold der er relevante for den tidligere beskrevne case. Idet den eksterne dokumentation af disse forhold er meget begrænset skal der gennemføres egen empirisk dataindsamling. Vedr. de private husejeres rationaler er det vurderet nødvendigt at undersøge visse aspekter empirisk, hvilket er uddybet i nedenstående Afsnit 2.3.

For alle disse interviews gælder det, at de gennemføres som semi-strukturerede interviews. Dvs. der arbejdes ud fra en forberedt interviewguide, med en overordnet struktur og forhåndsformulerede spørgsmål. I praksis er intervieweren dog ikke bundet til den forhåndsplanlagte struktur og spørgsmål, men kan gå ind på den måde som samtalen udvikler sig på. På denne måde afgrænses der ikke fra relevante emner, der måtte opstå under interviewet, mens de overordnede rammer fra interviewguiden kan være med til at strukturere samtalen på passende vis.

Validiteten i empirien til nærværende projekt er søgt forøget ved udvælgelsen af interviewpartnerne. Således er det for de kommunale varmeplanlæggere vedkommende sikret, at vedkommende har indsigt i de omtalte planer, frem for fx at have tredjehandsviden herom. For borgerne er udvælgelsen sket på baggrund af pågældendes involvering i eksisterende projekter i kommunal regi. Deraf følger en vis bias, idet vedkommende på forhånd viser interesse for den pågældende sag, hvilket må ses i modsætning til alle de borgere i kommunen, der ikke gør. Det er dog vurderet at være den nemmeste og mest sikre måde at komme i kontakt med borgerne på, hvor den eneste alternativ er fundet i at ”gå fra dør til dør”, hvilket ikke er vurderet som reel mulighed.

ANVENDELSE AF EKSISTERENDE CASES

Som et led i dataindsamling er der søgt inspiration i eksisterende casesamlinger, herunder Energistyrelsen (2015a), der er en samling af eksempler på gennemførte energirenoveringer i Danmark. Idet mange af de relevante forhold vil variere afgørende fra en case til en anden, særligt de bygningsrelevante forhold, vil en direkte overtagelse af erfaringer fra disse cases udgøre en afgørende fejlkilde, hvor det dog er vurderet at være hensigtsmæssigt at søge inspiration i de beskrevne overvejelser af boligejerne og for at skabe overblik over muligheder for tiltag og priser herfor.

2.3 RATIONALER FOR FORBRUGERES VALG AF VARMEINSTALLATION

I dette afsnit redegøres der for de rammer der bruges i analysen af boligejeres rationaler vedr. valg af varmeinstallation og i givet fald efterisolering. De antagelser der redegøres for i dette afsnit skal ses som supplement til den tidligere beskrevne teoretiske forståelsesramme, idet den er uddybende vedr. sættet af rationaler, hvor den teoretiske forståelsesramme skal ses som en bredere ramme, som disse rationaler skal ses i lyset af. De nævnte forhold er indarbejdet i de empiriske undersøgelser.

Det er valgt at basere antagelserne vedr. boligejeres rationaler på Michelsen & Madlener (2013), der har undersøgt tilsvarende for tyske boligejere, der havde fået tilskud til udskiftning af varmeinstallation. Det er valgt at basere nærværende rapports analyser på tyske undersøgelser, idet tilsvarende for en dansk kontekst savnes⁴. Modsat meget anden litteratur, er denne undersøgelse baseret på virkelige valg og ikke fx willingness to pay eller lignende tilgange, der spørger ind til forbrugernes hypotetiske valg.

Michelsen & Madlener (2013) inddeler rationalerne ved valg af varmeinstallation ind i seks overordnede kategorier, med dertilhørende underspørgsmål:

1. Omkostninger
2. Generel holdning til en given opvarmningsform
3. Offentlige tilskud
4. Eksterne faktorer, herunder forsyningssikkerhed, tilgængelighed til brændsel og miljø
5. Komfort
6. Omgangskredsens påvirkning, herunder også energirådgivere mm.

I sagens natur vil en tysk tilskudsordning ikke kunne evalueres i en dansk kontekst, hvorfor denne kategori er tilskrevet den mindste relevans i nærværende rapports sammenhæng. Konceptet af at evaluere en offentlig støtteordning isoleret set og ikke blot som en økonomisk støtte er dog vurderet meget relevant og ligger fint i tråd med den indledningsvist beskrevne forståelse af at "det offentliges" virke kan påvirke forbrugeren på andre måder end tilsvarende fra andre aktører. Der er ikke identificeret undersøgelser af hvorledes borgere har mere tillid til det offentliges virke end andres, hvilket derfor danner en central antagelse, der forsøges bekræftet igennem analysen.

⁴ Det blev yderligere bekræftet af Kirsten Gram-Hanssen fra Statens Byggeforskningsinstitut, at tilsvarende undersøgelse af danske forbrugere ikke findes.

Som Michelsen & Madlener (2013) og i en vis grad også Gram-Hanssen, Christensen & Petersen (2012) udtrykker det, er det misvisende at forklare så betydende valg (økonomisk omfattende og udtryk for engagement overfor sin ejendom) udelukkende ud fra kognitive og normative tilgange. Beslutninger træffes ud fra et kompleks af påvirkninger. Modellen med seks kategorier af hensyn er ét forsøg på netop at ramme bredere. Gram-Hanssen (2014) argumenterer i dette henseende at man ville opleve betydeligt mere gennemgribende energiforbedringer i boliger i Danmark, hvis det udelukkende var motiveret af den gode brugerøkonomi. Ikke mindst er mere æstetiske og bløde faktorer af betydning for forbrugerne, der i høj grad vælger komfort over funktionalitet, når det gælder boligens vedligehold. Forbrugerne er således overordnet set mere tilbøjelige til at vælge at udskifte fx køkken eller badeværelse end at efterisolere deres bolig, idet forbedringer af køkken og bad medfører åbenlyse fordele til komfort. Klimaskærmens funktion vurderes ikke i samme grad at medføre mærkbare forbedringer af komforten, blandt de forbrugere, der står over for vedligeholdelsesprojekter. (Gram-Hanssen 2014)

2.4 VURDERING AF ENERGIFORBRUG I BOLIGER

Ovenstående beregninger udføres på baggrund af en eksempel-bolig. Denne vurderes ud fra de karakteristika, der findes i boligmassen i Mariagerfjord Kommune. Vurderingen forudsætter en lang række antagelser om den pågældende bygning, der vil være påvirket af bl.a. den eksisterende isolering og sammensætning af klimaskærm. Derfor er de præsenterede løsningsforslag også svært at generalisere for bygningsmassen i øvrigt. Idet det eneste reelle alternativ er at vurdere flere eksempelboliger, frem for den ene, er det dog vurderet hensigtsmæssigt at basere analysen på begrænsede eksempler, taget specialets tidsramme i betragtning.

Vurderingen af boligers energiforbrug, herunder forhold vedr. isoleringsstandard og varmekilde, sker i dag typisk ved brug af modellen Be10, der er udviklet af Statens Byggeforsknings Institut (SBI). I denne model kan diverse faktorer for bygningen indgå og modelleres, herunder valg af materialer i klimaskærmen, virkningsgrader, forskellige dimensioneringer af varmekilde mv. Resultatet af sådanne vurderinger er således meget specifikke for den enkelte bygning. (SBI 2015) Taget specialets fokus i betragtning, er det dog ikke vurderet hensigtsmæssigt at fokusere på en høj detaljeringsgrad i netop dette, hvor det i stedet er valgt at arbejde ud fra eksisterende analyser, der er gennemført i Be10. Den nævnte detaljeringsgrad for den pågældende bygning indgår herved som fejlkilde.

I forbindelse med Be10 er der på hjemmesiden eksempelsamling.bygningsreglementet.dk (Energistyrelsen ukendt år) offentliggjort en række eksempelbygninger, der er analyseret i Be10 med henblik på effekten for behovet af tilført energi i forbindelse med forskellige tiltag, herunder efterisolering og udskiftning af varmeinstallationer. Resultat-filerne af det mest relevante eksempel er stillet til rådighed for nærværende kandidatprojekt og anvendes for at vurdere relevante forhold for eksempelbygningen, samt scenarier herfor.

Det præsenterede eksempel suppleres med analyser af enhedsforbruget i bygninger, ligeledes udarbejdet af SBI (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014). Heri er den eksisterende boligmasse analyseret på baggrund af energimærkningsrapporter, hvorved det gennemsnitlige energiforbrug for bygninger til opvarmning og varmt brugsvand kan findes som funktion af bygningens opførelsesperiode og

anvendelse. Metoden anvendes primært i større skala for at kortlægge byers energiforbrug og fordeling heraf (Dyrelund et al. 2008), hvor værdierne reliabilitet øges på grund af skala-forskellen, sammenlignet med vurderinger af enkelte bygninger. Således bruges værdierne for enhedsforbrug af bygninger mest for at skabe overblik over bygningers energiforbrug, hvor grundlaget for det valgte eksempel primært vurderes ud fra ovennævnte eksempel.

kWh/m ² pr. år	Før 1890	1890- 1930	1931- 1950	1951- 1960	1961- 1972	1973- 1978	1979- 1998	1999- 2006	Efter 2006
Stuehus	184,3	171,4	161,8	151,2	136,2	116,9	100,3	81,0	66,6
Parcelhus	170,3	164,7	164,1	154,9	134,3	119,8	105,4	83,9	67,3
Række/kædehus	158,2	157,7	149,3	142,8	119,9	112,6	96,8	81,5	66,4
Etagebolig	151,1	153,9	157,0	148,0	132,3	121,0	108,5	84,0	60,7
And. helårsbolig	161,1	165,7	158,4	161,4	135,8	132,7	101,0	80,4	66,6

Tabel 1: Gennemsnitligt årligt netto-energiebehov til varmt brugsvand og rumopvarmning. (Uddrag fra Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014)

VURDERING AF ENERGIFORBRUG PÅ AGGREGERET NIVEAU

Udover at vurdere energiforbruget til rumvarme og varmt brugsvand på bygnings-niveau, vurderes det ligeledes for dele af kommunen ad gangen. Her anvendes værdierne i Tabel 1 sammen med de tilsvarende informationer i BBR, for at bestemme netto-energiebehovet i Område IV. På dette, mere aggregerede niveau, vurderes fejlkilden ved værdierne i Tabel 1 at være minimeret, hvorfor værdierne direkte kan anvendes uden videre fortolkning. Ved hjælp af netto-energiebehovet og informationerne om boligens opvarmningsform i BBR, kan det endelige energiforbrug estimeres.

2.5 BEREGNINGSMETODER FOR ØKONOMISKE VURDERINGER

Som beskrevet, arbejdes der i analysen med en eksempel-bygning, der undersøges med henblik på at skifte dennes varmeinstallation til varmepumpe. En vigtig faktor heri er økonomien, som i nærværende rapport vurderes ud fra to vinkler: samfunds- og brugerøkonomien. Samfundsøkonomien undersøges på baggrund af det gældende princip i Varmeforsyningsloven (Varmeforsyningsloven 2011) om at de mest samfundsøkonomisk fordelagtige alternativer er at foretrække, idet dette princip ikke er vurderet at være specifikt for den kollektive varmforsyning. Når de samfundsøkonomiske konsekvenser af de givne eksempler er fundet, findes også de brugerøkonomiske konsekvenser af de givne valg. Dette gøres for at undersøge hvor vidt der er dækning mellem disse to forhold, ud fra den antagelse, at de samfundsøkonomiske konsekvenser bør afspejles i de brugerøkonomiske priser, for at motivere forbrugerne til at vælge den samfundsøkonomisk korrekte løsning. Begge forhold udtrykkes som nettonutidsværdier af de samlede omkostninger over enhedens tekniske levetid, hvilket uddybes i det følgende. Den tekniske levetid er jf. COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013) sat til 20 år for individuelle varmeanlæg, hvis ikke andet er angivet.

Idet flere af de relevante investeringer har tekniske levetider der overstiger de valgte beregningsperioder, inddrages scrapværdier for pågældende investeringer. Disse er beregnet ud fra et lineært fald i værdien, jf. gængs praksis for dette. En varmepumpe med en teknisk levetid på 20 år vil

således have en scrapværdi på 75 % af investeringsprisen efter 5 år osv. Den samme metode er anvendt for efterisoleringer, hvor den tekniske levetid typisk overstiger de 20 år.

BEREGNING AF SAMFUNDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER

De samfundsøkonomiske vurderinger af de valgte alternativer for den individuelle opvarmning er beregnet ud fra Energistyrelsen (2007), der er en vejledning til netop dette formål. Metoden anvendes bl.a. til vurdering af fjernvarmeprojekter, jf. beskrivelsen i Afsnit 1.1, men vurderes også at være anvendelig i nærværende rapports kontekst. De samfundsøkonomiske effekter er vurderet ved anvendelse af følgende formel (Energistyrelsen 2007, p. 8):

$$NV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Hvor:

NV	=	Nettonutidsværdi	[DKK]
B_t	=	Samfundsøkonomiske indtægter (år t)	[DKK]
C_t	=	Samfundsøkonomiske omkostninger (år t)	[DKK]
r	=	Diskonteringsrente	[%]
t	=	Beregningsår	[År]
T	=	Sidste beregningsår	[År]

På baggrund af Energistyrelsen (2013) er den samfundsøkonomiske diskonteringsrente sat til 4 %, idet beregningsperioden som nævnt er sat til 20 år. Prisniveauet er sat til 2014-kr, hvor priser i andre niveauer er korrigeret i henhold til Byggeomkostningsindekset for boliger for pågældende år. Priser er som udgangspunkt vurderet ud fra COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013), men er suppleret med andre referencer, hvor dette er relevant og særligt, hvor det har været muligt at finde tilsvarende veldokumenterede oplysninger.

BEREGNING AF BRUGERØKONOMISKE OMKOSTNINGER

De brugerøkonomiske omkostninger er vurderet ud fra en totaløkonomisk / total cost of ownership (TCO) tilgang. Dette betyder, at omkostningerne beregnes ligesom i ovenstående formel vedr. de samfundsøkonomiske omkostninger. Den afgørende forskel til ovenstående metode findes dog i, at priserne findes som det, forbrugeren ville skulle betale i pågældende alternativ, dvs. inkl. skatter, afgifter og i givet fald tilskudsordninger.

I de gængse vejledninger for forbrugere anvendes i dag typisk en simpel tilbagebetalingstid som udtryk for brugerøkonomien. Det antages at grunden hertil primært må findes i konceptets enkelthed, hvilket gør det nemt for forbrugeren at sætte sig ind i og hvor TCO-metodens, hvori der arbejdes med nutidsværdien, kompleksitet kan virke uoverskuelig og kompliceret. Det er dog vurderet at de forsimplede metoder er netop dette: forsimplet, og dækker ikke over relevante forhold, såsom investeringers omfang og betydningen, som deres tidsmæssige placering kan have, hvorfor en analyse af nutidsværdien vurderes at være at foretrække. Denne tilgang er i brugerøkonomiske analyser mest kendt fra bil-branchen, men anvendes også i stigende grad til vurdering af varmeinstallationer (Mader & Madani 2014; Smith & Jones 2003; Wu, Inderbitzin & Bening 2015).

Dansk Energi, Energinet.dk & DONG (2013) følger en tredje model, der i princippet følger metoden i nærværende rapport. Én afgørende forskel findes dog i at beregningsperioden i nævnte reference er sat til blot fem år. Den forkortede beregningsperiode begrundes med at være den typiske investeringshorisont, som boligejere har, når de investerer i en ny bil (S Harbo 2015, 2015). Grundet de anderledes tekniske levetider, kan det diskuteres hvor vidt dette kan overdrages til investeringer i bygningens varmeinstallation. Derfor undersøges forholdet nærmere i interviewundersøgelsen blandt boligejere, samt undersøges konsekvenserne for nutidsværdien af investeringen ved de forskellige beregningsperioder. En forlænget beregningsperiode i de grundlæggende økonomiske beregninger vurderes også at kunne påvirke betingelserne for finansieringen af investeringer, hvilket kun underbygger relevansen af at undersøge forholdet nærmere.

De akkumulerede brugerøkonomiske omkostninger findes derfor ved at anvende den samme formel som for samfundsøkonomien, hvor der i priserne dog inkluderes afgifter, moms mv., samt at der anvendes en højere kalkulationsrente. Dette beskrives yderligere i Afsnit 3.6.

VARMEPRIS

De brugerøkonomiske omkostninger ved de forskellige varmeløsninger er yderligere udtrykt ved en gennemsnitlig ydelse for at betale for de identificerede nutidsværdier. Dette er udført som ydelser på et annuitetslån, med en beregningsrente på 4 %. Den årlige ydelse beregnes som (Henriksen 1991):

$$y = G * \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

Hvor:

y	=	Ydelsen pr. termin	[DKK]
G	=	Hovedstolen (nuværdi)	[DKK]
r	=	Rentefoden pr. termin som decimalbrøk	[X,XX]
n	=	Antallet af terminer	[antal]

3 MULIGHEDERNE FOR BOLIGOPVARMNING I OMRÅDE IV I MARIAGERFJORD KOMMUNE

I dette kapitel beskrives den valgte case nærmere, ved at introducere til den eksisterende energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune, med særlig fokus på Område IV. Med henblik på at vurdere den økonomiske hensigtsmæssighed i en omlægning til individuelle varmepumpeløsninger, vurderes samfunds- og brugerøkonomien ved omlægningen af en eksempel-bygning i Område IV. Indledningen til energiplanlægningen i Mariagerfjord Kommune efterfølges derfor af generelle forudsætninger for de samfunds- og brugerøkonomiske vurderinger, hvorefter disse gennemføres. Dermed er det formålet at introducere til den valgte case, samt til slut at kunne besvare underspørgsmål I til forskningsspørgsmålet, der lyder:

”Hvad er de samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger ved valg af varmepumper i sammenligning med relevante alternativer og hvilken rolle spiller energienoveringer i dette?”

3.1 DEN NUVÆRENDE VARMEFORSYNING OG ENERGIPLANLÆGNING I MARIAGERFJORD KOMMUNE

Mariagerfjord Kommune ligger i den sydøstlige del af Region Nordjylland og havde i 1. kvartal 2015 42.134 indbyggere (Danmarks Statistik 2015b). Dermed er kommunen den 53. største kommune, målt på indbyggertallet. Med et areal på 718,3 km² (Danmarks Statistik 2015a) er kommunen samtidigt den 23. største. Dette gør, at Mariagerfjord samtidigt er den 19. mindst befolkningstætte kommune, med 58,7 indbyggere/km².

I Mariagerfjord Kommune findes i alt 16 byer, hvoraf de fire største er udpeget som ”hovedbyer” i Kommuneplanen 2013-2025. Disse er Arden, Hadsund, Hobro og Mariager. I dag forsynes alle de større byer, samt enkelte mindre landsbyer i Mariagerfjord Kommune med fjernvarme, opdelt på i alt 12 fjernvarmesystemer (Rambøll 2011). Dette resulterer i at 72 % af de boliger, der i BBR har angivet en varmeinstallation ligger indenfor fjernvarme- eller naturgasområder. Dette efterlader 28 % af boligerne i Område IV, efter de nuværende områdefrænsninger, der samtidigt udgør fokusområde for undersøgelserne i nærværende rapport.

STRATEGISK ENERGIPLANLÆGNING I MARIAGERFJORD KOMMUNE

Arbejdet med den strategiske energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune er i dag rammestyrket af en klimastrategi, der blev udgivet i 2011. I denne er der fastsat en række mål for udviklingen i kommunen med hensyn til både klimaforebyggelse og -tilpasning. Størstedelen af målene for forebyggelsen relaterer sig til energiforbruget og den måde den i det nuværende system dækkes. Strategien fastslår desuden mål for at den eksisterende varmeforsyning skal udvikles igennem en handleplan, samt at der skal planlægges for biogasanlæg. (Mariagerfjord Kommune 2011) Selve strategien fastlægger således ikke direkte mål for den individuelle opvarmning, hvor det dog i efterfølgende scenarie-analyser har vist sig at der skal omfattende energieffektiviseringer til for at opnå en fossilfri energiforsyning i

kommunen, der så vidt muligt skal være baseret på lokale ressourcer. I scenarie-analyserne for et fossilfrit system forudsættes en reduktion af energibehovet i bygninger på 50 % i forhold til basisåret 2012 (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April).

Fokusområde for det igangværende arbejde med den strategiske energiplanlægning er effektiviseringer og omlægninger hos erhverv med højt energiforbrug, udnyttelse af overskudsvarme fra disse, samt en udvikling af brint og biogas-anlæg. Yderligere ønskes en omstilling af fjernvarmeværkerne til varmeproduktion på lokale ressourcer. Det strategiske element i dette skal primært findes i, at de nævnte sektorer tænkes sammen fra begyndelsen, fx ved at varmeværker der står overfor udskiftninger involveres i det overordnede arbejde og således får indsigt i processerne, i håb om at de vil vælge blandt de lokale ressourcer, frem for fx importerede træpiller eller naturgas som brændsel. Samtidigt forudsætter successen af de øvrige tiltag en reduktion af varmebehovet i boligmassen, hvorfor omstillingen af Område IV også spiller en afgørende rolle. Samlet set er drivkraften bag tiltagene for kommunen, at der sker en øget udnyttelse af lokale ressourcer, samt at der skabes arbejdspladser indenfor udviklingen af de nævnte teknologier og anlæg. (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April) Dette vurderes yderligere at være udtryk for den strategiske tilgang til energiplanlægningen, idet yderligere hensyn integreres, snarere end at der udarbejdes sektorplaner med snævre afgrænsninger.

Interessen for Område IV og en kommunal involvering i varmeforsyningen og energirenoveringer er steget igennem den seneste årrække. Denne øgede fokus skal primært findes i den rolle som den individuelle opvarmning spiller i den strategiske energiplanlægning, hvor opvarmningsforholdene i Område IV hidtil ikke har spillet en nævneværdig rolle i den kommunale energiplanlægning. Reduktionen af den tilførte energi til opvarmning spiller en central rolle i scenarie-analyserne for udviklingen i Mariagerfjord Kommune, hvor der forudsættes ske en reduktion af netto-energiforbruget på 50 % (i forhold til 2010) inden 2050. For at undersøge realiserbarheden af denne besparelse, blev der i 2014 igangsat et forsøgsprojekt, hvor udvalgte boligejere fik tilbudt en energivurdering, gennemført af en godkendt energikonsulent. Formålet herved var at få afdækket de overvejelser som borgerne gør sig, samt at skabe et skøn af hvor store de opnåelige besparelser er og dermed vurdere om reduktionsmålet på 50 % er realistisk. De tilbudte screeninger er begrænset til de borgere, vis bolig ligger i postnummer 9550, der ligger i kommunens sydlige del. Screeningerne blev fordelt efter først-til-mølle princippet. Projektet er ved at være afsluttet og resultaterne ventes inden udgangen af 2015. Projektets resultater vil afgøre hvilken rolle den individuelle opvarmning vil spille i den fremtidige energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune. (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April) Projektet betegnes i det følgende som Energi-9550.

Ovenstående tiltag og projekter er i stort omfang udsprunget af samarbejder og samarbejdsnetværk, som kommunen er engageret i. Heraf kan nævnes Nordjyske Bioenergimodeller, der er et samarbejde mellem bl.a. en række nordjyske kommuner, der er yttret interesse i en fælles tilgang til udnyttelsen af bioenergiressourcer og udvikling af anlæg hertil. (COWI 2013) Yderligere er Mariagerfjord Kommune repræsenteret i Smart City projektet, der er et samarbejde bestående af de nordjyske kommuner, flere konsulentvirksomheder og Region Nordjylland. Heri drøftes mulighederne for udviklingen af byggebranchen i Nordjylland, hvor arbejdet er delt op i projektprogrammer. I forbindelse med projektprogram 2 indgår de deltagende kommuner i forsøgsprojekter, der skal afdække muligheden for energirigtigt byggeri og renovering. (Smartcity DK ukendt år) Arbejdet hermed i Mariagerfjord

Kommune begyndte med en undersøgelse af besparelsesmulighederne i større offentlige bygninger, såsom sportshaller, institutioner mv. (Smartcity DK 2012) og blev sidenhen udvidet til Energi-9550-projektet. (Hobro-Portalen 2014)

Af det nævnte brede samarbejde vedr. den strategiske energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune er der yderligere opstået et projekt, der involverer forskellige håndværkere og en energikonsulentvirksomhed. Samarbejdet har titlen ”Energirådet” og tilbyder en lignende løsning til boligejere i Mariagerfjord Kommune og omegn. Boligejere tilbydes således at få gennemført en energivurdering af boligen, der kan bruges til udarbejdelse af finansieringsplaner, tilrettelæggelse af tiltag mv. Vælges en af de deltagende virksomheder i Energirådet til at udføre opgaven, kan udgiften til screeningen modregnes i prisen på dette. Kommunens rolle i dette har primært bestået i at facilitere opstarts-processen, hvor de forskellige parter har fået lejlighed til at mødes og danne netværk på messer og møder, som kommunen arrangerede. (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April)

BOLIGMASSEN I OMRÅDE IV

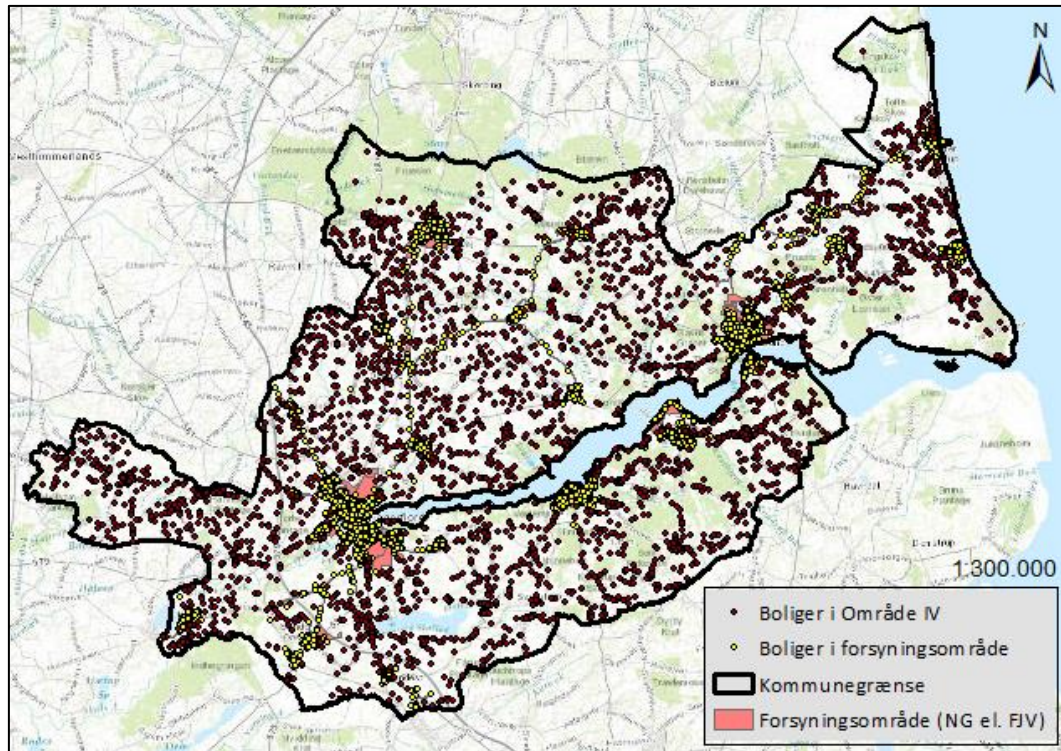
Boligerne, der er vurderet relevante i forbindelse med nærværende rapports forskningsspørgsmål er udvalgt på baggrund af følgende faktorer, jf. de til forskningsspørgsmålet hørende afgrænsninger:

- Anvendelsen skal tjene boligformål,
- Bygningerne skal ligge udenfor eksisterende naturgas- eller fjernvarmeområder,
- Bygningerne skal have et opvarmningsbehov

På baggrund af de i BBR registrerede oplysninger om boligmassen, er således følgende boliger udvalgt til at indgå i analysen:

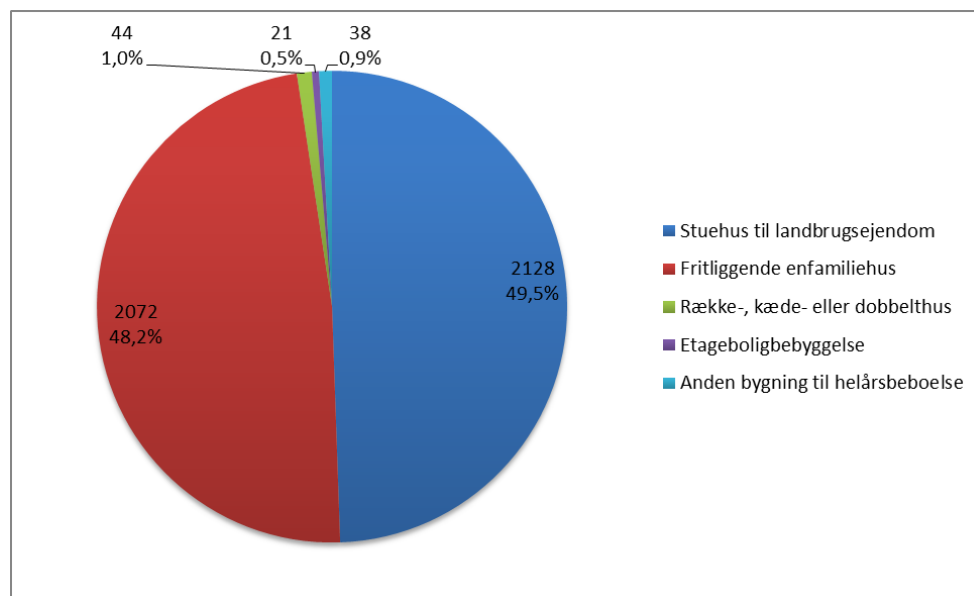
- Boliger med én af følgende anvendelsesformål:
 - Stuehus til landbrugsejendom (BBR-kode 110)
 - Fritliggende enfamiliehus (BBR-kode 120)
 - Række- eller kædehus (BBR-kode 130)
 - Etageboligbebyggelse (BBR-kode 140)
 - Anden bygning til helårsbeboelse (BBR-kode 190)
- Bygningernes placering udenfor eksisterende naturgas- eller fjernvarmeforsyning:
 - Bygninger, der i BBR er registreret indenfor forsyningsgrænser ekskluderes
- Opvarmede bygninger:
 - Bygninger der ikke har angivet varmeinstallation eller angivet ikke at have nogen varmeinstallation ekskluderes ligeledes.

Ovenstående kriterier efterlader 4.303 boliger i Område IV, ud af de i alt 16.256 registrerede bygninger, til boligformål i Mariagerfjord Kommune. Deres geografiske placering i forhold til de eksisterende forsyningsgrænser mv. er præsenteret på nedenstående Kort 1.

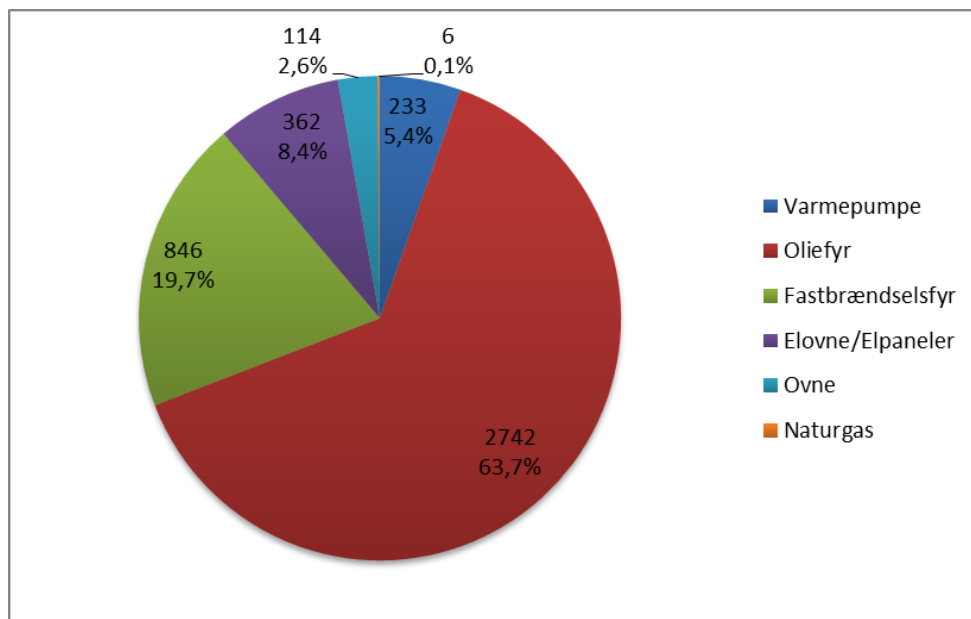


Kort 1: Den geografiske fordeling af boligmassen i Mariagerfjord Kommune.

Bygningernes fordeling efter anvendelse er præsenteret i Figur 4, mens fordelingen efter varmeinstallation/brændsel fremgår af Figur 5.



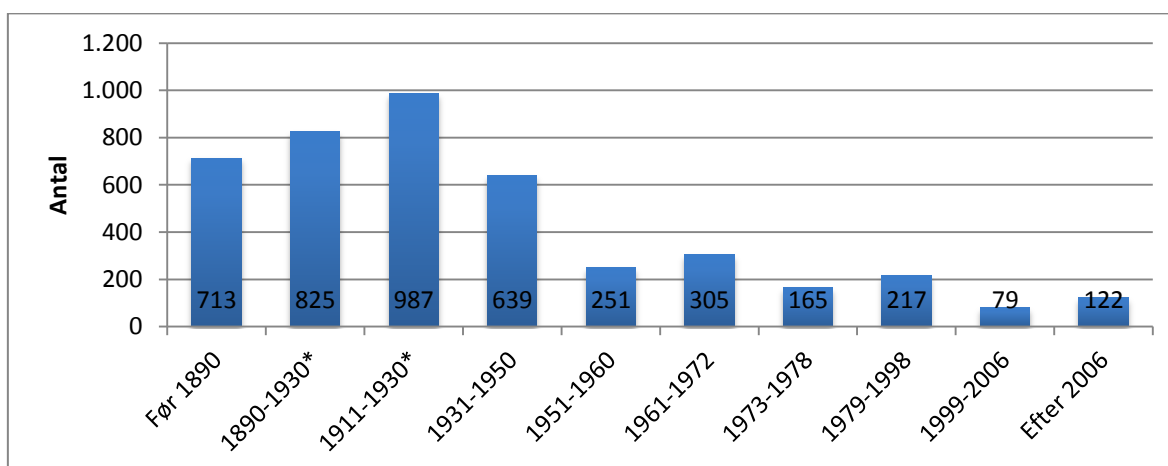
Figur 4: Fordeling af bygninger i Område IV efter anvendelse.



Figur 5: Fordeling af bygninger i Område IV efter varmeinstallation.

Af ovenstående figurer fremgår to meget tydelige tendenser, nemlig at der i Område IV primært er tale om fritliggende bebyggelse (stue- og parcelhuse), samt at disse i 83,4 % af tilfældene opvarmes af enten olie- eller fastbrændselsfyr. Derudover findes det på baggrund af BBR-oplysninger, at i alt 16,2 % af bygningerne har angivet at være forsynet af en supplerende varmekilde, hvoraf brændeovne og pejse udgør 80,6 %. Af de seks bygninger, der er registreret for at være forsynet med naturgas viser de fem sig at ligge i forholdsvis korte (20-100 m) afstande til det nærmeste naturgasforsyningsområde, mens den sjette ligger på en afstand på omtrent 2 km til nærmeste naturgasforsyningsområde.

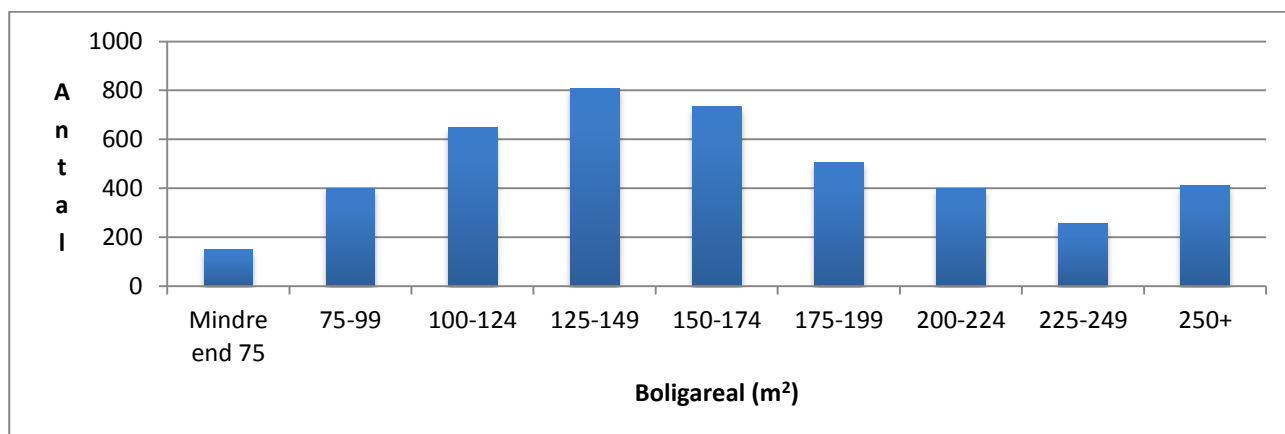
Jf. Wittchen, Kragh & Aggerholm (2014) er en anden vigtig faktor for energibehovet og -forbruget i bygninger deres alder. Selvom store besparelser kan opnås ved energirenoveringer mv. er opførelsesperioden vejvisende for bygningers energiforbrug. Nedenstående Figur 6 viser bygningernes fordeling efter opførelsesperioden. Perioderne er overtaget fra Wittchen, Kragh & Aggerholm (2014), med undtagelse af kategorien 1890-1930, der på grund af den store mængde af bygninger er delt i to.



Figur 6: Fordeling af bygninger i Område IV efter opførelsesperiode.

Som det kan ses af Figur 6 er langt størstedelen af boligmassen i Område IV opført i perioden før 1972, svarende til 86,5 % af den samlede boligmasse i Område IV. Dette indikerer, jf. Tabel 1 et relativt højt, gennemsnitligt varmebehov i boligerne. Yderligere konstateres det, at 39,2 % af bygningerne fra inden 1973 er registreret for at være blevet renoveret sidenhen. Hertil skal det bemærkes, at ikke nødvendigvis alle ombygninger registreres i BBR (Clement 2014), hvor det dog antages at en ombygning der markant forbedrer bygningens energieffektivitet, vil være registreret i BBR. Dette betyder at 47,5 % af boligmassen i Område IV er opført før 1973 og ikke er renoveret siden. Dette skal ikke være ensbetydende med, at energirenoveringer kun vil være hensigtsmæssige i ca. halvdelen af kommunens boliger, men snarere indikere, hvor omfattende behovet og potentialet, i sammenhæng med de kommunale målsætninger om energibesparelser er.

En anden faktor, der er relevant vedr. varmforsyningen af en bygning, er boligens areal. Det gennemsnitlige areal for boliger i de to dominerende anvendelses-kategorier findes til at være 164,6 m². Yderligere findes det, at halvdelen af stue- og parcelhusene har et boligareal i intervallet 121,0 til 196,5 m², hvilket vurderes at give udtryk for en betydelig variation af arealet. Bygninger indenfor ovennævnte interval vurderes dog at være af "typisk" størrelse i den lokale kontekst, ud fra dette og det gennemsnitlige grundareal vurderes at være et passende udtryk for den lokale boligmasse. Denne fordeling bekræftes af fordelingen af bygninger efter boligareal, der er præsenteret i nedenstående Figur 7.



Figur 7: Fordeling af bygninger i Område IV efter registreret (BBR) boligareal.

UDVÆLGELSE AF EKSEMPEL-BOLIG

På baggrund af disse oplysninger om den samlede boligmasse i Område IV vurderes en relevant eksempel-bolig at være et fritliggende hus med et boligareal på 160 m², der er vurderet på baggrunden af det gennemsnitlige boligareal (164,6 m²) og medianen herfor (154,0 m²). Boligen er opført i 1930'erne og opvarmes af et oliefyr til både varmt brugsvand og rumopvarmning (hvor bidrag fra supplerende varmekilde ikke tilgodeses). Dette hus benyttes i det følgende til at vurdere mulige løsninger for bygningens varmforsyning og potentielle tiltag for efterisolering. Inden dette vurderes de juridiske og tekniske krav til varmeinstallationer mv. i nedenstående afsnit.

3.2 JURIDISKE FORUDSÆTNINGER VEDR. VALG AF VARMEINSTALLATION OG ENERGIFORBEDRINGER

Udover at være påvirket af en række rationaler, der beskrives i nedenstående Kapitel 4, er de danske boligejere underlagt en række bestemmelser i Bygningsreglementet, der påvirker deres valg ved udskiftning af varmeinstallation og (energi-)renoveringer. Disse beskrives i det følgende.

KRAV VED VALG AF VARMEINSTALLATION

Ved udskiftning af en eksisterende varmeinstallation foreskriver Bygningsreglementets kapitel 8 mindstekrav til virkningsgrader og (S)COP.

Således skal oliefyr opnå en virkningsgrad ved fuldlast på mindst 93 % og 98 % ved dellast. (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010) For træpillefyr foreskrives at den nominelle virkningsgrad for manuelt fyrede kedler med akkumuleringskøle og den nominelle samt virkningsgraden ved lavlast for automatisk fyrede kedler skal være min. 87,3-89 %, afhængigt af kedlens ydelse. (Teknologisk Institut ukendt år)

Lignende krav findes til varmepumper, der anvendes som boligens primære varmeinstallation. Heri skelnes der både i varmepumpens ydelse og det varmesystem den tilsluttes. Værdierne er præsenteret i nedenstående Tabel 2. Bemærk at kun varmepumper, der indgår i et vandbåret varmesystem indgår i oversigten.

Varmekilde	Kapacitet	Varmesystem	Min. normeffektfaktor (COP)	Min. SCOP ⁵
Væske	0-3 kW	Radiator	3,0	3,5
Væske	3-6 kW	Radiator	3,6	4,2
Væske	> 6 kW	Radiator	3,7	4,4
Væske	0-3 kW	Gulvvarme	2,6	3,1
Væske	3-6 kW	Gulvvarme	2,8	3,3
Væske	> 6 kW	Gulvvarme	3,0	3,5
Luft	-	-	3,2	3,6

Tabel 2: Bygningsreglementets mindstekrav til varmepumpers COP/SCOP. (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010)

Udover disse landsdækkende krav til de enheder der installeres, kan der lokalt være udtalt forbud mod enkelte opvarmningsformer. Dette værktøj er primært brugt til at motivere borgere indenfor fjernvarme- og naturgasområder til at tilslutte sig pågældende kollektive anlæg. (Energistyrelsen 2010) Idet bygninger indenfor eksisterende forsyningsgrænser er ekskluderet fra analysen.

⁵ Beregnes jf. Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 (2010) som $SCOP \times 0,85 = COP$ for væske:vand varmepumper, Og $SCOP \times 0,9 = COP$ for luft:vand varmepumper.

KRAV VEDR. ENERGIFORBEDRINGER AF BOLIGEN

Udover at stille krav til varmeinstallationen, er det igennem Bygningsreglementet ligeledes reglementeret, at visse ændringer af bygningen udløser tekniske krav til bygningsdelene der skiftes. Således kræves det ved omfattende renovering af bygningsdele som ydervægge, vinduer eller tag, at energibesparende tiltag skal gennemføres. I praksis betyder dette fx, at ydervægge og tage skal opfylde maks.-værdier for varmetab, efter en udskiftning, dvs. at den bagvedliggende isolering evt. skal forbedres, hvis ikke den opfylder de gældende krav. Det samme gør sig gældende for terrændæk, etageadskillelser og skillevægge mod uopvarmede rum mv. (Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010)

3.3 MULIGE VARMEPUMPE-LØSNINGER TIL OMRÅDE IV

I dette afsnit beskrives forudsætningerne for dannelse af de scenarier og tekniske muligheder, der ønskes vurderet for deres samfunds- og brugerøkonomiske konsekvenser. På baggrund af den ovenfor definerede eksempel-bolig vurderes forskellige løsninger for omlægning af varminstallationer i boligen. Idet de faktorer der vil afgøre boligens energimæssige tilstand er meget afhængig af den pågældende bolig, arbejdes der med en række antagelser omkring boligen. Disse drøftes i dette afsnit. Det antages at der i eksempel-boligen er mulighed for såvel at sætte en luft:vand varmepumpe op, idet støjgener overfor naboer (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011) i de færreste tilfælde forventes at være et problem. Dette begrundes med at boligerne ligger udenfor de kollektivt forsynede områder. Ligeledes forudsættes det, at jordslanger er en mulighed, idet boligerne i Område IV antages at ligge i forbindelse med omfattende ubebyggede arealer. Det nødvendige omfang af jordslanger til at dække varmebehovet varierer og er en funktion af varmebehovet, jordens varmeledningsevne mv. I nærværende eksempler beregnes behovet for dette dog ikke separat, da den valgte reference for priser (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013) angiver investeringsomkostningerne inkl. anslåede omkostninger til jordslanger.

Overordnet set dannes den eksempel-bygning, der skal vurderes med henblik på samfunds- og brugerøkonomiske konsekvenser af omlægningen af varmeinstallationen, ud fra to centrale referencer. På den ene side findes Energistyrelsen (ukendt år), der beskriver en ”typisk” murmestervilla fra 1930’erne og mulige energiforbedringer i denne. Hertil er der venligst stillet yderligere baggrundsanalyser til rådighed af KB Wittchen (2015, 2015), der udvider indsigten i eksempel-boligen. For priser, virkningsgrader mv. vedr. varmeinstallationerne, tages der udgangspunkt i COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013), hvor der er suppleret med referencer der anvendes heri, hvor dette er vurderet nødvendigt.

ENERGIBEHOV TIL RUMVARME OG VARMT BRUGSVAND

Grundet den store variation i energibehov indenfor de i Tabel 1 præsenterede grupper af bygninger (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014), kræver en ”relevant” vurdering af energibehovet for en eksempel-bolig en række antagelser. Ud fra ovenstående om den lave andel af renoverede bygninger, vurderes det, at en passende bygning vil have højere energibehov end landsgennemsnittet indenfor samme kategori. Samtidigt vurderes det dog, at de af Energistyrelsen (ukendt år) præsenterede værdier

er højere end hvad er hensigtsmæssigt for at danne et generaliserbart eksempel, hvorfor det vælges at vurdere bygningen ud fra et energibehov der indfinder sig mellem gennemsnittet, præsenteret i Tabel 1 og det betydeligt højere behov i Energistyrelsen (ukendt år). Informationer vedr. eksempel-boligen i Energistyrelsen (ukendt år) er præsenteret i nedenstående Tabel 3.

Som udgangspunkt arbejdes der med et netto-varmebehov på 260 kWh/m² til rumvarme, samt yderligere 25 kWh/m² til varmt brugsvand. Disse værdier skal ses som et middel mellem eksempel-bygningen og de gennemsnitlige værdier, der er præsenteret i Tabel 1.

ENERGIFORBEDRINGERS INDFLYDELSE

I øjemed ovenstående om vurdering af nettovarmebehov, tages der også ved varmetabet udgangspunkt i eksempel-bygningen fra Energistyrelsen (ukendt år), hvor den meget høje værdi dog er nedjusteret. Således angiver Energistyrelsen (ukendt år), jf. nedenstående Tabel 3, et totalt varmetab på 124,7 W/m², hvilket findes at være højt, sammenlignet med fx Dansk Gasteknisk Center (1995), der anslår varmetabet til 100 W/m² for huse opført før 1930. Endnu en gang skal det understreges, at der er tale om en konkret vurdering af en enkelt bygning, hvor det dog vurderes at den af Energistyrelsen (ukendt år) valgte bygning er en mere "ekstrem" case, hvorfor det er valgt også at nedjustere varmetabet. Der anvendes således et varmetab på 110 W/m², til dimensionering af varmeinstallation. Dette medfører i referencescenariet, ved 160 m² boligareal, behov for en varmeinstallation på min. 17,6 kW.

På grund af den nævnte usikkerhed omkring og variation i gennemførte energiforbedringer i boligerne i Område IV, er det valgt at vurdere mulige tiltag ud fra eksempel-bygningen i Energistyrelsen (ukendt år). Effekten af det mindskede varmetab medfører i den nedenfor beskrevne scenarie-analyse såvel mindsket varmebehov og dermed brændselsforbrug, og udløser derudover en mindsket dimensionering af varmeinstallation.

De i Tabel 3 beskrevne scenarier for energirenovering påpeger tydelige tekniske muligheder for energibesparelser. Idet nærværende projekts eksempel-bygning dog har betydeligt mindre energibehov som udgangspunkt, skal de mulige besparelser ligeledes tilpasses. Det vurderes således ikke realistisk at samtlige i Tabel 3 anførte effektiviseringsmuligheder vil være teknisk muligt at gennemføre med de samme besparelser til følge. Besparelspotentialet som enhedsbesparelse pr. m² tages dog som udgangspunkt for vurdering af mulige besparelser.

Scenarie	Samlet energibehov (netto) kWh/m ²	Samlet varmebehov kWh/m ²	Varmetab total W/m ²	Nettovarmebehov i rum kWh/m ²	Varmt brugsvand varmebehov kWh/m ²
Reference	417,5	319,2	124,7	287,7	24,4
1_Etageadskillelse	-26,8	-26,6	-20	-27,8	0,5
1_loft	-48,3	-41,6	-13,6	-41,7	0
1_hulmur	-92,1	-79,1	-25,9	-79,1	0
1_ydervæg_udvendig	-152	-130,2	-42,6	-130,3	0
1_radiatornicher	-8,8	-7,6	-2,5	-7,6	0
1_kældervæg	-25,8	-20	0	-19	-0,5
2_tæthed	-20,6	-17,8	-5,8	-17,8	0
2_vinduer_A	-46	-39,7	-13,9	-39,8	0
2_vinduer_B	-43,3	-37,4	-13,1	-37,4	0
2_vinduer_C	-38,7	-33,4	-11,8	-33,5	0
3_ventilation	-33,1	-33,1	-0,8	-33,2	0
4_fjernvarme	-71,3	0	0	0	0
4_solceller	-6,3	0	0	0	0
4_solvarme	-17,5	0	0	0	0
4_varmepumpe	-58,4	-23	0	8,5	-1,8

Tabel 3: Energibesparelser ved forskellige tiltag. Værdier for scenarier ≠ referencen er angivet som difference fra reference-scenariet. (På baggrund af data fra KB Wittchen 2015, E-Mail, 2015)

På baggrund af Tabel 3 vurderes det derfor, at der i eksempel-bygningen vil kunne opnås en reduktion i varmetabet på ca. 30 W/m² og tilsvarende en reduktion i netto-varmebehovet til rumopvarmning på 90 kWh/m². Disse besparelser forventes opnået igennem forbedret isolering af væggene (hulmur- eller ydervæg-isolering), samt mindst én indvendig forbedring, såsom etageadskillelse. Dette resulterer i de scenarier, der undersøger effekten af energiforbedringer, at netto-varmebehovet reduceres til 170 kWh/m², samt et totalt varmetab på 12,8 kW.

VALG OG DIMENSIONERING AF VARMEINSTALLATION

Som mulige alternative varmeinstallationer for eksempel-bygningen bruges de følgende alternativer:

- Kondenserende oliefyr
- Træpillefyr
- Luft:vand varmepumpe (el-dreven)
- Væske:vand varmepumpe (el-dreven)

De diskuterende mindskelser i varmetabet mindsker ikke kun varmebehovet i boligen, men medfører yderligere mulighed for en mindskelse af dimensioneringen af varmeinstallationen. Som udgangspunkt skal det totale varmetab dækkes 100 % af en varmeinstallation, hvor en historisk overdimensionering på op mod 100 % af bl.a. olie- og gasfyr har været meget udbredt (Dansk Gasteknisk Center 1995).

I varmepumpernes tilfælde forudsættes det dog at varmepumpen suppleres af en elpatron (virkningsgrad 100 %), der udenfor fyringssæsonen skal dække boligens varmtvandsbehov og i meget kolde perioder også kan indgå som spidslasten i rumopvarmningen. Herved dimensioneres varmepumpen derfor kun at skulle dække ca. 85 % af det dimensionerende varmetab (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011), hvor mulig underdækning vil skulle dækkes af elpatronen, hvilket vil kunne opnås igennem den korrekte styring. (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011) For olie- og træpillefyrene forudsættes det, at varmeinstallation bruges til at dække såvel behovet for varmt brugsvand som for rumvarme.

CENTRALVARMESYSTEMET

Bygningens centralvarmesystem forudsættes at være et system⁶ med radiatorer, idet disse er den mest udbredte slags varmesystem i den eksisterende bygningsmasse (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011). Typiske temperatur-niveauer i denne slags anlæg er 70°C fremløb og 40°C retur (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2008), hvilket er uhensigtsmæssigt ved valg af varmepumper, jf. ovenstående. Derfor undersøges konsekvenser ved at forøge radiatorarealerne, hvilket vil medføre en ekstra investering, men ligeledes afføde højere SCOP for varmepumpeanlægget.

BESTEMMELSE AF SCOP

De mulige varmepumpers SCOP er afhængig af den varmekilde der nyttiggøres, samt det varmesystem, som de tilsluttes i bygningen. Således medfører de konventionelle radiatorer med forholdsvis små overflader og højere temperaturniveauer for fremløb og retur, ringere SCOP. Alternativt kan nævnes gulvvarme, eller forstørrede radiatorflader, hvor fremløbstemperaturen kan sænkes, samt temperaturforskellen mellem fremløb og retur reduceres, hvorved højere SCOP opnås. (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011) Energistyrelsen (2015b) præsenterer en oversigt over en række varmepumper ("Varmepumpelisten"), der er testet i praksis i Danmark, for at sikre at de af fabrikanten angivne SCOP-værdier overholdes og kan opnås i praksis. I Varmepumpelisten skelnes der i tråd med ovenstående mellem SCOP ved hhv. konventionelle radiatorer og gulvvarme. Der er endnu en gang tale om en forsimpning af de faktiske forhold, idet Dansk Energi & Teknologisk Institut (2011) nævner muligheden for forøgede radiatorflader som tilnærmelse til SCOP for gulvvarme, hvilket dog vurderes rimeligt til brug i nærværende vurderinger.

I en konservativ tilgang anvendes SCOP-værdier noget lavere end angivet i Varmepumpelisten, hvilket vurderes at ligge i tråd med de i COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013) angivne SCOP, der generelt ligger lavere. De anvendte SCOP-værdier er præsenteret i Tabel 4. Hertil skal det bemærkes at de anvendte SCOP ved udvidede radiatorflader angiver ca. et middel mellem de i Varmepumpelisten angivne SCOP-værdier for hhv. høj-temperaturs-radiator- og gulvvarme og dermed generelt ligger højere end angivet i COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013).

⁶ Mulighederne og konsekvenserne ved et- eller tostrengssystemer er ikke undersøgt i forbindelse med dette projekt, men kan vise sig at være relevante.

3.4 SCENARIOE-ANALYSEN

Med de tekniske forudsætninger beskrevet, beskrives i det følgende de økonomiske forudsætninger, navnlig priser for de beskrevne varmeinstallationer samt overvejelser vedr. opstilling af scenarier.

Scenarierne er delt op efter to måder; For det første deles op efter den varmeinstallation der vælges som erstatning for det eksisterende oliefyr i pågældende scenarie, dvs.:

- O-scenarierne: Kondenserende oliefyr,
- AP-scenarierne: "Automatiseret" fastbrændselsfyr, dvs. fyr med automatisk indføring af brændsel,
- MP-scenarierne: "Manuelt" fastbrændselsfyr, hvor brænderen forsynes med brændslet manuelt,
- VVP-scenarierne: Væske:vand varmepumpe med jordslanger som varmekilde
- LVP-scenarierne: Luft:vand-varmepumpe med udedel, der nyttiggør varmen i luften til et vandbårent varmesystem.

Udover disse fem overordnede valg, undersøges hhv. tre eller fire underscenerier:

- a-underscenerierne: Bygningen energirenoveres ikke inden den nye varmeinstallation installeres,
- b-underscenerierne: Bygningen energirenoveres, jf. de i Afsnit 3.3 beskrevne forbedringer,
- c-underscenerierne (kun varmepumper!): Udover energiforbedringerne i medfør af b-undersceneriet øges radiatorfladen i varmepumpe-scenarierne, hvilket muliggør øget SCOP,
- g-underscenerierne: Boligens beboere forudsættes at være folkepensionister, hvilket udløser mulighed for varmetillæg igennem Udbetaling Danmark, nærmere herom i nedenstående.

En oversigt over de undersøgte scenarier fremgår af Tabel 4.

Idet det forudsættes, at bygningens varmeinstallation skal udskiftes i forbindelse med nærværende vurdering, findes der ingen egentlig reference-situation, idet alle scenarierne vil omfatte en ændring af det eksisterende oliefyr. Udskiftning til nyt (kondenserende) oliefyr betragtes dog som det der kommer tættest på en bibeholdelse af status quo.

Scenarie	Varmeinstallation	Brændsel	Virknings- grad/SCOP	Bygning efterisoleret?	Ændret centralvarme?	Varmetillæg udbetalt?
O-a	Oliefyr	Gasolie	100 %	Nej	Nej	Nej
O-b	Oliefyr	Gasolie	100 %	Ja	Nej	Nej
O-g	Oliefyr	Gasolie	100 %	Nej	Nej	Ja
MP-a	Manuelt fyrer fastbrændselsfyr	Træpiller	88 % ⁷	Nej	Nej	Nej
MP-b	Manuelt fyrer fastbrændselsfyr r	Træpiller	88 %	Ja	Nej	Nej
MP-g	Manuelt fyrer fastbrændselsfyr r	Træpiller	88 %	Nej	Nej	Ja
AP-a	Automatisk fyrer fastbrændselsfyr	Træpiller	88 %	Nej	Nej	Nej
AP-b	Automatisk fyrer fastbrændselsfyr	Træpiller	88 %	Ja	Nej	Nej
AP-g	Automatisk fyrer fastbrændselsfyr	Træpiller	88 %	Nej	Nej	Ja
VVP-a	Væske:vand varmepumpe	El	3,3	Nej	Nej	Nej
VVP-b	Væske:vand varmepumpe	El	3,3	Ja	Nej	Nej
VVP-c	Væske:vand varmepumpe	El	4,5	Ja	Ja	Nej
VVP-g	Væske:vand varmepumpe	El	3,3	Nej	Nej	Ja
LVP-a	Luft:vand varmepumpe	El	3,0	Nej	Nej	Nej
LVP-b	Luft:vand varmepumpe	El	3,0	Ja	Nej	Nej
LVP-c	Luft:vand varmepumpe	El	4,0	Ja	Ja	Nej
LVP-g	Luft:vand varmepumpe	El	3,0	Nej	Nej	Ja

Tabel 4: Oversigt over scenarier for eksempel-bygningen.

ANDRE OVERORDNEDE BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

Analysen af de forskellige scenarier gennemføres ud fra en marginal betragtning, dvs. kun faktorer der er relevante for bygningens varmforsyning indgår, mens andre faktorer, der måtte påvirke boligejerens økonomi el.lign. ekskluderes. Det forudsættes samtidigt, at boligens varmeinstallation skal skiftes ud, hvilket resulterer i, at omkostninger til fjernelse af det eksisterende fyr ikke inkluderes, da denne udgift vil være ens i alle scenarierne.

⁷ COWI, Teknologisk Institut and Dansk Gasteknisk Center (2013) angiver virkningsgraden for fastbrændselsfyr til 80 %, hvor gældende mindstekrav i Bygningsreglementet på 88 % er anvendt i stedet.

Omkostninger til efterisolering, udskiftning af bygningsdele indgår kun i de scenarier, hvor dette også afspejles i mindsket varmetab mv. Således forudsættes der ikke at ske andre energimæssige forbedringer, der kunne kategoriseres som ”almindeligt vedligehold”. Hertil hører udskiftning af fx terrassedøre, vinduer mv. der skiftes af æstetiske hensyn, men som afføder energiforbedringer af boligen. Omkostningerne ved energiforbedringer er vurderet at være en af de mest usikre vurderinger, da der vil være stærk variation fra bolig til bolig. Den af Energistyrelsen (2015a) præsenterede samling af gennemførte energiforbedringer tages herved som udgangspunkt for vurderingen af mulige priser, ligesom ovenfor beskrevne undersøgelse (Energistyrelsen ukendt år) anvendes.

Udgifterne til udskiftning af vinduer udgør et andet diskutabelt punkt. Således kan det argumenteres, at udskiftning af vinduer kan kategoriseres som ”almindeligt vedligehold”. Dette forudsættes også i forbindelse med nærværende analyse, hvor det samtidigt antages, at boligejere vil vælge det alternativ, der netop opfylder mindstekravene i Bygningsreglementet, ud fra antagelsen om at disse vil være billigst i anskaffelse.

Den øgede livskvalitet, som fx kan opnås ved at gøre boligen mere tæt er ikke tilskrevet en økonomisk værdi, men vurderes at skulle tages i betragtning i vurderingen af scenariernes resultater. Dette vurderes med baggrund i de af Energistyrelsen (2015a) beskrevne cases af gennemførte energirenoveringer, hvor den øgede livskvalitet i boligen nævnes som vigtig faktor ved valg af tiltag, materialer mv. Denne faktors betydning drøftes yderligere i nedenstående.

3.5 SAMFUNDSØKONOMISKE BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

Faktorpriserne for den samfundsøkonomiske vurdering baseres på en række forskellige referencer, idet én kilde til såvel brændsels- og investeringspriser, såvel som omkostninger ved energiforbedringer af boligen, savnes. Brændselspriserne overtages direkte fra Energistyrelsen (2014b), der er et samlet sæt af brændselspriser mv. til netop dette formål, der også anvendes til tilsvarende vurderinger i den kollektive varmforsyning.

VARMEINSTALLATIONER

Følgende beregningspriser er anvendt for investeringer i varmeinstallationen:

	10kW	12 kW	18 kW	20 kW	Årlig D&V
Kondenserende oliefyr		-50.479	-50.479	-50.479	-2.065
Fastbrændselsfyr (autom. stoker)		-71.129	-86.426	-94.074	-2.065
Fastbrændselsfyr (man. stoker)		-58.127	-58.127	-58.127	-2.065
Luft:vand varmepumpe	-103.077		-148.431	-164.924	-1.147
Væske:vand varmepumpe	-134.000		-185.539	-185.539	-1.530

Tabel 5: Investeringsomkostninger ved de valgte varmeinstallationer, afhængigt af dimensioneringen.
(På baggrund af COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013; Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011)

Omkostningerne til varmeinstallationen er vurderet ud fra COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013) og en heri anvendt rapport (Dansk Energi & Teknologisk Institut 2011).

Prisvurderingerne kombinerer således de ovenfor beskrevne vurderinger af det tekniske behov for varmeinstallationens dimensionering, samt de enhedspriser der er identificeret. Det kan bemærkes at oliefyrene og de manuelle stokeranlæg er anført med fast enhedspris (indenfor intervallet 6-20 kW_{varme}), hvor det kun for varmepumperne har været muligt at finde mere differentierede priser.

Priserne inkluderer selve fyret og dertilhørende installationer, herunder buffertank, samt udgifter til installation og skal derfor ses som prisen, forbrugeren betaler for at få den nye varmeinstallation sat op, dog ekskl. demontering af den eksisterende varmeinstallation og ekskl. moms.

OMKOSTNINGER VED ENERGIFORBEDRINGER

Omkostningerne ved energiforbedringerne er vurderet sværest at vurdere som ét generaliseret og generaliserbart eksempel. Derfor er der søgt inspiration i casebanken ved Energistyrelsen (2015a), hvorved en realistisk pris for de tidligere beskrevne forbedringer er vurderet at være 120.000 kr. Det skal dog understreges at denne værdi afgjort vil variere markant fra case til case og bl.a. vil være påvirket af bygningens geografiske beliggenhed, om husstanden selv kan foretage (dele af) renoveringen og hvad der er gjort tidligere (CB Poulsen 2015, 30 April). Der lægges derfor særlig vægt på denne omkostning i følsomhedsberegningerne, jf. nedenstående herom.

TEKNISK LEVETID OG SCRAP-VÆRDIER

Den tekniske levetid for samtlige varmeinstallationer er sat til 20 år. (COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013) For bygningsdele, dvs. de gennemførte energiforbedringer anvendes en teknisk levetid på 50 år. (Wittchen, Kragh & Aggerholm 2014) For enheder der har en teknisk levetid udover beregningsperioden på 20 år, anvendes et lineært værditab. Således holder bygningsdelene med en teknisk levetid på 50 år, 60 % af deres investeringspris efter 20 år. Værdien betegnes scrap-værdi (Energistyrelsen 2007). Idet boligejeren ikke kan udnytte denne værdi, efter at bygningsdelen er installeret, skal denne værdi ses som en investering i boligen, der kan afføde merværdi ved evt. salg o.lign.

ENERGIPRISER

Brændselspriserne, herunder el-prisen, er overtaget direkte fra Energistyrelsen (2014b), med henblik på at have et ensartet datagrundlag. Idet der er tale om husholdninger er priser "an forbruger" anvendt. Dette dækker ikke over den evt. mulighed for egenproduktion af fx biobrændsel eller el ved brug af husstandsvindmøller og solceller. Priserne er præsenteret i Tabel 6 og er ekskl. afgifter, moms mv.

2014-Kr./kWh	An forbruger		
	Gasolie	Træpiller	El
2015	-0,530	-0,385	-0,486
2016	-0,528	-0,388	-0,491
2017	-0,537	-0,390	-0,544
2018	-0,553	-0,393	-0,557
2019	-0,573	-0,395	-0,550
2020	-0,597	-0,397	-0,553
2021	-0,600	-0,399	-0,579
2022	-0,603	-0,400	-0,605
2023	-0,605	-0,401	-0,630
2024	-0,607	-0,402	-0,656
2025	-0,609	-0,404	-0,682
2026	-0,614	-0,405	-0,708
2027	-0,618	-0,407	-0,734
2028	-0,622	-0,408	-0,759
2029	-0,625	-0,410	-0,785
2030	-0,628	-0,411	-0,811
2031	-0,635	-0,413	-0,810
2032	-0,641	-0,415	-0,810
2033	-0,646	-0,416	-0,810
2034	-0,651	-0,418	-0,810
2035	-0,656	-0,420	-0,810

Tabel 6: Brændsels- og elpriser 2015-2034, ekskl. moms og afgifter. (Energistyrelsen 2014b)

DISKONTERINGSRENTE

Jf. Energistyrelsen (2013) anvendes en samfundsøkonomisk diskonteringsrente på 4 %, idet beregningsperioden er sat til 20 år.

NETTOAFGIFTSFAKTOR

Nettoafgiftsfaktoren er sat til de af Energistyrelsen (2007) anbefalede 1,17. Den anvendes til at generalisere den typiske afgiftsbelastning på varer, der handles i Danmark. (Energistyrelsen 2007)

SKATTEFORVRIDNINGSAKTOR

Der anvendes en skatteforvridningsfaktor på 20 % og udtrykker det tab der sker for samfundets indtægt, ved at en afgiftsbelagt vare erstattes med en anden. Der er således forbundet omkostninger med opkrævning af afgifter og særligt omlægning heraf, hvorfor skatteforvridningstab skal inkluderes i alle samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. (Energistyrelsen 2007)

3.6 BRUGERØKONOMISKE BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

Faktorpriserne i den brugerøkonomiske vurdering er ens med de samfundsøkonomiske. Forskellen findes derimod i, at der er yderligere omkostninger for forbrugere, navnlig til afgifter og moms, samt at de samfundsøkonomiske udgifter til emissioner, nettoafgiftsfaktoren og skatteforvridningstab ikke indgår i de brugerøkonomiske vurderinger. I det følgende beskrives de relevante afgifter og hvordan disse indgår i beregningerne. Oplysninger om afgifters omfang er fundet i SKAT's juridiske vejledning version 2.3, sektion E.A.4 Energi. På baggrund af denne vejledning er der ikke identificeret afgifter på biobrændsler, udover moms på brændselsprisen, jf. nedenstående. Idet udviklingen af energiafgifter er et meget komplekst emne med stor følsomhed for bl.a. det politiske landskab, er det valgt at begrænse afgifternes omfang til de eksisterende 2015-niveauer, uden at fremskrive disse, med undtagelse af PSO.

AFGIFTER PÅ EL

De danske forbrugere betaler en række afgifter på den elektricitet, der bruges. I det nuværende koncept for afgifter på el skelnes der mellem forbrugere, der bruger el til opvarmning (el-paneler, el-patroner, el-dreven varmepumpe) og dem der ikke gør. Særordninger som fx nettoafregningen ved egne el-produktionsanlæg på matriklen (Energinet.dk 2015b) indgår ikke i nedenstående oversigt og dermed heller ikke i de økonomiske beregningers forudsætninger.

ELAFGIFTEN

Som udgangspunkt betales der i Danmark fuld elafgift på al el der bruges i husholdninger. Elafgiften udgør pr. 1. januar 2015 87,8 øre/kWh (2015-niveau), hvilket overtages til vurderingerne. (SKAT 2015)

ELVARMEAFGIFTEN

Forbrugere der har en el-baseret varmeinstallation registreret i BBR, betaler en nedsat elafgift på al el, der overstiger et årligt forbrug på 4.000 kWh. Af de første 4.000 kWh⁸ betales således den fulde elafgift, der reduceres til 38,0 øre/kWh (2015-niveau) for alt derofter. (SKAT 2015)

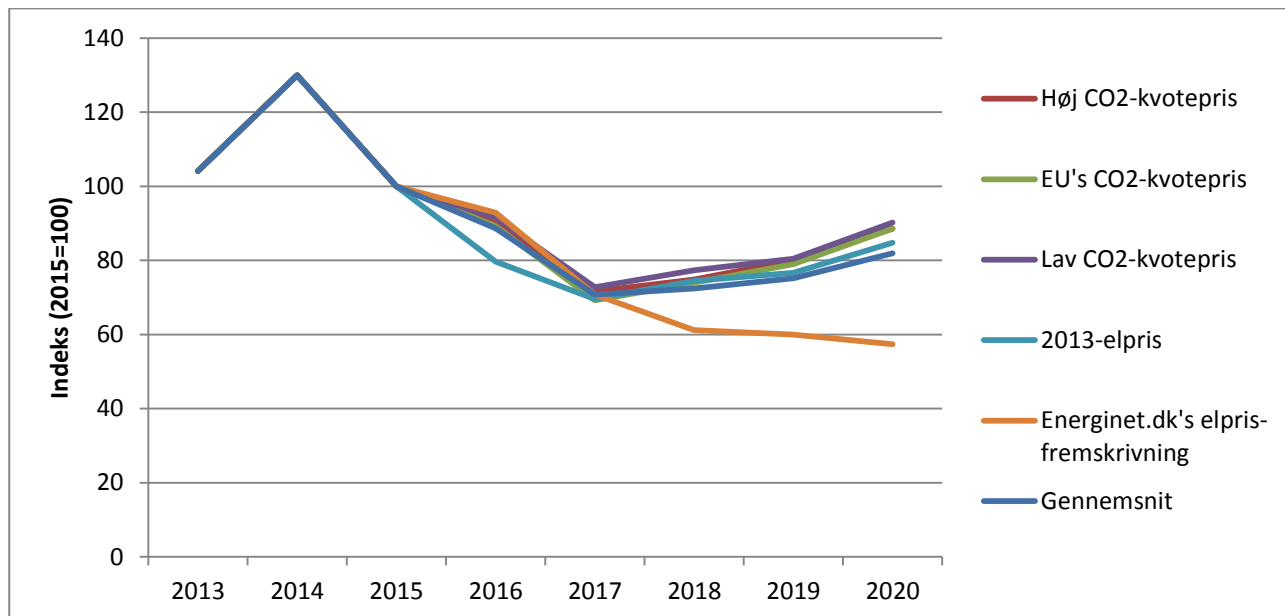
PSO-OMKOSTNINGER

Udover de nævnte afgifter skal der som udgangspunkt betales PSO-afgift på el der bruges, uanset anvendelse. PSO-satsen tilpasses hvert kvartal på baggrund af de forventede omkostninger til de støtteordninger og projekter som PSO-midlerne er tiltænkt, hvilket bl.a. er afhængig af den forventede produktion på VE-anlæg i pågældende kvartal (Energinet.dk 2012). PSO-satsen i 1. kvartal 2015 var 21,4 øre/kWh (Energinet.dk 2015a), der også anvendes som basisbeløb i nærværende beregninger.

Energistyrelsen (2014c) fremskriver de forventede udgifter til PSO-relaterede omkostninger til 2020 i forskellige scenarier. De absolutte priser er behæftet med stor usikkerhed, men på tværs af alle scenarierne kan det konkluderes, at der forventes en reduktion i omkostningerne i fremtiden. Denne udvikling er præsenteret som indekseret udvikling i nedenstående Figur 8. Om forudsætningerne i

⁸ Det forudsættes i nærværende analyse, at husstanden har et varme-uafhængigt el-forbrug på 3.500 kWh årligt, hvilket er landsgennemsnittet pr. husstand. Energistyrelsen (2015c)

nævnte rapport kan det nævnes, at afsatte midler til PSO, der finansieres udenom PSO-afgiften, indgår i priserne, dvs. at de faktiske udgifter vil være højere. Denne supplerende finansiering af PSO-udgifterne er politisk besluttet i Energipolitisk aftale af 14.07.2014 og begrundes med forbedrede konkurrencevilkår samt lavere forbrugerpriser (Finansministeriet 2014).



Figur 8: Indexeret udvikling af PSO-omkostninger, der skal finansieres igennem PSO-afgiften 2013-2020 (2015=100). (På baggrund af fremskrivningerne i Energistyrelsen 2014c)

Udviklingen i Figur 8 indikerer et fald i udgifterne i 2015-2017, hvorefter disse i 4/5 scenarier forventes at stige igen. Dette indikerer en vis variation i PSO-omkostningerne fremadrettet og den samme udviklingen må forventes for afgiftssatsen. På grund af mangel på længerevarende fremskrivelser, antages PSO-satsen derfor at holde sig stabil på 2020-niveauet fra 2020 og frem. Som fremskrivning af PSO-satsen til brug i analysen bruges den gennemsnitlige udvikling, samt det gennemsnitlige 2020-niveau i perioden 2020-2034, hvilket vurderes hensigtsmæssigt, taget de meget små absolutte forskelle, scenarierne imellem, i betragtning. De anvendte PSO-satser i de forskellige år er præsenteret i Tabel 7.

Øre/kWh	Brændsel	2015	2016	2017	2018	2019	2020-2034
PSO-sats	El	21,4	19,0	15,2	15,5	16,1	17,5
Elafgift⁹	El				87,8		
Elvarmeafgift¹⁰	El				38,0		
Mineralolieafgift	Gasolie				19,55		
CO₂-afgift	Gasolie				4,51		
NO_x-afgift	Gasolie				0,47		

Tabel 7: Oversigt over anvendte afgiftssatser pr. kWh tilført forbrug af pågældende brændsel.

⁹ Betales af de første 4.000 kWh/år ved el-baseret varmeinstallation (elvarme, el-patron, varmepumpe).

¹⁰ Betales af det resterende elforbrug over 4.000 kWh årligt ved el-baseret varmeinstallation.

AFGIFTER PÅ FYRINGSOLIE

Ved anvendelsen af fyringsolie er tre afgifter identificeret: Mineralolieafgiften, CO₂-afgiften og NO_x-afgiften. Disse er beskrevet i det følgende. Idet afgifterne betales pr. liter brændsel er der forudsat en gennemsnitlig brændeværdi på 10kWh/l (Videncenter for Halm- og Flisfyring 2007). Afgiftssatserne er ligeledes identificeret igennem SKAT (2015) og er præsenteret i Tabel 7.

MOMS

Forbrugerne betaler moms af alle ydelserne i forbindelse med varmeinstallation og energirenovering. Den aktuelle sats på 25 % overtages over hele perioden, såvel på investeringer, som på løbende omkostninger (brændselspriser og afgifter).

DEN BRUGERØKONOMISKE DISKONTERINGSRENTE

I den brugerøkonomiske analyse, er en diskonteringsrente på 6 % anvendt.

TILSKUD OG INDTÆGT FRA ENERGIBESPARELSER

To egentlige indtægtskilder indgår i forbindelse med omlægningen af varmeinstallationen: Salg af energibesparelser og varmetillæg for folkepensionister.

SALG AF ENERGIBESPARELSER

På baggrund af de indledningsvist beskrevne besparelsesforpligtelser for energiselskaber er der gennem de seneste år opstået et marked for energibesparelser, som energiselskaberne ”køber” af forbrugere, der gennemfører energibesparelser. Idet besparelser indgår i regnskabet som besparelser i det år de er gennemført, betales de også i engangsbeløb. Priserne på energibesparelser varierer efter markedssituationen herfor, men ligger i intervallet 10-42 øre/kWh tilført energi (Energistyrelsen 2014d). Dette interval bekræftes af Energisparesiden.dk (2015), hvor der dannes et overblik over de faktiske priser af indberettede energibesparelser, herunder dem der er købt af husholdninger. Af oversigten fremgår en typisk enhedspris på 30-35 øre/kWh, hvorfor der regnes med en pris på 32 øre/kWh sparet tilført energi i beregningerne. Besparelsen beregnes for tilført energiforbrug til varmt brugsvand og rumopvarmning og vurderes i henhold til ovenstående om eksempel-bygningen. Alternativt kan standardværdier for energibesparelser anvendes til vurdering heraf, jf. Teknologisk Institut (2015), hvor det dog vurderes hensigtsmæssigt at basere beregningen på de anslåede besparelser, målt i tilført energi.

VARMETILLÆG TIL FOLKEPENSIONISTER

Folkepensionister og førtidspensionister der opfylder visse krav, kan få godtgjort en betydelig del af deres varmeregning igennem Udbetaling Danmark. Det konkrete beløb fastsættes af husstandens beboere og deres tillægsprocent, samt varmeregningens omfang. Der er et mindstebeløb, som ikke dækkes af varmetillægget. Fx skal en husstand, bestående af et ægtepar betale de første 7.200 kr. (2015-sats) i varmeudgifter selv, hvorefter ovennævnte faktorer indgår i beregningen. I mindre omfang indgår også varmekilden, idet borgere, der har elbaseret varme har nedsat mindstebeløb. (Udbetaling

Danmark 2014) I g-underscenarierne, hvor varmetillægget inkluderes, anvendes et udbetalt varmetillæg på 10.000 kr. årligt, jf. eksempelsamlingen af Ældresagen (www.aeldresagen.dk).

IKKE-MÅLBARE GEVINSTER

Udover de målbare og kvantificerbare omkostninger og mulige indtægter ved de forskellige tiltag, er der også en række faktorer, som de givne tiltag vil give for forbrugeren, som dog ikke kan kvantificeres. Dette gælder fx en øget livskvalitet ved at bo i boligen, pga. mindsket træk eller nedsat tidsforbrug til tilsyn af fyr og påfyldning af brændsler (Energistyrelsen 2015a; Gram-Hanssen et al. 2007). Samtidigt kan denne slags projekter øge ejerens ejerskabs-forhold til sin bolig, hvilket yderligere må vurderes at kunne bidrage positivt, samtidigt med at kunne afføde yderligere tiltag senere (Gram-Hanssen 2014). Disse effekter er dog i sagens natur meget personafhængige og vil variere afgørende, hvorfor der ikke er regnet med en egentlig indtægt herved. Til gengæld skal de have in mente ved evaluering af de brugerøkonomiske resultater.

3.7 RESULTATER

På baggrund af ovenstående er de beskrevne scenarier undersøgt vedr. netto-nutidsværdierne af de hhv. samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger. Resultaterne er opdelt i de overordnede resultater, for så vidt på tværs af samfunds- og brugerøkonomien, hvorefter mere specifikke forhold vedr. de to kategorier drøftes. Pga. den omfattende mængde af data er det valgt at visualisere værdiernes placering indenfor den pågældende gruppes øvrige resultater (dvs. samfundsøkonomi, brugerøkonomi mv.).

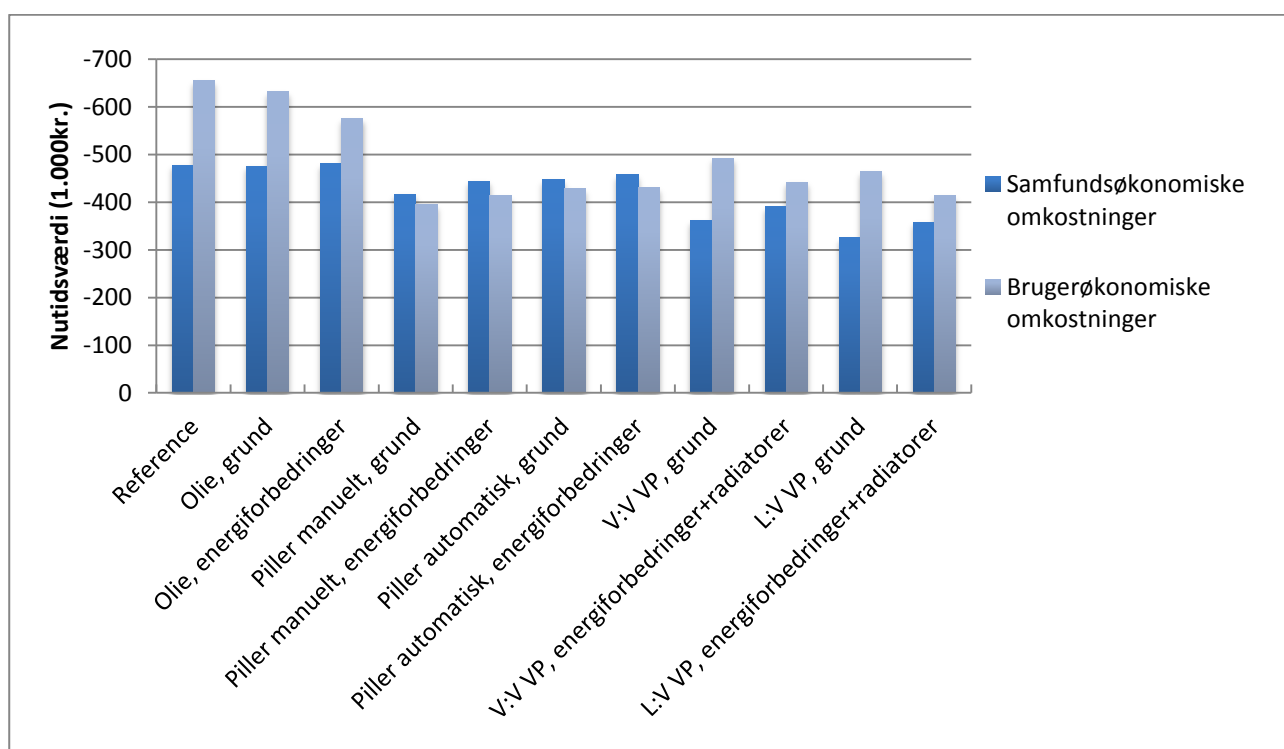
Beskrivelse	Investering (ej diskon.)	Samfundsøkonomiske omkostninger (nuværdi)	Brugerøkonomiske omkostninger (nuværdi)	Årlig varmepris / ydelse	Tilført energi (MWh, årligt)
Reference	0,0	-478,2	-654,5	-48,2	52,3
Olie, grund	-50,5	-475,7	-632,5	-46,5	45,6
Olie, energiforbedringer	-170,5	-481,7	-574,9	-42,3	31,2
Piller manuelt, grund	-58,1	-417,3	-394,8	-29,1	51,8
Piller manuelt, energiforbedringer	-178,1	-444,4	-415,1	-30,5	35,5
Piller automatisk, grund	-86,4	-447,8	-428,2	-31,5	51,8
Piller automatisk, energiforbedringer	-191,1	-458,4	-430,5	-31,7	35,5
V:V VP, grund	-190,5	-362,8	-492,9	-36,3	12,6
V:V VP, energiforbedringer	-259,0	-402,9	-475,6	-35,0	8,2
V:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-264,0	-391,4	-442,5	-32,6	6,0
L:V VP, grund	-153,4	-326,7	-465,5	-34,3	13,9
L:V VP, energiforbedringer	-228,1	-370,2	-447,9	-33,0	9,1
L:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-233,1	-358,2	-413,6	-30,4	6,8

Tabel 8: Oversigt over resultater af de økonomiske vurderinger. Beløb i 1.000kr.

Af Tabel 8 og Figur 9 kan det konkluderes, at der er en betydelig variation mellem de forskellige løsninger, uanset om de vurderes ud fra bruger- eller samfundsøkonomien. For samfundsøkonomiens

vedkommende kan det konkluderes, at de mest fordelagtige løsninger findes i varmepumpe-løsningerne, efterfulgt af fastbrændselsfyrene. De samfundsøkonomisk mindst fordelagtige løsninger findes i scenarierne, der omfatter oliefyr.

Vurderes brugerøkonomien, findes ikke lige så klare afgrænsninger som for samfundsøkonomien, med undtagelse af oliefyrene, der fortsat er de mindst fordelagtige løsninger, uanset underscenarie. Det findes således, at MP-a scenariet er den brugerøkonomisk mest fordelagtige løsning, dog kun med marginale fordele overfor LVP-c scenariet. De ovenstående tendenser fremgår også meget tydeligt af Figur 9, hvoraf en yderligere tendens bliver meget tydelig: Forskellen mellem samfunds- og brugerøkonomi på tværs af scenarier. Herved bliver det således tydeligt, at samfundsøkonomiske fordele ikke nødvendigvis afspejles i de brugerøkonomiske effekter. Som eksempel kan LVP-scenarierne sammenlignes med MP-scenarierne, hvor der tydeligt fremgår en forvridding mellem de samfundsøkonomiske omkostninger og de priser, som forbrugeren betaler. Begrundelserne bag dette er mangfoldige og drøftes yderligere i nedenstående.



Figur 9: Oversigt over samfunds- og brugerøkonomi i de centrale scenarier.

SAMFUNDSØKONOMISKE RESULTATER

En mere detaljeret opgørelse over de samfundsøkonomiske effekter af de forskellige scenarier fremgår af Tabel 9. Heri findes der meget forskellige sammensætninger af omkostningerne ved de forskellige scenarier; Mens den største del af omkostningerne ved varmepumpe-scenarierne udgøres af investeringsomkostninger, er det for fastbrændselsfyrene brændselsomkostningerne, der udgør den største del af nutidsværdien. Ligeledes findes der forskelle i andelen af emissioner og omkostninger til drift og vedligehold, der dog er mindre afgørende end de førnævnte faktorer. En yderligere konklusion af oversigten er, at gennemførelsen af energibesparelser under de givne forudsætninger ikke afføder

samfundsøkonomiske fordele i nogen af scenarierne. Dette skyldes de høje omkostninger til renoveringerne, der dermed ikke opvejes af andre besparelser, herunder ved køb af brændsler. Idet dette aspekt vurderes at være mest relevant for brugerøkonomien, drøftes det yderligere i nedenstående. De absolutte forskelle mellem scenarierne virker overordnet set entydige, hvor disse dog efterprøves i forskellige følsomhedsberegninger, jf. nedenstående herom.

Udover de nævnte forskelle i indflydelsen af investerings- og brændselsomkostninger vurderes skatteforvridningstabet ligeledes at spille en meget markant rolle. Som det fremgår af Tabel 9 er skatteindtægten fra biobrændsel-scenarierne således minimal, i forhold til de andre, særligt oliescenarierne, der er præget af et højt afgiftstryk, idet der ved biomassen kun indgå skatte- og afgifter i form af moms på investeringer og køb af brændsel.

Samfundsøkonomi detaljeret (nutidsværdi, 1.000kr.)	Investering	Brændsel/el til varmepumpe	D&V	Skatteforvridningstab	Emissioner	Total
Reference	-	-492,7	-32,6	74,7	-27,6	-478,2
Olie, grund	-56,8	-430,0	-32,6	67,8	-24,1	-475,7
Olie, energiforbedringer	-191,8	-294,2	-32,6	53,4	-16,5	-481,7
Piller manuelt, grund	-65,4	-330,2	-32,6	18,3	-7,4	-417,3
Piller manuelt, energiforbedringer	-200,4	-225,9	-32,6	19,6	-5,1	-444,4
Piller automatisk, grund	-97,2	-330,2	-32,6	19,7	-7,4	-447,8
Piller automatisk, energiforbedringer	-215,0	-225,9	-32,6	20,2	-5,1	-458,4
V:V VP, grund	-214,4	-169,8	-24,3	47,8	-2,0	-362,8
V:V VP, energiforbedringer	-291,4	-125,2	-24,3	39,3	-1,3	-402,9
V:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-297,0	-102,7	-24,3	33,6	-1,0	-391,4
L:V VP, grund	-172,6	-182,7	-18,3	49,2	-2,2	-326,7
L:V VP, energiforbedringer	-256,6	-133,6	-18,3	39,8	-1,5	-370,2
L:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-262,2	-110,5	-18,3	33,9	-1,1	-358,2

Tabel 9: Detaljeret oversigt over nutidsværdi af de samfundsøkonomiske omkostninger.

BRUGERØKONOMISKE RESULTATER

Brugerøkonomi detaljeret (nutidsværdi, 1.000kr.)	Investeringer (inkl. moms)	Brændsel/el til varmepumpe	D&V	Afgifter & moms på løbende omkostninger	Tilskud / salg af energi- besparelser	Total
Reference	-	-353,1	-23,5	-277,9	0,0	-654,5
Olie, grund	-59,5	-308,1	-23,5	-243,3	2,0	-632,5
Olie, energiforbedringer	-178,6	-210,8	-23,5	-168,3	6,4	-574,9
Piller manuelt, grund	-68,5	-237,6	-23,5	-65,3	0,1	-394,8
Piller manuelt, energiforbedringer	-187,6	-162,6	-23,5	-46,5	5,1	-415,1
Piller automatisk, grund	-101,9	-237,6	-23,5	-65,3	0,1	-428,2
Piller automatisk, energiforbedringer	-202,9	-162,6	-23,5	-46,5	5,1	-430,5
V:V VP, grund	-224,7	-120,2	-17,5	-141,1	10,8	-492,9
V:V VP, energiforbedringer	-283,0	-88,6	-17,5	-98,5	12,1	-475,6
V:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-287,9	-72,7	-17,5	-77,0	12,7	-442,5
L:V VP, grund	-180,9	-129,4	-13,2	-152,4	10,4	-465,5
L:V VP, energiforbedringer	-246,5	-94,6	-13,2	-105,5	11,8	-447,9
L:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-251,5	-78,2	-13,2	-83,3	12,5	-413,6

Tabel 10: Detaljeret oversigt over nutidsværdi af de brugerøkonomiske omkostninger.

Variationerne i brugerøkonomien er præget af at varmeinstallationerne med forholdsvis lave etableringsomkostninger (olie og fastbrændselsfyr) viser sig at resultere i høje løbende omkostninger til brændsel (og vedligehold), mens det modsatte er gældende for varmepumperne, der er forholdsvis dyre i anskaffelsen.

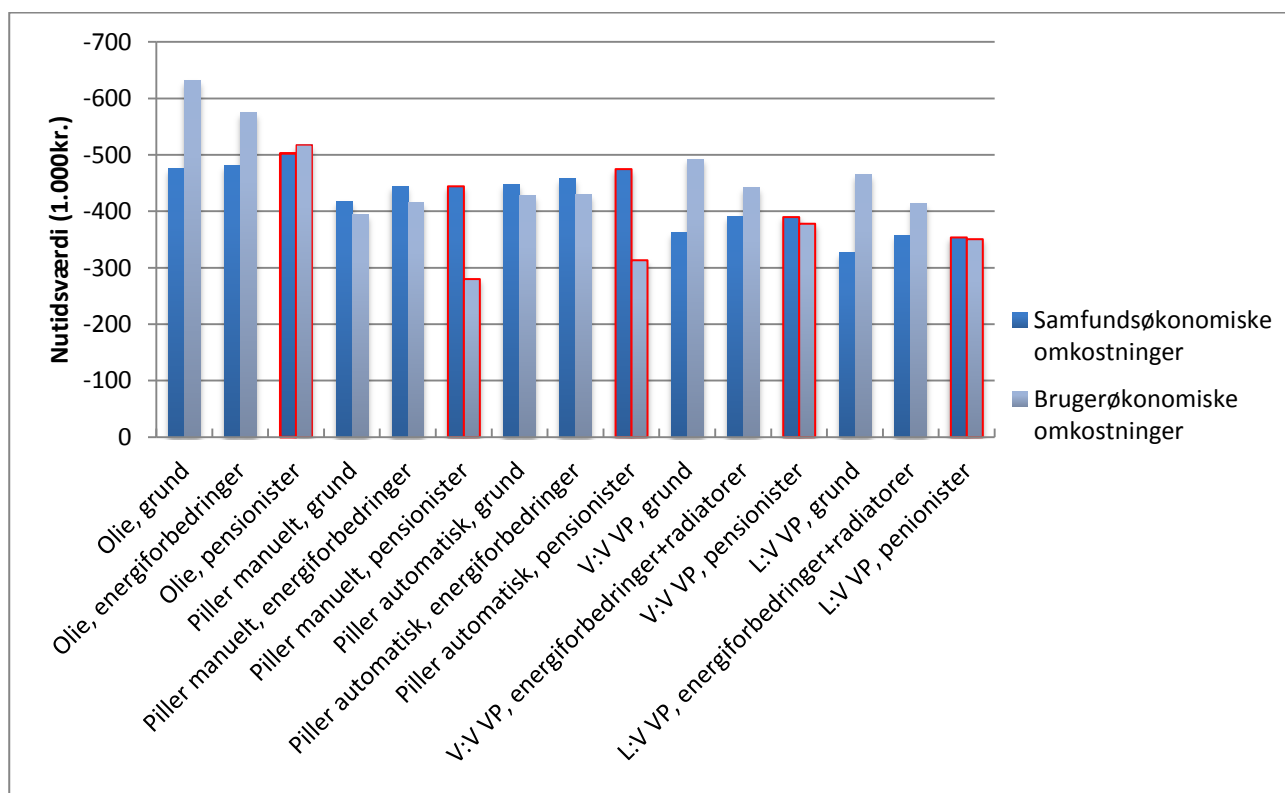
En anden faktor der adskiller sig er afgifterne, idet de træpiller der forudsættes anvendt i MP og AP-scenarierne ikke er afgiftsbelagt med andet end moms. Således udgør afgifterne en særlig stor post i varmepumpe-scenarierne, til trods for den beskrevne elvarmeafgift, hvilket dog i et vist omfang kan tilskrives momsen på de forholdsvis store investeringer.

Modsat konklusionen ved de samfundsøkonomiske vurderinger, findes der brugerøkonomiske fordele ved energirenoveringer, særligt i varmepumpe-scenarierne. Kun i tilfældet af det manuelt fyrede fastbrændselsfyr opnås ingen brugerøkonomisk fordel ved at energiforbedre boligen, hvilket ligeledes primært skyldes en reduktion i afgiftsomkostninger, snarere end besparelsen af el-indkøb. I MP-scenarierne derimod kan reduktionen af de løbende omkostninger til brændsel og afgift (pga. deres omtalte betydeligt mindre rolle) ikke opveje den forholdsvis store meromkostning til energiforbedringerne.

Salget af energibesparelser er ikke vurderet at være af afgørende karakter, taget deres forholdsvis lille rolle i betragtning.

VARMETILLÆGS-SCENARIERNE

Resultaterne af at medtage varmetillægget i beregningerne fremgår af nedenstående Figur 10. I beregningerne indgår varmetillægget som brugerøkonomisk indtægt, mens den indgår i samfundsøkonomien igennem et øget skatteforvridningstab. Som det fremgår af Figur 10, er de misforhold mellem samfunds- og brugerøkonomisk hensigtsmæssige løsninger udviklet for fastbrændsels-scenarierne, mens varmetillægget gør for varmepumperne, at de samfundsøkonomiske omkostninger i højere grad afspejles i de brugerøkonomiske omkostninger. Sammenlignes varmetillægs-scenarierne internt, findes dog den samme fordeling af samfunds- og brugerøkonomien som i de andre scenarier, hvor der blot er tale om en forskubning af priserne på varmetillæggets nuværdi, i forhold til grundberegningerne, som varmetillægs-scenarierne er baseret på.



Figur 10: Bruger- og samfundsøkonomi ved forbrugere, der får udbetalt varmetillæg på 10.000 kr.

3.8 FØLSOMHEDSBEREGNINGER

For at sikre resultaters reliabilitet gennemføres der følgende følsomhedsberegninger, hvor der lægges særlig vægt på de ovennævnte faktorer, der vurderes at være forbundet med særlig usikkerhed. Det er vurderet hensigtsmæssigt at begrænse følsomhedsberegningerne til udvalgte scenarier, der er udvalgt på baggrund af at den pågældende effekt er vurderet særligt afgørende i pågældende scenarie. Som udgangspunkt vurderes derfor a-scenarierne, samt O-b, A/MP-b og L/VVP-c scenarierne, med baggrund i den vurdering af at c-underscenarierne vil være særligt relevante for varmepumperne. C-underscenarierne erstatter således for LVP og VVP-scenarierne undersøgelsen af scenarierne uden

udvidelse af radiatorfladen, i følsomhedsberegningerne, idet disse ikke er vurderet at være særligt relevante i en praktisk kontekst.

Det er vurderet hensigtsmæssigt at begrænse følsomhedsberegningerne til de faktorer, der er vurderet mest afgørende, hvilket primært vil sige de omkostningstunge faktorer. Derfor er det ligeledes fravalgt at vurdere de mindre faktorer, såsom salgsprisen for energibesparelser, idet salg af energibesparelser ligger i intervallet 0-13.506 kr (2014-niveau).

NETTOVARMEBEHOVET

Netto-varmebehovet øges med 20 kWh/m² for at kontrollere dets robusthed. Udføres for a- og b/c-underscenarierne.

PRISER FOR ENERGIFORBEDRINGER

Idet priserne for energiforbedringer vil variere fra bygning til bygning vurderes de valgte omkostningers robusthed ved at hhv. nedsætte og øge udgiften til energiforbedringerne med 30.000 kr. i investeringsomkostning (ekskl. Moms). Udføres for b/c-scenarierne. Idet nutidsværdien i a-scenarierne ikke påvirkes af en ændring af omkostningerne ved energiforbedringerne, er priserne herved som i grundberegningen, hvilket også fremgår af nedenstående Figur 12.

BRÆNDELSSPRISER

Idet brændselsprisen (samt momsens omfang som funktion heraf) spiller en vigtig rolle for alternativernes udfald vurderes en stigning i brændselspriserne. Prisernes effekt vurderes ud fra en 15 %-stigning. Udføres for a- og b/c-underscenarierne.

INVESTERINGSOMKOSTNINGER

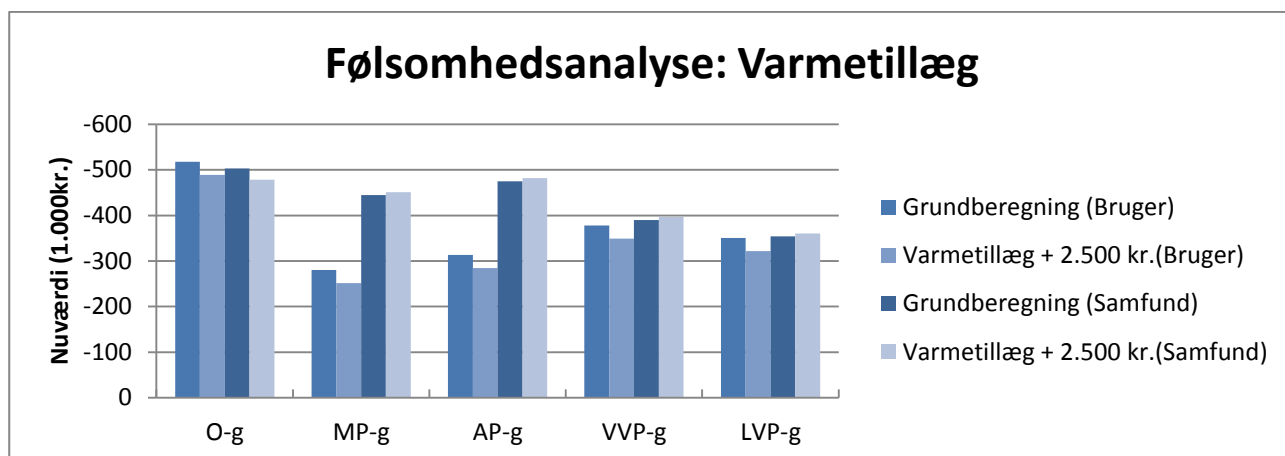
Jf. deres omfattende rolle i de akkumulerede omkostninger, vurderes investeringsomkostningerne ligeledes, ved at øge omkostninger til varmeinstallationen med 20 %. En reduktion er ikke vurderet nødvendigt, idet de anvendte priser vurderes at være meget konservative estimer. Udføres for a- og b/c-underscenarierne.

DISKONTERINGSRENTER

De valgte diskonteringsrenter (samfunds- og brugerøkonomisk) vurderes at have en meget afgørende karakter. Den samfundsøkonomiske diskonteringsrente ændres i følsomhedsberegningerne til 3 %, mens den brugerøkonomiske diskonteringsrente ændres til hhv. 4 og 8 %. Udføres for a- og b/c-underscenarierne.

VARMETILLÆG

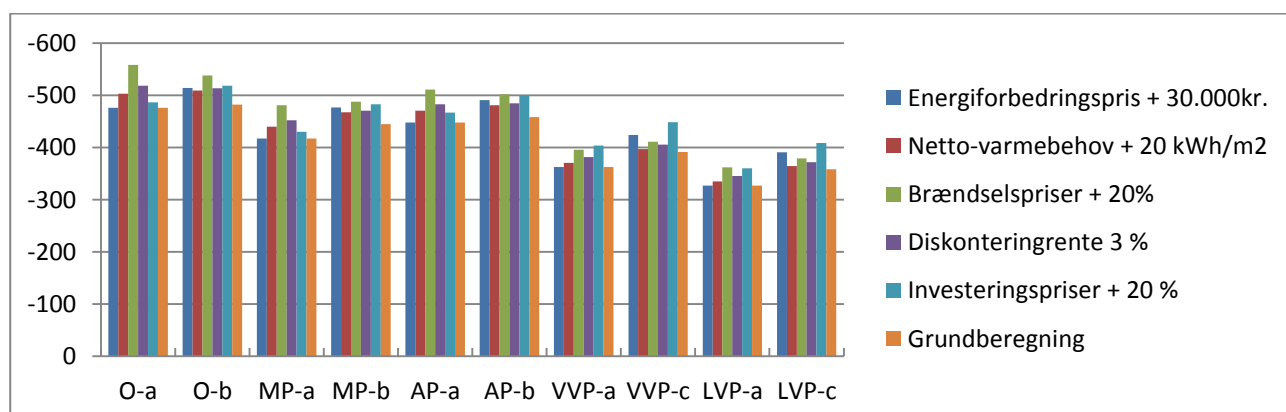
Det beskrevne varmetillæg reduceres og øges i henhold til de varierende satser herfor, jf. nedenstående. Således undersøges effekterne ved hhv. en reduktion og en forøgelse på 2.500 kr. pr. år pr. husstand. Udføres for g-underscenarierne.



Figur 11: Oversigt over resultater af følsomhedsberegninger af varmetillægs-scenarierne.

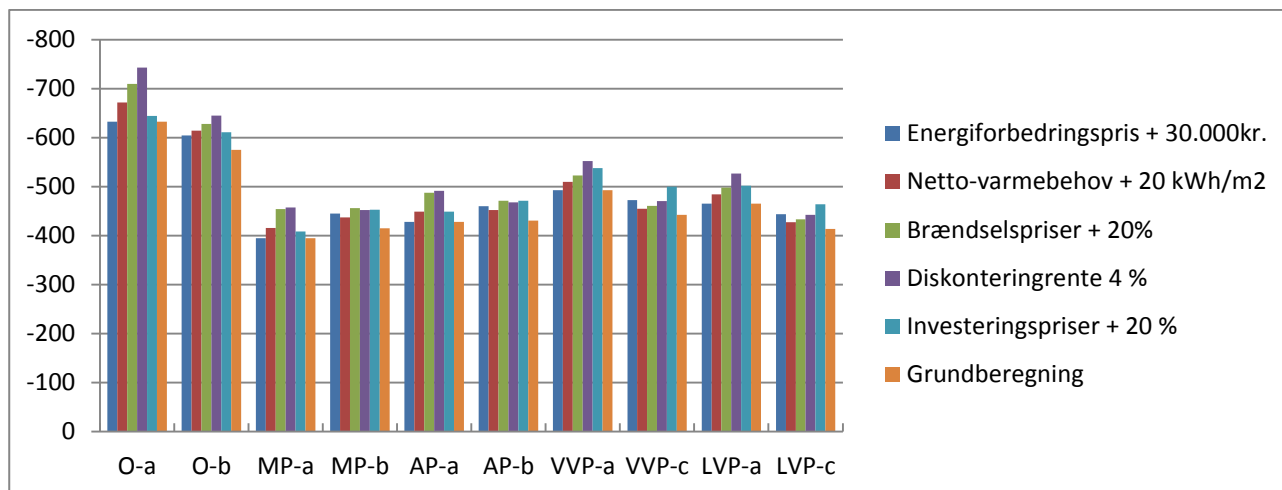
Som det ses tydeligt af Figur 11, er den generelle effekt af varmetillægget robust overfor mindre udsving. Hertil skal det bemærkes at den forsimplede form for vurdering af tillæggets omfang (uafhængigt af valgt varmekilde mv.) er med til at give ovenstående resultat, hvilket dog ikke er vurderet kritisk.

RESULTATER AF FØLSOMHEDSBEREGNINGER



Figur 12: Følsomhedsberegningernes påvirkning på nutidsværdien af de samfundsøkonomiske omkostninger.

Af Figur 12 fremgår det, at varmepumpe-scenarierne er mest følsomme overfor ændringer i investeringsomkostninger (være det sig afgrænset til energiforbedringer eller totalt), mens O-, MP- og AP-scenarierne er mest følsomme overfor udsving i brændselspriser. Dette er i øjemed ovenstående om de forskellige omkostningers betydning i de enkelte scenarier. Beregningernes robusthed overfor en ændring af diskonteringsrenten vurderes også at kunne beskrives som moderat og giver ikke anledning til revurdering heraf. Alt i alt vurderes de samfundsøkonomiske vurderinger derfor at være robuste, hvor de to afgørende faktorer, investerings- og brændselspriser, dog skal vurderes omhyggelige.



Figur 13: Følsomhedsberegningernes påvirkning på nutidsværdien af de brugerøkonomiske omkostninger.

Ved evaluering af Figur 13 findes det, at de overordnede tendenser i Figur 12 går igen, dvs. olie- og fastbrændsels-scenarierne er også i brugerøkonomien mere følsomme over for variation i brændselspriserne, mens varmepumpe-scenarierne er mest følsomme overfor variation i investeringsomkostningerne. Desuden findes markante forskelle i hvor følsomme de forskellige scenarier er overfor en variation af diskonteringsrenten, hvor scenarierne uden energiforbedring, og dermed med højere løbende omkostninger til brændsel og evt. afgifter er mere følsomme overfor en ændring af renten.

Det konkluderes også for de brugerøkonomiske vurderinger, at disse alt i alt er robuste.

3.9 DISKUSSION

Den mest iøjnefaldende konklusion af de samfunds- og brugerøkonomiske analyser vurderes at være uligheden mellem de samfunds- og de brugerøkonomiske resultater af de forskellige "grupper" af scenarier. Mens olie-scenarierne resulterer i de højeste samfunds- og brugerøkonomiske resultater, findes ikke lige så klare afgrænsninger for fastbrændsels- og varmepumpescenarierne. Herved er en konklusion, at de meget fordelagtige brugerøkonomiske omkostninger ved fastbrændsels-fyrene ikke afspejler de samfundsøkonomiske meromkostninger i sammenligning med varmepumpe-scenarierne. Omvendt afspejler de brugerøkonomiske priser ikke de samfundsøkonomiske fordele ved varmepumperne. Dette giver brugerøkonomisk incitament til at vælge en samfundsøkonomisk u hensigtsmæssig løsning i form af fastbrændselsfyrene.

En oplagt måde at ændre dette misforhold på er ved en ændring af afgifterne på området. Således har en "Forsyningssikkerhedsafgift", der skulle have medført en forøgelse af afgifter på fossile brændsler og en indførelse af afgifter på VE-brændsler, været diskuteret. Afgiften blev dog aldrig indført, hvilket resulterer i den ovenfor præsenterede konklusion og vedligeholder biobrændslernes brugerøkonomiske fordele. (Finansministeriet 2014)

I stedet for, eller som supplement til, dette tiltag, kan også den brugerøkonomiske pris af varmepumperne tilpasses, med henblik på at afspejle de samfundsøkonomiske omkostninger bedre. Én

måde for at opnå dette findes i en afgiftsreduktion, hvor en nedsættelse af eller fritagelse fra PSO-afgiften findes at være en oplagt mulighed. Udover at være et rent økonomisk værktøj til i højere grad at lade de samfundsøkonomiske omkostninger være afspejlet i brugerøkonomien findes det ved en sænkelse af/fritagelse fra PSO-afgiften, at formålet med PSO-midlerne er dækket mere korrekt. Et centralt formål ved PSO er at give tilskud til VE (Energinet.dk 2012), hvor det vurderes, at integrationen af VE i det danske energisystem vurderes at være et værdigt formål at støtte, med henblik på at øge den samfundsøkonomiske værdi af VE-el (MB Blarke 2014, 8 April). De i Kapitel 1 omtalte undersøgelser påpeger herved det omfattende bidrag til integrationen af VE-el, som varmepumper kan gøre, hvorved formålet findes opfyldt.

En usikkerhed ved de gennemførte analyser findes i prisen på energiforbedringer. Således er den anvendte pris på 130.000 kr. et meget vage estimat og vil kun svært kunne generaliseres. Samtidigt er energirenoveringerne dog typisk forbundet med andre, ikke monetært kvantificerbare fordele for forbrugeren, i form af bedre indeklima mv (Energistyrelsen 2015a; ProjectZero 2014). Denne fordel for samfundet vurderes derfor at balancere usikkerheden ved den økonomiske udgift til energibesparelserne, hvor en vis usikkerhed dog består. De nævnte afledte fordele ved energiforbedringerne gør derfor også, at den for varmepumpe-scenarierne minimale samfundsøkonomiske ulempe ikke vurderes kritisk, for tiltagenes hensigtsmæssighed.

I de anvendte energipriser findes en yderligere usikkerhed. Det er således uvist, hvilke faktorer indgår i fastsættelse af priserne på bl.a. træpiller, dvs. i hvor høj grad konsekvenser af produktion mv. indgår i prisfremskrivningerne. Ligeledes er det uvist hvorvidt den omtalte samfundsmæssige fordel ved at anvende bioressourcer i centrale anlæg, fremfor i individuelle fyr, indgår i beregningen, hvilket yderligere vurderes at gøre den samfundsøkonomiske pris ved træpiller misvisende i forhold til de omkostninger der reelt vil skulle afholdes af samfundet, ved et øget forbrug af træpiller til den individuelle opvarmning. Idet en kvantificering af disse meget vage omkostninger dog vurderes at være umuligt, må dette accepteres som fejlkilde, men huskes i vurderinger af scenarier, der involverer træpiller eller andre biobrændsler. Yderligere må det forudsættes, at de samme forudsætninger anvendes for fremskrivning af samtlige brændsler og el, hvorved fejlkilden kan reduceres i omfang.

En anden usikkerhed ved priserne findes i de generelt høje priser for træpiller hos Energistyrelsen (2014b). For 2015 findes disse at være 32 % højere end hvad fx husstand B i den efterfølgende beskrevne undersøgelse af husstande i Mariagerfjord Kommune betaler for de træpiller husstanden får leveret fra Tyskland en gang årligt (se Bilag A). Dele af denne prisforskel kan evt. forklares ved at være Energistyrelsens forsøg på at dække de merudgifter for samfundet, udover forbrugerprisen. Det fremgår af følsomhedsberegningerne, at brændselsprisen er en af de mest følsomme faktorer for brugerøkonomien i fastbrændsels-scenarierne, hvorfor en lavere forbrugerpris, der bedre afspejler de faktisk mulige forhold, blot vil gøre ovennævnte spænd mellem bruger- og samfundsøkonomien for fastbrændsels-scenarierne større. En anden påvirkning på ovenstående resultater herved ligger i det (endnu) større forvriddningstab, der opstår ved at private husholdninger køber brændsel i udlandet, da skatteprovenuet ved køb af brændsel herved reduceres til moms på transportydelsen af brændslet til forbrugeren.

3.10 OPSAMLING

I dette kapitel er de generelle forudsætninger for udviklingen i boligopvarmningen i Område IV i Mariagerfjord Kommune beskrevet. Det findes at den nuværende varmeplanlægning efterlader 28 % af boligerne udenfor de områder der er udlagt til fjernvarme- eller naturgasforsyning. Kommunen er dog bevidst om relevansen af at undersøge mulighederne for tiltag i Område IV, samtidigt med det øvrige igangværende arbejde mod en mere strategisk tilgang til energiplanlægningen i kommunen.

På baggrund af oplysninger i BBR findes en relevant eksempel-bolig at være et fritliggende enfamiliehus/stuehus med et boligareal på 160 m², der opvarmes af oliefyr, idet de 160 m² ligger tæt på såvel gennemsnit som median for boligarealet i kommunen, mens 63,7 % af boligerne i Område IV har angivet oliefyr som varmeinstallation i BBR. Ud fra erfaringstal i undersøgelser ved SBI og Energistyrelsen vurderes et typisk netto-energibehov til opvarmning at være 260 kWh/m².

Som tekniske alternativer for denne eksempel-bolig opstilles en række scenarier, der varierer i valg af varmeinstallation (kondenserende oliefyr, manuelt/automatiseret fastbrændselsfyr, luft:vand varmepumpe, væske:vand varmepumpe), gennemførelse af energiforbedringer ved boligen, samt om husstanden får udbetalt varmetillæg igennem Udbetaling Danmark.

Omlægningen af varmeforsyningen af denne eksempel-bolig vurderes dernæst ud fra de samfunds- og brugerøkonomiske nutidsværdier af de opstillede scenarier. Heri findes det, at de samfundsøkonomisk mest forsvarelige projekter findes at være varmepumpe-løsninger, uden at der gennemføres energiforbedringer i boligen, mens oliefyr og fastbrændselsfyr resulterer i de største samfundsøkonomiske omkostninger. Dette afspejles dog ikke i ønskværdig grad i brugerøkonomien, hvor det er luft:vand varmepumpe-scenariet, der indebærer energiforbedringer der er mest fordelagtigt, efterfulgt af en løsning med manuelt fastbrændselsfyr. Deraf følger, at de samfundsøkonomiske omkostninger ikke afspejles tilpas i brugerøkonomien og dermed motiverer til at samfundsøkonomisk uhensigtsmæssige valg træffes af forbrugeren. Yderligere findes det at der på baggrund af de anvendte antagelser ikke er samfundsøkonomiske fordele ved at energiforbedre, mens det for varmepumpernes tilfælde resulterer i brugerøkonomiske besparelser. Dette besvarer samtidigt underspørgsmål I til forskningsspørgsmålet.

4 FORBRUGERNES VALG AF OPVARMNINGSFORM

I dette kapitel præsenteres resultaterne af undersøgelsen af et udvalg af borgere i Mariagerfjord Kommune, vedr. deres overvejelser i forbindelse med skift af varmeinstallation. Kapitlet indledes af en introduktion til husstandene, der har valgt at bidrage til undersøgelsen, hvorefter deres besvarelser præsenteres i henhold til de af Michelsen & Madlener (2013) opstillede kategorier af rationaler. Til sidst diskuteres det fundne med henblik på at finde et svar på underspørgsmål II til forskningsspørgsmålet, der lyder:

”Hvilke faktorer påvirker forbrugerne i Område IV ved valg af varmeinstallation?”

4.1 INTRODUKTION TIL CASEN

Som led i nærværende kandidatprojekt er en række borgere i Mariagerfjord Kommune interviewet vedr. deres overvejelser i forbindelse med udskiftning af varmeinstallation og energiforbedringer. Borgerne er udpeget igennem deres deltagelse i føromtalt Energi-9550 projekt, idet det herved kan forudsættes at husstande i nogen grad har forholdt sig til opvarmningsforholdene i deres bolig indenfor det sidste halve år. Kontaktoplysninger er stillet til rådighed af parterne i Energi-9550 og husstandene er kontaktet via e-mail. Den initierende e-mail blev sendt til 22 husstande, hvoraf blot tre valgte at stille op til interviews. Resultater der præsenteres i nedenstående kan derfor ikke anvendes til at generalisere for en større population og vurderes at skulle anvendes med forbehold. De tre husstande karakteriseres kort i det følgende for at danne en baggrund for de efterfølgende besvarelser.

HUSSTAND A

Husstand A er en familie på to voksne og to børn, der bor i en villa i udkanten af Assens. Boligen er et parcelhus fra 1970 med et boligareal på 210 m², heraf 68 m² kælder, og forsynes af fjernvarme fra Assens. Husstandens motivation for at deltage i projektet var en generel interesse for forbedringsmuligheder, snarere end et reelt behov, efter at være blevet opmærksomme på projektet igennem annoncering i lokalbladet. Screeningen ved energirådgiveren gav anledning til udskiftning af en fryser og en række lysarmaturer til LED.

HUSSTAND B

Husstand B udgøres af et ældre par, der bor i stuehuset til et nedlagt landbrug med et boligareal på 261 m², med dertilhørende udhuse og lader. Stuehuset er opført i 1907, men er grundsaneret i 1998 og opvarmes i dag af en manuelt fyret træpillekedel, der er installeret for få år siden. Om sommeren dækker en el-patron brugsvandsbehovet. Husstand B reagerede på annoncer i et lokalblad, efter at man til borgermøde i forbindelse med projektet havde fornemmet der ikke var den håbede opbakning. Yderligere havde parrets svigersøn i forbindelse med en videreuddannelse i termografering, analyseret bygningen for kuldebroer, mv. dog uden resultat. Således var det snarere en symbolsk støtte til kommunens projekt, end et reelt behov, der motiverede deltagelsen i Energi-9550. Screeningen af

boligen resulterede i anbefaling om udskiftning af en kumrefryser og to cirkulationspumper fra Grundfos Alpha til Alpha2, med en anslået tilbagebetalingstid på 15 år.

HUSSTAND C

Husstand C er et par, hvoraf pt. kun konen bor i boligen, da parret også har en bolig på Grønland. Parret pendler mellem de to boliger. Boligen er opført som fritidshus i 1992 og indgår som erstatning som det gamle stuehus på en ældre gård fra 1890. Boligen er på 90 m² boligareal, heraf 25 m² hems, og opvarmedes oprindeligt med gulvvarme der forsynedes af el-patron og brændeovn i stuen. Stuen udgør hjertet af boligen, med adgang til alle rum på nær entréen. På baggrund af screeningen af boligen blev den eksisterende varmforsyning suppleret med en luft til luft varmepumpe i stuen, der var det eneste forslag, der blev anbefalet i screeningen. Motivationen for at få gennemført en screening var en mistanke om at gulvvarme-systemet ikke var den mest hensigtsmæssige løsning, økonomisk, hvilket også var blevet fremhævet i energimærkningen, i forbindelse med salget i 2014. Heri var bygningen energimærket F.

4.2 RESPONDENTERNES RATIONALER

ØKONOMI

Økonomien ved varmeinstallationen spiller umiddelbart den største rolle for alle tre husstande. Den nævnes således specifikt som den mest fremtrædende og indflydelsesrige af de fem præsenterede kategorier.

Ved vurderingsmetoden af økonomien ved forskellige tiltag stoler husstandene i høj grad på de anbefalinger som fx energikonsulenten anvender. Således anvendes en simpel tilbagebetalingstid i såvel energimærkninger og screeningsrapporterne fra HusetsEnerg, hvilket er en vurderingsform, som husstandene synes er meget anvendelig. Da de i interviewsene konfronteres med begreberne nutidsværdi og totaløkonomi, er der delte reaktioner: A og B synes at det lyder meget anvendeligt og hensigtsmæssigt at inddrage løbende omkostninger, udviklinger heri mv. i betragtning ved en vurdering, mens C fortsat primært vil forholde sig til de anbefalinger, der præsenteres efter en screening.

I forlængelse heraf findes det at C ikke havde en fast holdning om vurderingen af økonomien, men ville gøre det afhængigt af det konkrete eksempel. I pågældende eksempel var installationen af luft:luft-varmepumpen anslået til en investering på 19.000 kr., resulterende i en tilbagebetalingstid på blot 2,24 år. A og B nævner til gengæld at de i al fald ville vurdere investering i forhold til de løbende omkostninger, der ville være forbundet med udskiftningen.

Med hensyn til priser på og finansiering af tiltag, er der ikke identificeret nævneværdige observationer, idet ingen af husstandene fik anbefalet større tiltag, der ville forudsætte finansiering. De konfronteres derfor med hypotetiske situationer med investeringer i størrelsesordenen >100.000 kr. hvor alle nævner at man ville indhente flere tilbud på projektet. Alternativt, for varmeinstallationens vedkommende præsenteres de for muligheden at lease fx en varmepumpe, som ingen af husstandene umiddelbart

har nogle betænkninger ved. Det er herved den resulterende, anslåede årlige varmeudgift og i en vis grad også en forudsigelighed ved denne, der er styrende i dette henseende.

I forhold til prioritering af udgifter vedr. boligen nævner Gram-Hanssen (2014) at husstande ofte vælger luksus-prægede tiltag over funktionelle. Denne tese er afprøvet i interviewsene ved at spørge hvorledes der (i en hypotetisk case) ville prioriteres mellem hhv. et nyt køkken/terrasse og haveanlæg eller isolering, med henblik på at udrydde eksisterende kuldebroer. Alle tre husstande er herved enige i, at funktionen vil være det mest afgørende at investere i.

FORHÅNDSDANNEDE HOLDNINGER OM VARMEINSTALLATIONER

A udtrykker en meget hård kritik ved oliefyr, der efter A's vurdering ikke udgør en reel mulighed for boligopvarmningen. Dette begrundes med faktorerne miljø og økonomi, hvor det særligt er CO₂-udledningerne i forbindelse med oliefyret der afholder A fra at se oliefyr som et reelt alternativ. Solvarme og træpiller vurderes derimod som en meget relevant løsning.

B beskriver sit træpillefyr som ganske velfungerende og billigt, hvilket fremhæves som positive egenskaber. Oliefyr betragtes som værende den mest komfortable løsning, hvilket dog er udelukket grundet pris og en generel holdning til at *"oliefyr hører fortiden an"*. På grund af en lade med en sydvendt tagflade (350 m²) ville et solvarme eller PV-anlæg med varmepumpe virke meget interessant og oplagt, hvilket dog er vurderet for omfattende et tiltag. Samtidigt vurderer B at omlægning af bygningens varmesystem ville være nødvendigt i forbindelse med at tage en varmepumpe i brug, hvorfor varmepumper altså betragtes som en besværlig løsning, taget de store initierende tiltag og forandringer i betragtning.

C nævner ingen forhåndsformede holdninger, men er positivt stemt overfor varmepumpen, der er installeret, på trods af den plads den indtager på stuevæggen. Den positive oplevelse skyldes primært driftsvenligheden, samt en forventning om nedsat driftspris. Samtidigt har den medført højere komfort i boligen, idet den styres af termostat og renser den luft der cirkuleres.

EKSTERNE FAKTORER

A nævner miljøhensynet som værende meget vigtigt og afgørende i hans valg af varmeinstallation. I forbindelse hermed opfattes træpiller og solvarme som de mest miljøvenlige brændsler, der samtidigt ville udgøre den for A åbenlyse løsning, hvis ikke huset var forsynet med fjernvarme. Det er fortsat økonomien der er styrende faktor ved valg af varmeinstallationen, men A udtrykker at være villig til en (mindre) merudgift, hvis dette ville føre til en mere miljøvenlig varmeforsyning.

B nævner ligeledes miljøhensynet som én af indflydelserne ved valg af varmeinstallation, hvor B dog er den eneste, der nævner varmepumper som miljøvenlig varmeinstallation, taget den norske vand- og danske vindkraft i betragtning.

I forhold til forsyningssikkerheden føler ingen af husstandene sig truet af en knaphed på nogen af de præsenterede brændsler. Mangfoldigheden i leverandører for træpiller, både i ind- og udland nævnes af B som værende et udtryk for sikkerheden i forsyningen med træpiller. B, der selv havde oliefyr i de to boliger han boede i, i hhv. 1972/73 og 79, har dette in mente ved valg af leverandør, men ved at bestille

brændsel for et år ad gangen føler B sig fleksibel nok til at kunne omlægge sin brændselslevering, hvis det skulle blive nødvendigt.

KOMFORT

Komforten er vurderet at være næstmest afgørende i valg af varmeinstallationen. Således nævner alle tre husstande én eller flere komfort-relaterede forhold som værende af betydning. For C skal en varmeinstallation medføre så lidt vedligehold som muligt, hvilket er hovedårsagen til den positive oplevelse med den installerede varmepumpe. B udtrykker ønske om en form for driftssikkerhed og konstant varme, primært grundet sygdom (gigt). A udtrykker ønske om en vis form for automatisering af kedelanlægget, for at begrænse den tid der bruges på at fyre.

A og B nævner dog samtidigt at tilsyn med kedelanlæg mv. udgør en naturlig del af at bo udenfor de kollektive forsyningsområder. I B's tilfælde er det, på grund af mandens sygdom, konen, der påfylder brændsel i brændselsbeholderen, samt står for en vigtig del af det løbende vedligehold af anlægget.

INDFLYDELSE AF OMGANGSKREDS MV.

Kommunens tiltag med Energi-9550 opleves meget positivt af de adspurgte husstande. Som C udtrykker det, *"forpligter projektets geografiske afgrænsning"*. Det opfattes således som at svigte kommunens tiltag, ved ikke at støtte projektet, hvilket ikke vurderes at have haft den samme effekt ved et projekt for fx alle kommunens-borgere. I forhold til mulige andre aktører på tilsvarende projekter, udtrykker B en generel mistillid til mere overregionale og særligt kommercielle aktører. Kommunen opfattes af B herved som den eneste virkelig uvildige aktør, der ikke har en skjult dagsorden i form af en politik der skal gennemføres eller et produkt der skal sælges. A oplever ingen afgørende forskel på om det var hhv. Energistyrelsen eller kommunen der tilbød en gratis energivurdering og tog blot imod tilbuddet på baggrund af avisannoncering. Det opleves dog stadig positivt, at kommunen igangsætter tiltag, der kan komme den enkelte til gode og viser en form for synlighed i kommunens virke, der opfattes positivt.

For alle tre husstande spiller det en stor rolle, at HusetsEnergi præsenterede sig selv som uafhængig rådgiver, der ikke solgte andre produkter og ydelser end selve rådgivningen. I øjemed dette nævner B en generel mistillid til kommercielle aktørs *"tilbud"*, der betragtes som reklame. Lignende gør sig gældende for A, der til enhver tid vil indhente flere tilbud på tiltag, samt selv følge op på givne påstande for at kontrollere deres validitet.

Ingen af de tre adspurgte husstande oplever at efterisolering, udskiftning af varmeinstallation el.lign. er et typisk samtaleemne i de private omgangskredse. En mindre undtagelse herved er C, der oplever at Energi-9550 projektet i stigende grad er blevet drøftet til fællesaftener i forsamlingshuset. Efter at husstanden fik en meget positiv oplevelse med energivurderingen er C således blevet opfordret af kommunen til at motivere flere naboer til at melde sig til projektet.

4.3 DISKUSSION OG OPSAMLING

Undersøgelsen viser, at faktorerne økonomi og komfort er de mest afgørende for de undersøgte husstande. I forbindelse med økonomien anvendes primært de økonomiske vurderingsværktøjer (simpel tilbabetalingstid) som husstandene præsenteres for i forbindelse med forslag og vurderinger. Da A og B præsenteres for den i dette projekt anvendte vurderingsmetodes koncept, der inkluderer løbende omkostninger til afgifter mv. og diskontering, vurderes dette at være meget relevant, dog uden at have været anvendt tidligere. Udviklingen og den langsigtede betydning af afgifter er ikke noget, nogen af husstandene tidligere har undersøgt nærmere, udover at de i større eller mindre omfang måtte være indgået i en tilbageliggende vurdering. Dele af forklaringen herpå må dog antages at findes i at A og B ikke for nyligt har skullet skifte varmeinstallation, hvor det ikke er undersøgt i hvilken grad og på hvilken måde prisudviklinger indgår i de endelige resultater, som forbrugerne præsenteres for.

De af Michelsen & Madlener (2013) præsenterede kategorier for rationaler vurderes ud fra undersøgelsen meget anvendeligt, hvor dog det bagvedliggende princip om at undersøge valg af varmeinstallation isoleret set, vurderes mindre anvendeligt. De adspurgte husstande ser således de forskellige forbedringer af udskiftninger i deres bolig ud fra en samlet vurdering, snarere end at se dem som adskilte projekter.

I forhold til vurderingen af totaløkonomien ved de forskellige alternativer vurderes den i nærværende projekt anvendte tilgang med en nutidsværdi for en 20-års periode at virke overvældende, på trods af at A og B udtrykker det som vigtigt at tage højde for de løbende omkostninger mv. Hertil skal det dog nævnes, at respondenterne blev konfronteret med nutidsværdi-analysen i løbet af det korte interview (ca. 30 minutter), hvor der i et møde i forbindelse med en energivurdering ville være bedre muligheder for at drøfte de forskellige muligheder for at vurdere projektets økonomiske konsekvenser for borgeren.

Et andet punkt der nævnes af B er, at han som deltager til de af kommunen arrangerede informationsmøder fik det indtryk, at det primært var borgere, der i forvejen havde lavet forbedringer af deres bolig og som primært søgte at få kontrolleret om de gennemførte tiltag var tilstrækkelige. Dette bekræftes af I Taylor & KE Jensen (2015, 7 April), hvilket rejser spørgsmålet om hvor vidt projektet rammer skævt i forhold til målet om at undersøge mulighederne og rationalerne blandt de borgere der har et konkret behov for energiforbedringer og udskiftning af oliefyr. Tesen bekræftes i en vis grad af A og B, der begge ikke havde et konkret behov for forbedringer. Det er dog uvist hvor mange af de igennem Energi-9550 gennemførte vurderinger var mere "behovs-motiverede" end netop A og B.

Underspørgsmål II til forskningsspørgsmålet kan dermed besvares med at brugerøkonomien vurderes at være det mest afgørende rationale for forbrugerne, hvor en vis form for komfort skal være opnået. Boligejerne ser forbedringerne af deres boliger som komplekse tiltag og skelner herved ikke nødvendigvis mellem fx energirenoveringer og varmeinstallation, men ser det som samlede projekter. Dette understreger blot yderligere, at løsninger for boligejere er meget mangfoldige og yderst afhængige af den konkrete husstand og bolig, snarere end at kunne generaliseres for fx hele boligmassen i Område IV. Den af Mariagerfjord Kommune valgte tilgang med at tilbyde gratis

grundlæggende vurderinger af boligen igennem en uvildig rådgiver, uden salgsinteresse, vurderes derfor at være en meget passende.

Grundet undersøgelsens lille population på blot tre respondenter, har det ikke været muligt at afprøve de resterende teser hos Michelsen & Madlener (2013). Heri findes således signifikante forskelle med henblik på fx økonomiens rolle, alt efter hvilken varmeinstallation husstanden har valgt. Derudover beskrives en gruppe forbrugere, der kan kategoriseres som værende ”konsekvens-bevidste”, hvilket bl.a. resulterer i at højere priser accepteres, hvis varmeinstallationens miljøpåvirkning mindskes. Modsat er de komfort-orienterede forbrugere villige til en merpris i varmeinstallationens totaløkonomi, forudsat dette afspejles i et højere komfortniveau i forhold til bl.a. arbejdsomfang til tilsyn og vedligehold, bestilling og påfyldning af brændsel mv. Det generelle billede hos Michelsen & Madlener (2013), af at forbrugeren primært påvirkes af en blanding af (total-)økonomien og komforten, hvorefter der findes mindre variationer i forhold til de resterende tre kategorier af rationaler, er dog ikke vurderet afvist igennem undersøgelsen af forbrugerne i Energi-9550-projektet.

5 INDIVIDUELLE VARMEPUMPER I DEN KOMMUNALE STRATEGISKE ENERGIPLANLÆGNING

I dette kapitel drøftes de muligheder Mariagerfjord Kommune har for at fremme udviklingen med varmepumper i Område IV. I Kapitel 3 er de eksisterende tiltag, herunder Energi-9550 beskrevet, hvor de i dette kapitel drøftes i det kommunal- og forvaltningsretlige perspektiv. Kapitlet indledes af en gennemgang af den rolle som boligopvarmningen i Område IV kan have i kommunens strategiske energiplanlægning, hvorefter de juridiske rammer, som arbejdet skal indpasse sig efter, drøftes. Dernæst beskrives andre mulige roller som kommunen kan indtage og arbejdsopgaver de kan påtage sig, med henblik på at fremme udviklingen af varmepumper i Område IV.

Dette kapitel har dermed til formål at besvare underspørgsmålene III og IV til forskningsspørgsmålet, der lyder:

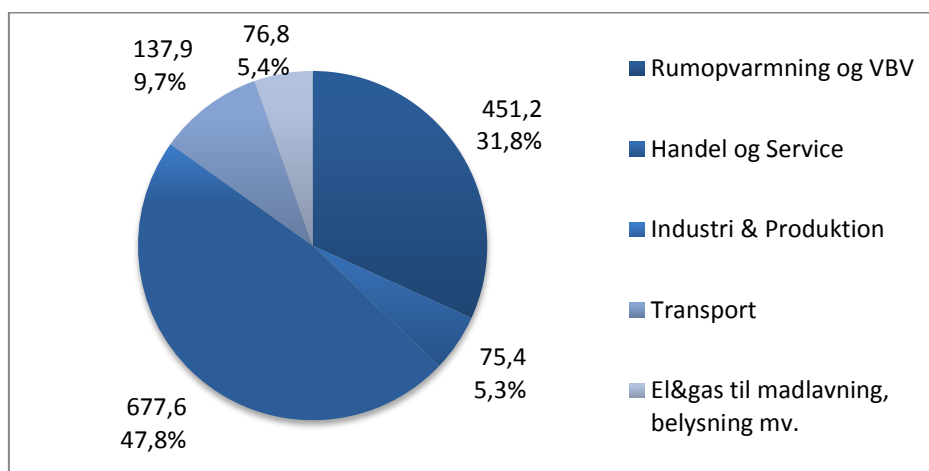
”Hvad er kommunernes interesse(r) i Område IV, i forhold til den strategiske energiplanlægning?”

og

”Hvilke værktøjer (juridiske, økonomiske, kommunikative) har kommunerne til at fremme udbredelsen af varmepumper?”

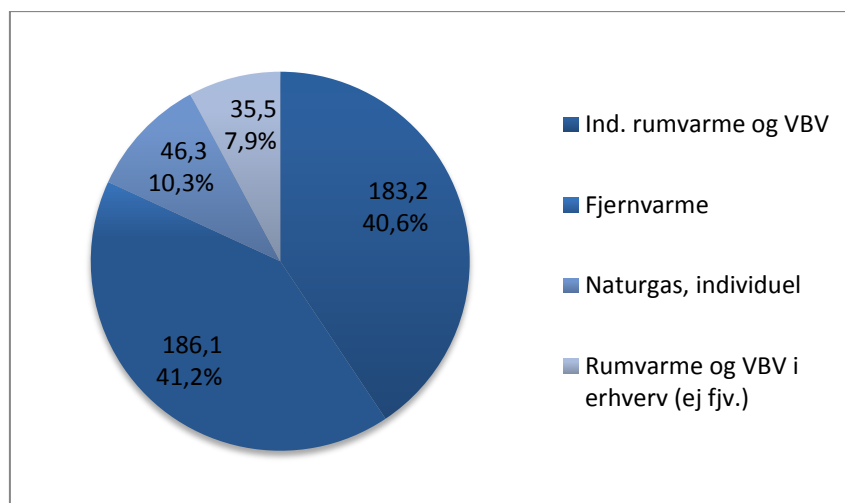
5.1 VARMEPUMPER SOM ELEMENT I DEN STRATEGISKE ENERGIPLANLÆGNING

I dette afsnit undersøges den betydning som boligopvarmningen i Område IV kan indtage i Mariagerfjord Kommunes strategiske energiplanlægning. Analysen baseres på PlanEnergi (ukendt år) der er en analyse af samtlige energistrømme i Mariagerfjord Kommune. Det er udarbejdet som led i den igangværende planlægningsproces, hvor den skal danne datagrundlag for de efterfølgende analyser (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April). Den nuværende fordeling af energiforbruget fremgår af nedenstående Figur 14.



Figur 14: Fordeling af det endelige energiforbrug efter forbruger (2010, GWh)
(På baggrund af PlanEnergi ukendt år)

Som det fremgår af Figur 14 udgør energiforbrug til rumopvarmning og varmt brugsvand (VBV) 31,8 % af det totale endelige energiforbrug pr. 2010 i Mariagerfjord Kommune. Kategorien Industri & Produktion udgør 47,8 % hvor fremstillingsvirksomhederne udgør den største andel, med mindre bidrag fra landbruget, byggebranchen samt gartnerier. De resterende 20,4 % forbruges af sektorerne transport, energiforbrug i boliger mv. ekskl. rumvarme og VBV, samt handel- og service sektoren. Denne fordeling understreger den forholdsvis store rolle som energiforbruget til rumvarme og varmt brugsvand spiller i energiplanlægningen, målt på dens andel af det totale energiforbrug i kommunen. En mere detaljeret opgørelse over fordelingen af forbruget til rumvarme og varmt brugsvand fremgår af Figur 15.



Figur 15: Fordeling af det endelige energiforbrug (GWh) til rumvarme og varmt brugsvand (2010).
(På baggrund af PlanEnergi ukendt år)

Som det kan ses af Figur 15, udgøres op mod 92,1 % af energiforbruget af forbrug til rumvarme og VBV i private husholdninger. 51,5 % dækkes af naturgas og fjernvarme til private husholdninger, hvilket efterlader 40,6 %, eller 183,2 GWh årligt til den individuelle varmforsyning med oliefyr mv., jf. fordelingen i Figur 5, s. 27. Hertil skal det dog bemærkes, at opgørelsen af PlanEnergi (ukendt år) også inkluderer den individuelle opvarmning indenfor naturgas- og fjernvarmeområder og at fordelingen i Figur 5 derfor ikke kan anvendes på ovenstående uden videre.

For at kvantificere det endelige energiforbrug til rumvarme og VBV i Område IV, med henblik på at kunne indgå i ovenstående sammenhæng, anvendes derfor Varmeatlas-metoden, som beskrevet i Afsnit 2.4. For at skabe ensartede og sammenlignelige resultater, overtages de virkningsgrader/COP, der også anvendes af PlanEnergi (ukendt år), der fremgår af Tabel 11. Ved denne metode fås et endeligt energiforbrug i Område IV til rumvarme og VBV på 110,2 GWh, ved et totalt netto-energiebehov på 91,3 GWh. Hertil skal det bemærkes, at tilslutningsgraden indenfor fjernvarme- og naturgasområderne er 77,7 %¹¹ totalt, hvilket efterlader 2.554 individuelt forsynede bygninger indenfor disse områder, sammenlignet med de 4.303 bygninger i Område IV. Dette vurderes at forklare de ovenfor præsenterede forskelle mellem værdierne angivet af PlanEnergi (ukendt år) og det i denne anledning identificerede forbrug.

¹¹ Beregnet på baggrund af BBR-registreringer.

For at vurdere den betydning, som boligopvarmningen i Område IV vil kunne have for energiplanlægningen i Mariagerfjord Kommune, er udvalgte scenarier for det fremtidige enhedsforbrug (kWh/m^2) i Wittchen, Kragh & Aggerholm (2014) anvendt efter samme metode som i ovenstående, hvor enhedsforbruget er erstattet med reducerede værdier. Heri er scenarierne A0 og A2 udvalgt til analysen, som er baseret på den centrale forudsætning, at alle bygningsdele i den danske bygningsmasse udskiftes inden 2050, hvor de nuværende krav i bygningsreglementet overholdes. Undtagelser herved findes i renoveringen af teglmure, hvor 0,5 % af den samlede masse forudsættes renoveret årligt, samt tagbelægninger og ydervægge, hvor 80 % forudsættes renoveret eller udskiftet inden 2050. A0 anses i analysen som business-as-usual scenarie. I A2-scenariet forudsættes en øget oplysning af forbrugerne, hvilket forudsættes at resultere i overholdelse af gældende bestemmelser i Bygningsreglementet i (endnu) højere grad. Enhedsforbruget sænkes i de to scenarier med gennemsnitligt 26,1 % (A0) og 27,6 % (A2), hvor den relative og absolutte forskel mellem det nuværende og fremtidige forbrug er størst for de ældre boliger, jf. det tidligere nævnte om at de største besparelsespotentialer findes i netop de ældre boliger.

Enhed	Virkningsgrad/COP
Oliefyr	80 %
Fastbrændselsfyr	75 %
Elvarme	100 %
Naturgas	90 %
Varmepumpe	2,5

Tabel 11: Virkningsgrader og COP for anlæg jf. (PlanEnergi ukendt år).

Dette, reducerede enhedsforbrug anvendes dernæst på den eksisterende bygningsmasse, hvor det ligeledes forudsættes, at den eksisterende boligmasse renoveres løbende, frem for at blive revet ned og evt. erstattet af nybyggeri. Resultaterne er præsenteret i Tabel 12.

(GWh)	Ref.	A0	A2
Netto-varmebehov	91,3	65,4	67,0
Tilført energi	110,2	23,1	22,7
Gns. virkningsgrad / SCOP	Jf. Tabel 11	3,0 ¹²	3,0

Tabel 12: Fremskrivning af varmebehov og energiforbrug.

Som det fremgår af Tabel 12, findes der betydeligt potentiale for energibesparelser i forhold til den kommunale energiplanlægning. De største besparelser findes herved i den tilførte energi, der, grundet den højere virkningsgrad, er en reduktion på ca. 80 % i forhold til nuværende. Udtrykt som del af det samlede endelige energiforbrug i referencen (2010), vil reduktionen svare til en reduktion af det nuværende samlede energiforbrug i kommunen på 1,7 %. Den omfattende satsning på varmepumper afføder imidlertid en konsekvens for energiforsyningen. Omstillingen til varmepumper vil således ikke blot reducere det eksisterende forbrug af de nuværende brændsler, men betyde en stigning af elforbruget til ca. 23 GWh årligt. Til sammenligning bruges i dag, ved en gennemsnitlig SCOP på 2,5 ca. 1,9 GWh el til varmepumper.

¹² Jf. COWI, Teknologisk Institut and Dansk Gasteknisk Center (2013) anvendes et konservativt estimat for en fuldendt omstilling til varmepumper.

Taget den valgte tilgang til energiplanlægningen i Mariagerfjord Kommune i betragtning, hvor lokale ressourcer ønskes anvendt lokalt, kræver omstillingen til varmepumper derfor en udbygning af vedvarende el-produktion, der dog ligger udenfor dette projekts fokus. Omstillingen vurderes samtidigt at kunne medvirke til den tidligere drøftede politik for lokal anvendelse af bioressourcer, idet presset på ressourcerne mindskes ved omlægningen til el, og disse kan anvendes i de omtalte projekter med bioforgasning, anvendelse i fjernvarme mv. fremfor at blive forbrændt i individuelle kedelanlæg.

5.2 MULIGHEDER OG BEGRÆNSNINGER FOR FREMME AF VARMEPUMPER

I dette afsnit beskrives de muligheder og begrænsninger der gælder med hensyn til kommunens involvering i boligopvarmningen i Område IV. Mulighederne kan også beskrives som de værktøjer, kommunen har for at fremme varmepumper og evt. energiforbedringer, hvor begrænsningerne primært findes i de rammer der igennem Kommunalfuldmagten er sat for kommunens virke. Mulighederne og begrænsninger er delt ind i de juridiske og kommunikative.

JURIDISKE

De juridiske muligheder og begrænsninger er delt op i to overordnede kategorier: Først beskrives de muligheder og begrænsninger som Kommunalfuldmagten giver i henhold til nærværende rapports emne. Dernæst drøftes de muligheder og begrænsninger der ligger i eksisterende juridiske værktøjer i relation til varmeplanlægningen og hvor vidt disse kan anvendes i Område IV.

KOMMUNALFULDMAGTEN

Kommunernes virke er overordnet reguleret igennem Kommunalfuldmagten. Selvom navnet indikerer en reel fuldmagt med indskrevne beføjelser og begrænsninger, er der snarere tale om et princip. Det gælder således som hovedregel, at kommunerne ikke må drive virksomhed, der konkurrerer med private aktører, med mindre der findes særlig lovhjemmel hertil. Lovhjemlen kan være udtrykt i en sektorlov, fx Varmeforsyningsloven for den kollektive varmeforsyning¹³. Alternativt findes de mindre klart definerede områder som kommunerne må engagere sig i. Disse afgøres typiske i enkeltsagsafgørelser og bygger på en række centrale kriterier ved pågældende sag, der skal være opfyldte, for at de kan betragtes at være omfattet af Kommunalfuldmagten. Det gælder således at tiltag skal være motiveret af mindst ét af nedenstående principper, samt at det ikke må stride imod de andre kriterier. (Mortensen & Jensen 2013) Mortensen & Jensen (2013, p. 123)¹⁴ beskriver disse¹⁵ kriterier som:

- Kriteriet om den kommunale interesse
- Almennytteskriteriet
- Princippet om økonomisk ansvarlighed
- Forbud mod begunstiggelse af enkeltpersoner eller enkelte virksomheder
- Forbud mod kommunal berigelse
- Lokalitetsprincippet.

De fleste tiltag kræver en konkret afvejning af ovennævnte kriterier. Mortensen & Jensen (2013). Gammelgaard (2004) og Revsbech (2015) gennemgår en række eksempler af retspraksis, som nedenstående vurderinger er baseret på. For alle de nævnte principper gælder det, at spørgsmålet hvor vidt det pågældende kriterium er opfyldt eller ej, vil være en skønssag. Nedenstående vurderinger er derfor vurderet på et overordnet niveau og skal skønnes på ny for hvert konkret eksempel, hvor det er forsøgt at anvende den mest sammenlignelige retspraksis for nærværende rapports emne. Skønnet vil herved være påvirket af såvel den grad som de forskellige kriterier vurderes at være påvirket af og den grad som kommunen engagerer sig på. (Gammelgaard 2004)

Ovennævnte kriterier kan til en vis grad siges at være affattet i en prioriteret rækkefølge, hvor der dog ikke er tale om en helt entydig prioritering. Således betragtes særligt den kommunale interesse og almenytteskriteriet som meget vigtige, mens lokalitetsprincippet anses for at være et af de svagere principper. Én grund hertil findes i at kommunens motiv for overhovedet at overveje et givent tiltag findes i den kommunale interesse, herunder at påtage sig et samfundsansvar. De andre principper fungerer som kriterier, der skal overholdes, for at Kommunalfuldmagten kan betragtes som opfyldt. Af kriterierne indtager forbuddet mod den enkeltes berigelse en meget vigtig rolle. Det overordnede princip om vedligehold af de eksisterende grænser mellem privat og offentlig virksomhed kan herved anses som rammedannende for principperne som helhed. (Gammelgaard 2004) Kommunalfuldmagten udelukker derfor støtteordninger, der administreres af kommunen og ligeledes projekter, der resulterer i berigelse af den enkelte. I Taylor & KE Jensen (2015, 7 April) nævner i forbindelse hermed, at Energi-

¹³ Idet forsyningsvirksomhed med ledningsført energi, vand- og kloakforsyning, samt indsamling og håndtering af affald betragtes som traditionel forsyningsvirksomhed, jf. Mortensen and Jensen (2013).

¹⁴ Se Bilag B for en mere detaljeret gennemgang af principperne.

¹⁵ Bemærk at listen ikke er udtømmende, men jf. Mortensen and Jensen (2013) giver et godt grundlag for hensyn, der kan fortolkes som værende i overensstemmelse med Kommunalfuldmagten.

9550 kun kunne finansieres af kommunen, idet det var et lokalt afgrænset forsøgsprojekt, der indgik i SmartCityDK-projektet, som kommunen er del af. Ved forsøgsprojekter gælder således undtagelser fra ovenstående principper, hvor det dog endnu en gang er baseret på skøn, hvor vidt kommunen må engagere sig i pågældende projekt eller ej.

Princippet om den kommunale interesse er tidligere forsøgt anvendt for at retfærdiggøre kommunens involvering i en energiforbedringspulje i Kolding Kommune, hvor kommunen ville oprette en pulje til støtte til energiforbedringer til boliger. Den kommunale interesse blev begrundet med energiforbedringernes centrale rolle i at opnå målene om energibesparelser i kommunens Energiby-projekt. Kommunen bad Statsforvaltningen Syddanmark forhåndsvurdere projektet, der i en vejledende udtalelse henviser til en tidligere udtalelse fra Indenrigs- og Socialministeriet. Ifølge Statsforvaltningen og Indenrigs- og Socialministeriet er der ikke fundet særlig lovhjemmel til kommunal involvering i energiforbedringer hos private, idet området er tilhørende på statsligt niveau (Gammelgaard 2004). Det findes heller ikke, at ovenstående beskrevne kommunalretlige principper er opfyldt, hvilket begrundes af flere årsager. For det første findes energiforbedringer ikke at opfylde den kommunale interesse og almenyttekriteriet, da det på forhånd reguleres på nationalt niveau igennem forskellige ordninger og love. Det vigtigste argument imod ordningens lovlighed findes dog i begunstigelsen af enkeltpersoner, idet de husstande, der vil få tilskud, uden tvivl vil være økonomisk begunstiget, overfor dem der ikke gør, i form af værdiforøgelsen af boligen. Derfor er det Statsforvaltningens opfattelse, at kommunal involvering i sådanne, direkte finansierende projekter, ikke er hjemlet i Kommunalfuldmagten. Et andet argument af Kolding Kommune fandtes i at projektet var en forsøgsordning, hvor potentialet i energibesparelser kunne vurderes ud fra konkrete tiltag. Denne forudsætning ændrer dog ikke på Statsforvaltningens vurdering, hvilket kan fortolkes ud fra kravet om økonomisk ansvarlighed, der er tvivlsom i pågældende projekt. (Statsforvaltningen Syddanmark 2009)

Statsforvaltningens udtalelse om at den kommunale interesse ikke er opfyldt i den ovennævnte sag vurderes at være præget af det omfang (2-3 mio. kr. (Statsforvaltningen Syddanmark 2009) midler til puljen), som kommunen havde bedt om at få vurderet. Således vurderes det ikke at stride imod Kommunalfuldmagten for kommunen at engagere sig i projekter i denne anledning generelt, dog er det kommunale interesse ikke stærk nok til at retfærdiggøre sådanne tiltag, samt adskiller kommunens interesse i sagen sig ikke fyldestgørende fra samfundets generelle interesse i energiforbedringer for at kommunens interesse er opfyldt. Det mest afgørende argument imod puljens lovlighed fandtes dog i den begunstigeelse, som energiforbedringerne ville medføre for den enkelte husejer.

Som udgangspunkt er de strategiske energiplaner derfor i overensstemmelse med principperne i Kommunalfuldmagten ud fra den kommunale interesse og at kommunen påtager sig det samfundsansvar, der ligger i ønsket om at bidrage til CO₂-reduktioner og energibesparelser, samt elektrificeringen af boligopvarmningen i Område IV. Derimod er det uvist hvornår projekter og tiltag bliver for omfattende for stadig at overholde kriteriet om økonomisk ansvarlighed, eller hvornår boligejere, der tager imod tilbud fra kommunen anses for at være begunstiget overfor andre boligejere. I tilfældet af Energi-9550, er det vurderet, at projektet ikke havde været tilladt, hvis ikke der var tale om et forsøgsprojekt (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April).

VARMEFORSYningsLOVENS BESTEMMELSER

Varmeforsyningslovens beføjelser til kommunen er stærke juridiske værktøjer til fremme af den kollektive forsyning og dækker over bl.a. muligheden for at udstede tilslutnings- eller forblivelsespligt til kollektive varmforsyningsanlæg. Yderligere er det muligt at nedlægge forbud mod enkelte forsyningsmåder inden for geografisk afgrænsede områder, hvilket i praksis har betydet forbud mod opvarmning med el-radiatorer indenfor forsyningsområderne for hhv. fjernvarme og naturgas. (Mortensen & Gottrup 2007) Tilsvarende muligheder er ikke identificeret for Område IV, hvor de tidligere beskrevne krav, der er udstedt i Bygningsreglementet er de eneste gældende. Dermed har kommunen ingen juridiske værktøjer, der kan tages i brug med henblik på at fremme en given type varmeinstallationer eller forbyde en anden.

KOMMUNIKATIVE VÆRKTØJER

Udover det juridiske grundlag for kommunernes engagement i boligopvarmningen i Område IV, er der identificeret en række værktøjer, hvor kommunen kan udnytte en række kommunikationsværktøjer til at påvirke boligejere og andre aktører til at medvirke i den ønskede udvikling. Værktøjerne er identificeret som energiplaner, generelle informationskampagner samt facilitering af netværk og mulighederne herved beskrives i det følgende.

ENERGIPLANER

Med overgangen til projektsystemet i 1990'erne tabte de eksisterende varmeplaner deres retlige virkning. Energiplaner, der offentliggøres af kommunen sidenhen er derfor snarere hensigtserklæringer og ikke juridisk bindende for husejere, forsyningsvirksomheder, eller hvem ellers måtte være berørt af indholdet. Således kan de fortolkes som værende snarere et politisk værktøj end en bindende retskilde. En praktisk funktion findes derfor i, at de kan sætte ændringer ved varmforsyningen af Område IV, omstilling til varmepumper mv. som et politisk mål for udvikling i kommunen og derved gøre det til et arbejdsområde for den kommunale forvaltning. (Mortensen & Gottrup 2007) Planerne kan således yderligere anvendes til at underbygge den tidligere nævnte kommunale interesse i projekter, hvor en skreven plan anses for at være en stærkere kilde end en mundtlig hensigtserklæring o. lign.

FACILITERING AF NETVÆRK, PARTNERSKABER MV.

I stedet for, eller som supplement til, selv at initiere projekter, der skal sætte energirenovering og udskiftning til varmepumpe i fokus, kan kommuner med fordel indgå i partnerskaber med andre offentlige eller private aktører (eller en blanding af disse). Et af de mest fremtrædende danske eksempler herpå findes i Sønderborg Kommune, med det offentligt-private partnerskab ProjectZero, der er nærmere beskrevet i Tekstboks 2. En udfordring i etableringen af sådanne netværk vurderes at findes i at gøre samarbejdet attraktivt for samtlige parter, uden at give afkald på de politiske målsætninger, som kommunen måtte efterstræbe. Erhvervsmæssige aktører såsom håndværkere, sælgere af varmeinstallationer mv. må således antages at have en erhvervsmæssig interesse i et sådant partnerskab, der for så vidt ikke nødvendigvis konkurrerer mod kommunens mål, men som kan virke fremtrædende for forbrugeren. Husstand B udtrykker dette som at tilbud fra erhvervsdrivende på dette område "som udgangspunkt blot er reklamer" og derfor skal vurderes kritisk. Samtidigt fremhæver B

og C den uvildige rolle som energivejlederen fremhævede som værende meget betryggende. Derfor vurderes det i sådanne partnerskaber altafgørende at have en uvildig part, der kan sikre at de tilbud der gives ikke er motiveret af virksomhedens indtjening ved gennemførslen, men snarere af opfyldelsen af et behov. Dette både for at sikre det overordnede mål om hensigtsmæssig ressourceanvendelse i energiforbedringer og udskiftning til varmepumpe, men også for at sikre borgernes opbakning til partnerskabet og projektet i øvrigt, ved at skabe tillid igennem en uvildig part.

Det i Afsnit 3.1 beskrevne netværk i Mariagerfjord Kommune, Energirådet, er en anden tilgang til partnerskabstanken. Her samarbejder en række lokale energivejledere med håndværkere og banker, der hhv. står for energivejledningen, udførslen af tiltag og finansiering heraf. Fordelen for parterne i fællesskabet findes i et princip om at den forudgående energivejledning betales af banken (i fællesskab med håndværkerne), hvis husstanden vælger at lade en af de deltagende håndværkere udføre arbejdet og finansierer projektet igennem et af de deltagende kreditinstitutter. Netværket har på baggrund af dette været udsat for klager om karteldannelse, hvilket dog blev afvist efter mindre rettelser af forretningskonceptet. (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April) Klagen om karteldannelse fortolkes som at give udtryk for en central svaghed ved dette koncept over for sammenlignelige, herunder ZERObolig i Sønderborg Kommune. Selvom at energivejlederen giver en uvildig vurdering, følger en forventning om valg af et lille udvalg af håndværkere med, når tilbuddet om en gratis energivejledning modtages. Det er ikke undersøgt nærmere hvor konkurrencedygtige de udvalgte håndværkeres tilbud er overfor andre håndværkere i området, men det tages til efterretning, at denne type partnerskaber skal være påpasselige med at overholde en vis form for uvildighed mindst ét sted i processen for at boligejerne ikke får indtryk af kartellignende forhold i partnerskabet og derved mister tillid til projektet.

Konceptet i ProjectZero med en uvildig rådgivning/vejledning, der er godkendt af kommunen, der er lige så uvildig vurderes derfor at være et optimalt design for denne slags projekter, idet det sikrer en faglig vurdering efter godkendte standarder, samtidigt med at denne faglighed ikke sløres af salgshensyn. Samtidigt må det dog erkendes at det forudsætter stor opbakning af de pågældende aktører, ligesom det kræver en meget omfattende indsats af de kommunale energiplanlæggere, hvorfor modellen ikke vurderes at kunne overføres til andre kommuner uden videre. Rollen af det bagvedliggende projekt (ProjectZero) skal også fremhæves, idet det har været meget omtalt såvel i Sønderborg Kommune, som i resten af landet, ligesom det har fået stor politisk opmærksomhed (ProjectZero 2014). Det er derfor tvivlsomt om konceptet ville finde den optimale opbakning i en anden kommune, hvor den begrænsede opbakning til Energi-9550 kan være et tegn på, at det i forvejen er problematisk at aktivere borgerne til at engagere sig.

KOMMUNIKATIONSKAMPAGNER MV.

Et afgørende succeskriterie for samtlige tiltag vurderes i den måde de kommunikeres på. Således forudsætter opbakning til energiplaner, deltagelse i netværk osv. at disse kommunikeres tilstrækkeligt og på denne måde når tilstrækkeligt mange. De tre respondenter i undersøgelsen blev alle sammen opmærksomme på projektet igennem en lokalavis, mens C senere blev bedt om at reklamere for projektet i omgangskredsen for at få større opbakning til projektet. Taget projektets omfang i betragtning vurderes annoncering i lokalavis at være en meget oplagt mulighed hvor mere omfattende initiativer, såsom husstandsomdeling af foldere mv. vurderes at være meget ressourcekrævende, på

trods af at endnu flere ville kunne nås. I forbindelse med informationskampagner vurderes det meget afgørende, at kommunen gør opmærksom på tiltags rolle i forhold til de kommunale målsætninger, således det ikke bliver en simpel orientering om energiforbedrings vigtighed generelt.

Som beskrevet i Tekstboks 2, er der i forbindelse med ProjectZero (og særligt ZERObolig) udarbejdet en meget omfattende hjemmeside, der bl.a. samler informationer for borgere der er interesseret i energiforbedringer og udskiftning af varmeinstallation. Der er således tale om ét samlet sted, hvor borgeren såvel kan orientere sig om kommunens tiltag, samt de tekniske muligheder han/hun kan bidrage med, igennem energiforbedringer eller udskiftning af varmeinstallation. Dette vurderes at kunne øge det omtalte tilhørsforhold, som borgeren kan have eller danne til det kommunale projekt, hvilket vurderes at kunne motivere forbrugeren yderligere, ved at sætte pågældendes mulige tiltag i direkte sammenhæng med de kommunale mål. C nævner i forbindelse hermed hvor forpligtende hun følte at projektet var, idet det var afgrænset til "hendes" postnummer, hvorved hun følte, at succes forudsatte hendes deltagelse. Denne motivation vurderes at kunne overdrages til ét sammenhængende informationssted. Igen er der dog tale om et meget omfattende informationssted, hvor succes vurderes at være afhængig af løbende vedligehold og nyheder i jævne mellemrum.

Inspiration: ProjectZero i Sønderborg Kommune

I Sønderborg Kommune oprettedes i 2007 ProjectZero-fonden, på baggrund af en lokal tænketank, der havde til formål at identificere vækstpotentialer i energieffektivisering og omstilling til VE, med det langsigtede mål om at nå CO₂-neutralitet indenfor Sønderborg Kommune inden 2029 (med undtagelse af bane-, sø- og lufttrafik). Fonden blev stiftet med indskud fra Sønderborg Kommune, dt lokalt el-selskab (SydEnergi), DONG Energy, Bitten & Mads Clausen Fonden (Danfoss) og Nordea Fonden. Midlerne heri blev anvendt til projektets generelle administration og konkrete tiltag. Disse er og var opdelt i forskellige underprojekter, der retter sig mod hhv. boligejere (ZERObolig), erhverv (ZERO+ Business), transport (Grøn Transport) og byplanlægning (ZEROcity). (ProjectZero 2014)

Alle tiltagene er rammestyreret af en masterplan, der udover nævnte mål om CO₂-neutralitet udpeger en række tiltag med henblik på at nå strategiens mål, herunder realiseringen af energibesparelser hos bl.a. private boligejere, erhverv og kommunale bygninger. Kommunens tiltag i egne bygninger skal herved anvendes som ”gode eksempler” for de andre parter. (SRC International 2009)

Som del af ZERObolig blev der i flere faser tilbudt gratis energivejledning til boligejere, der omfattede en grundlæggende gennemgang af boligen og husstandens energivaner. Vejledningen blev gennemført efter standardiserede metoder, der blev udstedt af ZERObolig. Den sidste runde af tilbud om gratis vejledning blev afsluttet i oktober 2014, hvor i alt over 1.300 husstand havde fået en vejledning. Sidenhen er de nævnte krav indarbejdet i et nyt koncept hvor boligejere for egen regning kan få en vejledning, der i indholdet svarer til de vejledninger der tidligere er gennemført som del af ZERObolig. Heri skelnes der imellem en grundlæggende vejledning og en mere omfattende energirådgivning. Udover omfanget af vurderingen, findes også forskellige krav til pågældende, der udfører vurderingen. Mens energivejlederen kan give tilbud på udførelsen af opgaver i forbindelse med vejledningsrapporten, forudsættes det at de rådgivere, der udfører en rådgivning er uvildige og have professionel ansvarsforsikring. For mindre tiltag henvises til håndværkere, der er uddannede energivejledere. (ProjectZero 2014) Det vurderes, at kravene til vurderingsmetoder mv. er udstedt for at dokumentere virksomhedernes relation til ProjectZero.

Derudover blev en række workshops mv. afholdt, for at informere om projektet og engagere borgere til at være en aktiv del af projektet, reflektere over deres energivaner mv. (ProjectZero 2014) Listen over tiltag og arrangementer er lang og spænder vidt og vidner alt i alt om et meget omfattende og ressourcekrævende projekt.

Borgerne informeres om disse tiltag og projekter på ProjectZero's hjemmeside, hvor der yderligere er samlet informationer fra adskillige andre informationssider, såsom spareenergi.dk og hvor der bl.a. også henvises til muligheden for at sælge energibesparelser. Derudover bruges aktivt eksempler til at vise hvordan enkelte borgere bidrager til at nå projektets samlede målsætning. Derudover findes et interaktivt kort over de forskellige cases, virksomheder mv., der indgår i ProjectZero.

5.3 OPSAMLING

Igennem analyserne i dette kapitel er det fundet, at den tilførte energimængde til rumvarme og VBV i Område IV i Mariagerfjord Kommune kan reduceres med 87,1 GWh årligt, forudsat alle bygninger omstilles til varmepumper, med en gennemsnitlig SCOP på 3,5 og bygningerne energirenoveres i takt med at bygningsdele forudsætter dette, jf. udviklingsscenariet Ao hos Wittchen, Kragh & Aggerholm (2014). Dette svarer til en reduktion i det samlede endelige energiforbrug i Mariagerfjord Kommune på 1,7 % i forhold til 2010. Reduktionen i det endelige energiforbrug er dog ikke den eneste afledte effekt af denne udvikling, idet omstillingen medfører en stigning i elforbruget på ca. 21 GWh årligt, forudsat alle andre faktorer bliver ens. Dette vurderes samtidigt at være de to mest afgørende konsekvenser for den strategiske energiplanlægning, idet udviklingen af elforbruget vil skulle indgå i planlægningen for elforsyningen, samtidigt med at reduktion i det tilførte energiforbrug vil bidrage til at opnå målene herom.

Arbejdet med den strategiske energiplanlægning er hjemlet igennem Kommunalfuldmagten, idet kommunen påtager sig et samfundsansvar i form af at bidrage til energieffektiviseringer og strategisk anvendelse af de begrænsede energiresourcer. Yderligere har planerne til formål at skabe udvikling og beskæftigelse i kommunen, hvilket anses for at være en naturlig kommunal interesse. Kommunalfuldmagtens bestemmelser om den økonomiske forsvarlighed, samt forbud mod begunstigelse af enkelte personer og virksomheder sætter rammer for hvor omfattende kommunens involvering i de givne projekter må være. Udtalelser fra Indenrigs- og Socialministeriet, såvel som Statsforvaltningen Syddanmark lægger således op til at (del-)finansiering af privates energiforbedringer ikke er hjemlet i den daværende (2009) lovgivning, hvor der ikke er fundet anledning til en anderledes fortolkning efter gældende lov. Hvor omfattende en kommune må engagere sig i disse projekter er genstand for enkeltsagsafgørelser på baggrund af skøn, hvor ovennævnte udtalelse er almen anvendt som retskilde i tilsvarende projekter.

Kommunal involvering i partnerskaber, på baggrund af planer, der frem for alt må betragtes som hensigtserklæringer, er derfor vurderet at være den mest oplagte måde for kommunen at engagere sig i Område IV. Det eksisterende partnerskab i Sønderborg Kommune i medfør af ProjectZero og ZERObolig danner herved inspiration for mulige tiltag, der bl.a. omfatter egne informationskampagner, tilbud om energivejledning igennem partnerskabet mv. Arbejdsomfanget ved ZERObolig er dog vurderet meget omfattende og ressourcekrævende, hvorfor det er tvivlsomt om det kan anvendes udenfor ProjectZero, der danner kontekst for tiltagene. Som vigtigt element findes en uvildig part i partnerskaberne, således de ikke får karakter af karteldannelse el.lign., hvilket er en rolle som kommunen umiddelbart kan indtage, hvor den kommunale interesse dog ikke må underkaste sig de andre parter hensyn.

6 DISKUSSION

Denne diskussion er delt op i de tre samme overordnede emner, som analysen: Økonomien, borgeren og den kommunale energiplanlægning. Hvor afgrænsede diskussioner er sket løbende igennem rapporten, findes her en mere overordnet diskussion af udvalgte forhold.

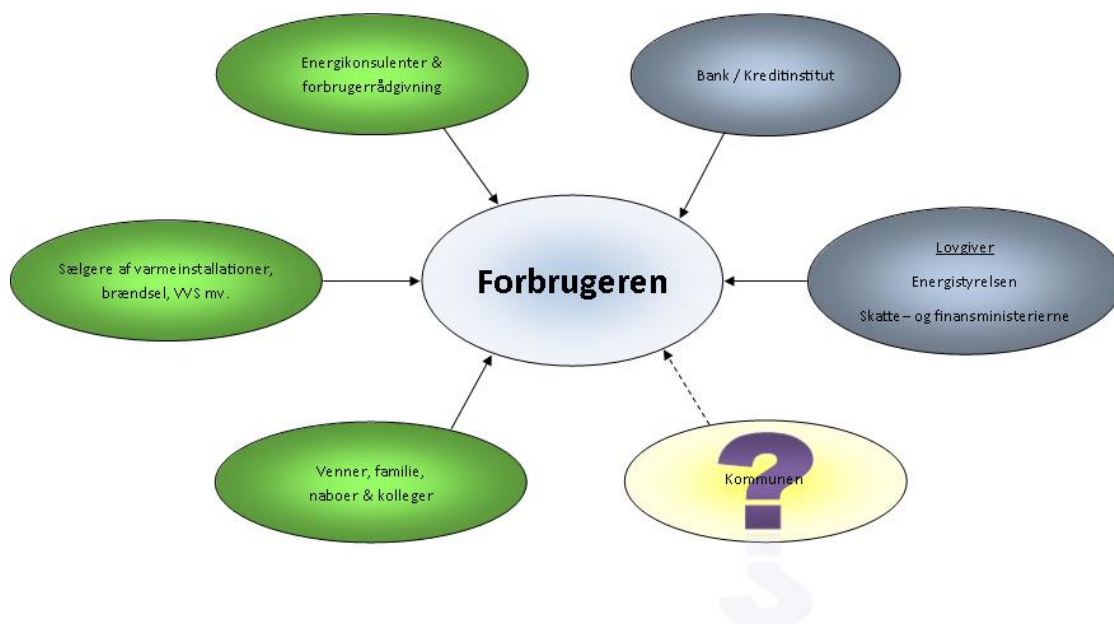
6.1 DE ØKONOMISKE FORHOLD

Misforholdet mellem de samfunds- og brugerøkonomisk mest fordelagtige løsninger er vurderet den mest afgørende konklusion af de økonomiske vurderinger. En måde for kommunen at gøre borgerne opmærksomme på misforholdene, er ved at konfrontere forbrugerne med de samfundsøkonomiske konsekvenser ved de forskellige tiltag. I det eksisterende informationsmateriale (Mariagerfjord Kommune 2011; ProjectZero 2014) omtales særligt varmepumperne som værende det ”mest miljørigtige alternativ”, eller som værende ”den løsning, der spiller den vigtigste rolle i omstillingen af energisystemet”. Disse overfladiske betragtninger vurderes i informationsmaterialet, herunder casesamlingerne, at kunne suppleres med de akkumulerede omkostninger for samfundet over en 20 års periode for derved at gøre forbrugerne opmærksom på de fundne misforhold, evt. vejledt af en faktaboks vedr. vurderingsmetoden. Forbrugeren får på denne måde et bredere indblik i konsekvenserne af et givent valg og valget vurderes at kunne ske på en mere oplyst baggrund. Husstand A og B giver således udtryk for, at de vil være interesserede i de økonomiske konsekvenser ved forskellige alternativer på sigt, hvor der ikke er fundet anledning til at konkludere andet end ovenstående. Dette konkluderes på trods af en generel forsigtighed omkring hvor meget information borgerne skal konfronteres med, hvor det således vurderes at kunne afprøves i et konkret projekt og evaluere reaktionerne. Herved vil kommunen skulle være omhyggelig med at det er en analyse af faktiske forhold, snarere end at være politisk motiveret el.lign., med henblik på at være indtrykket af at være en uvildig part.

En anden konsekvens af priserne ved energiforbedringer findes i forbrugernes økonomiske råderum, samt muligheden for at stille sikkerhed for lån i deres bolig, vis beliggenhed kan være afgørende for om et lån kan optages eller ej. Der findes således en voksende popularitet for lån, udenom de traditionelle kreditinstitutter, der medfører højere renter, samt større risici for forbrugeren, men som grundet afvisninger i konventionelle kreditinstitutter finder voksende popularitet i yderområderne. (Olsen 2015) Denne gruppe af forbrugere har således ikke mulighed for at optage et ordinært lån til en engangsinvestering til de i denne rapport foreslåede tiltag, på trods af at de måtte resultere i en lavere nuværdi over 20 år. De i analysen omtalte tilbud fra kreditinstitutter med lavere renter til energiforbedringer vurderes i dette perspektiv at være en forbedring for de forbrugere der har det nødvendige råderum, hvilket dog efterlader en gruppe af forbrugere, som må forventes at vælge den løsning med de laveste investeringsomkostninger, idet finansiering af engangsydelsen må antages at udgøre den største forhindring.

6.2 BORGERNES ROLLE(R)

Igennem analysen er der ikke fundet anledning til den i Figur 2 præsenterede forståelse af forbrugers rolle og de aktører, der påvirker forbrugeren i valg af varmeinstallation, og som udgør projektets teoretiske forståelsesramme. Hertil skal det dog bemærkes, at den udførte undersøgelse blot har omfattet tre husstande og at generalisering derfor skal ske med omhu. Yderligere gælder det, at alle boligerne har været energirenoveret indenfor det årti og at alle havde deltaget i kommunens projekt, hvorfor der vurderes at være en vis bias i populationen.



Figur 2: Aktørnetværket, der udgør projektets teoretiske forståelsesramme. Blå aktører (lovgiver og banker) forstås herved at have en meget konkret (mulig) indflydelse igennem love og udstedelse af lån, mens de andres indflydelse er begrænset til vurderinger, tilbud og "gode råd". Kommunens rolle er den ubekendte i denne opgørelse og undersøges igennem rapporten.

Det overordnede budskab i Figur 2 om at det er forbrugeren selv, der træffer det endelige valg vurderes bekræftet igennem analysen. Udover de eksterne faktorer, er der dog fortsat den enkelte forbrugers rationaler, der vil påvirke det endelige valg, hvilket ikke er illustreret i Figur 2. Forbrugeren er herved påvirket af en række rationaler, hvor økonomien og komforten påvirker forbrugerne mest.

Energivejleder- og -rådgiveres vurderinger findes i forbindelse med forbrugernes valg at have en vigtig rolle, idet der haves stor tillid til disses vurderinger. Herved er det kun en fordel, hvis vurderingerne er udført så neutrale som muligt og uden salgshensigter i øvrigt. Det modsatte gælder generelt for tilbud fra håndværkere, sælgere o.lign. hvor tilbud og konklusioner i højere grad vurderes kritisk af borgerne. Den personlige omgangskreds findes til næsten ingen indflydelse at have, med undtagelse af husstand B, hvis svigersøn er uddannet i termografi og derfor har hjulpet parret med en energivejledning. Ellers findes denne aktør ingen indflydelse at have på forbrugerne generelt. Derfor vurderes energivejlederens/-rådgiverens anbefalinger at være den mest indflydelsesrige.

Kreditinstitutternes indflydelse kan ikke afvises på baggrund af den gennemførte undersøgelse, idet ingen af husstandene har skullet forholde sig til finansiering af større renovering af huset indenfor det

seneste. Det vurderes derfor, i øjemed husstandenes generelle prioritering af økonomien, at kreditinstitutter kan have en afgørende rolle for denne slags projekter, afhængigt af tiltagenes omfang og husstandenes økonomiske udgangspunkt, jf. diskussionen i Kapitel 3.

Den mest afgørende indflydelse som lovgiveren kan spille vurderes at ligge i mulige ændringer af afgiftssystemet. En gennemgang af det gældende afgiftssystem har været vedtaget siden Energiforliget i 2012 (Regeringen et al. 2012), hvor resultaterne dog stadig ventes og i Maj 2015 er blevet udskudt endnu en gang (Øyen 2015). Uanset hvilke ændringer denne undersøgelse måtte afføde, vurderes Folketingets indflydelse derfor at være meget afgørende, taget de brugerøkonomiske resultaters følsomhed overfor brændselspriserne i betragtning. En ændring i den endelige brugerpris pr. kWh tilført energi vurderes på baggrund af dette at være meget følsom og særligt i fastbrændselsscenarierne, vil en afgift på brændslet kunne have stor indflydelse.

En anden måde som lovgiveren påvirker forbrugerne på er igennem de lovpligtige energimærkninger i forbindelse med køb. I husstand C's tilfælde satte den udleverede rapport således tanker om energiforbedringer i gang, der blev valideret igennem gennemgangen af boligen i forbindelse med Energi-9550. Det danske krav om udarbejdelse af energimærkning af bygninger i forbindelse med salg, findes således i dette eksempel at kunne medføre bevidsthed omkring forbedringsmuligheder. En anden tilgang for dette er indført i Belgien, hvor energimærkninger er efterfulgt af et efterfølgende møde mellem energirådgiveren og køber, for at gennemgå de foreslåede tiltag (Gram-Hanssen et al. 2007). Et sådant koncept vurderes også anvendeligt i en dansk kontekst, forudsat rapporten kan udpege oplagte tiltag og ikke som fx i husstand B's tilfælde udskiftning af to cirkulationspumper med en anslået tilbagebetalingstid på 15 år.

Overordnet set skal det ved forhold, der inkluderer ombygninger hos private haves in mente, at forbrugeren ser tiltag i boligen som helhedsløsninger frem for isolerede udskiftninger af varmeinstallationen eller udskiftning af enkelte dele af klimaskærmen. Her vurderes husstandene at have en forståelse af at tiltag i boligen er samlede projekter, hvor funktionsprægede tiltag (fx udskiftning af varmeinstallation eller tætning af bygningen) prioriteres over mere komfort- eller luksusprægede tiltag såsom fornyelse af køkken. Gram-Hanssen (2014) argumenterer modsat dette, at netop fornyelse af bad eller køkken typisk prioriteres højere end fx udskiftning af vinduer, hvilket kan skyldes at de undersøgte husstande ikke havde noget konkret behov, samt boliger i god eksisterende energimæssig stand, hvorfor denne slags spørgsmål blev hypotetisk. Yderligere vurderes det dog ligeledes at variere fra husstand til husstand, hvordan midlerne herved prioriteres. Alt i alt hersker der dog enighed blandt de undersøgte husstande om at grundlæggende forhold vedr. tæthed, forsyningssikkerhed mv. skal være dækket, inden mere komfort-prægede løsninger drøftes.

6.3 KOMMUNENS STRATEGISKE ENERGIPLANLÆGNING

Kommunens involvering i Område IV er efter den nuværende lovgivning begrænset til informationskampagner og deltagelse i partnerskaber, der skal fremme energirenoveringer og udskiftning af varmeinstallation. Statsforvaltningen Syddanmark (2009) fremhæver herved forbuddet mod begunstiggelse af den enkelte som argument imod en støtteordning i Kolding Kommune, som dog vurderes at kunne fortolkes bredere end blot på den pågældende støtteordning, der skulle

medfinansiere energiforbedringer hos private, idet den også anvendes som præcedens i litteraturen. Der vil således i alle kommunens tiltag ske en form for berigelse af den enkelte, der tager imod tilbud om borgermøder, workshops mv. hvor det dog typisk ikke på samme måde vil være en målbar effekt som ved ydelse af tilskud til energirenovering. Denne berigelse kategoriseres derfor nærmere som opfyldende almennyttetekriteriet, idet den modsat den foreslåede tilskudsordning tilbydes alle kommunens borgere. En generel berigelse af den enkelte husstand er således i overensstemmelse med Kommunalfuldmagten, så længe den ikke begunstiger pågældende overfor andre husstande (eller virksomheder).

Derfor findes den mest oplagte måde for kommunen at engagere sig i Område IV at være i de nævnte roller som facilitator og bringe parterne sammen, samtidigt med på denne måde at sikre den ønskede udvikling indenfor partnerskabet.

Et koncept, der vurderes at kunne spille en rolle i kommunernes virke for den individuelle opvarmning, og som kunne initieres igennem de nævnte partnerskaber, er præsenteret af EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi (2014). Heri foreslås nye ejerskabsmodeller for varmepumper, hvor forbrugerne leaser en varmepumpe og dermed betaler for servicen der ligger i opvarmningen af deres bolig, snarere end selve varmepumpen. Det selskab, der skal tilbyde servicen kan herved samle serviceaftaler for forbrugeren og opnå skalafordele overfor individuel indkøb og installation af varmepumperne, hvilket yderligere vurderes at kunne resultere i besparelser. EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi (2014) ser de kommunale forsyningsselskaber som åbenlyse aktører for dette, idet den korte vej mellem politiske beslutninger og udførslen sikrer overholdelse af de målsætninger som kommunen måtte have, samt at den eksisterende struktur i forsyningsselskaberne med henblik på regnskabspraksis mv. lover driftsfordele. (EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi 2014) Dette koncept vurderes dog ikke at kunne involvere kommunale forsyningsselskaber. Som udgangspunkt vurderes der at være en kommunal interesse i en økonomisk attraktiv løsning for forbrugerne, der findes opfyldt i det præsenterede koncept (ikke behov for finansiering, ingen risiko i form af nedbrud mv.). Herved vil den tidligere nævnte udfordring for udvalgte husstande med at finansiere større investeringer ligeledes kunne mindskes eller undgås. Til gengæld vil det kommunale selskab, der står for indkøb og drift i høj grad konkurrere med offentlige aktører der kan tilbyde eller allerede tilbyder lignende modeller (fx OK 2015). Idet dette forhold er et meget grundlæggende princip i Kommunalfuldmagten, vurderes det derfor, uden udarbejdelse af en lov med hjemmel herom, derfor ikke at kunne gennemføres i kommunale selskaber.

Denne konklusion afføder spørgsmålet om hvor vidt det burde være hjemlet. Der vurderes at ligge en fordel i kommunale selskabers involvering i projektet, ved at kommunale selskaber ikke har en økonomisk interesse og i den omtalte lov endda kunne forestilles at skulle underlægges hvile-i-sig-selv princippet, som det kendes fra fjernvarmeforsyningen. Til gengæld er de argumenter for en lov og fordelene for forbrugerne svage, sammenlignet med forsyningsvirksomhederne i øvrigt, hvor infrastrukturen faktisk skaber forsyningsmonopoler og gør investering i flere forsyningsnet u hensigtsmæssig (Mortensen & Gottrup 2007). Idet det gældende princip om adskillelse af offentlig og privat virksomhed betragtes som værende et meget velfungerende og stærkt princip vurderes det derfor, at det af EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi (2014) beskrevne koncept ikke vil finde anvendelse i Område IV.

I stedet for, som beskrevet af EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi (2014) at lade de eksisterende forsyningsvirksomheder etablere og operere det mulige nye forretningsområde, kan kommunerne til gengæld bevæge parterne i forskellige partnerskaber til at tilbyde sammenlignelig services. Et lokalt energiselskab vurderes herved at være en oplagt aktør for driften og finansiering af projektet, hvor, afhængigt af partnerskabets sammensætning, der samtidigt vil kunne indgå aftaler om serviceaftaler for varmepumperne mv med partnerskabets øvrige medlemmer.

Et princip i Kommunalfuldmagten, der ikke diskuteres meget i litteraturen er den økonomiske forsvarlighed, hvilket dog antages delvist at kunne forklares med at dette princip er genstand for skøn i enkeltsager og derfor svært at generalisere som princip. Princippet vurderes dog at danne baggrund for mange overvejelser i forvaltningen, herunder vedr. den strategiske energiplanlægning og Område IV, bl.a. ved at begrænse ressourceforbruget til de drøftede partnerskaber og informationskampagner.

Som indikeret indledningsvist, er de tiltag, der gennemføres i den nærmeste fremtid afgørende for gennemførelsen af de energipolitiske målsætninger der formuleres, herunder målene i de (strategiske) energiplaner. Med typiske tekniske levetider på 20 år, vil udskiftninger af enheder i den nærmeste fremtid således påvirke fordelingen af varmeinstallationer i 2030/35, der typisk anvendes som perspektiv for udvikling i planlægningen. Ligeledes vurderes positive erfaringer med innovative løsninger i kort perspektiv at kunne skabe grobund for en langsigtet udvikling af de givne løsninger, jf. det typiske udviklingsforløb af innovationer (Geels 2002; Verbong & Geels 2007).

De gennemførte analyser inkluderer ingen indflydelse fra sekundære varmekilder, hvilket vurderes at kunne have en afgørende påvirkning på de resultater, som resultaterne måtte have for de kommunale energiregnskaber. Bidrag fra sekundære varmekilder vurderes herved at være størst for de varmeinstallationer, der har en høj pris for den marginale varmenhed, primært pga. høje brændselspriser. Dermed må det antages, at sekundære varmekilder vil påvirke resultaterne mest i olie- og fastbrændsels-scenarierne. Ligeledes er modelleringen vedr. forsyning af varmt brugsvand forsimplet, hvor løsningen med el-varmere til VBV ligeledes må antages at være en løsning ved anvendelsen af fastbrændselsfyre.

7 KONKLUSION & PERSPEKTIVERING

Igennem denne rapport er følgende forskningsspørgsmål, med dertilhørende underspørgsmål, besvaret:

Hvordan kan de danske kommuner bidrage til en øget udbredelse af individuelle, el-drevne varmepumper til boligopvarmningen i Område IV?

UNDERSPØRGSMÅL

- I. Hvad er de samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger ved valg af varmepumper i sammenligning med relevante alternativer og hvilken rolle spiller energirenoveringer i dette?
- II. Hvilke faktorer påvirker forbrugerne i Område IV ved valg af varmeinstallation?
- III. Hvad er kommunernes interesse(r) i Område IV, i forhold til den strategiske energiplanlægning?
- IV. Hvilke værktøjer (juridiske, økonomiske, kommunikative) har kommunerne til at fremme udbredelsen af varmepumper?

Den eksisterende energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune sker på baggrund af en klimastrategi fra 2011, hvor konkrete tiltag bl.a. er deltagelse i en række fælleskommunale projekter og netværk, samt udarbejdelse af en strategi for anvendelsen af bioressourcer i kommunen. Derudover er der i efteråret 2014 - foråret 2015 gennemført et projekt i samarbejde med energikonsulentvirksomheden HusetsEnergi, hvor borgere i postnummer 9550 har fået tilbudt en gratis energivejledning. Formålet herved har været at undersøge mulighederne for den kommunale energiplanlægning ved at energirenovere (dele af) boligmassen samt afdække borgernes overvejelser herved.

Første underspørgsmål er besvaret ved at analysere de samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger ved udskiftning af varmeinstallationen af en eksempelbygning. Bygningen er identificeret ud fra de 28 % af boligmassen i kommunen, der ligger i Område IV. Bygningens karakteristika er udvalgt på baggrund af gennemsnittet af bygningsmassen i Område IV, der betyder at der er tale om et fritliggende enfamiliehus med et boligareal på 165 m², opført i 1930'erne. Boligen opvarmes med oliefyr og det samlede varmetab estimeres at være 17,6 kW, der igennem energirenovering kan reduceres til 12,8 kW. Som udgangspunkt har bygningen et nettovarmebehov til rumvarme på 260 kWh/m², ekskl. 25 kWh/m² til varmt brugsvand. Dette vurderes at kunne reduceres til 170 kWh/m² + 25 kWh/m² til VBV ved en investering på 130.000 kr. Samtlige værdier er estimeret på baggrund af en blanding af eksempelsamlinger, samt SBis opgørelse over det gennemsnitlige energibehov i den danske bygningsmasse. Øvrige priser er estimeret ud fra oplysninger fra COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center (2013) og Energistyrelsen (2014b).

På baggrund af dette er de samfunds- og brugerøkonomiske konsekvenser ved forskellige varmeinstallationer, samt omtalte energiforbedringer undersøgt. Resultaterne er præsenteret i Tabel 8. Heraf fremgår, at de samfundsøkonomisk mest attraktive løsninger findes i varmepumpeløsningerne, navnlig luft:vand varmepumpen uden energiforbedringer. Derimod findes den brugerøkonomisk mest attraktive løsning at være et manuelt fyret træpillefy. Dette påpeger et centralt problem, nemlig at de mest samfundsøkonomiske løsninger, ikke giver brugerøkonomisk incitament til at vælge netop dette alternativ. Alternativt vil afgifterne på el til varmepumper kunne lettes for at gøre disse løsninger mere

lovende for forbrugeren. Idet scenarierne med energiforbedringer af boligen kun resulterer i marginale samfundsøkonomiske meromkostninger, vurderes disse stadig at være forsvarlige at gennemføre, da energiforbedringerne vurderes også at kunne afføde bedre indeklima mv.

Beskrivelse	Investering (ej diskon.)	Samfundsøkonomiske omkostninger (nuværdi)	Brugerøkonomiske omkostninger (nuværdi)	Årlig varmepris	Tilført energi (MWh, årligt)
Reference	0,0	-478,2	-654,5	-48,2	52,3
Olie, grund	-50,5	-475,7	-632,5	-46,5	45,6
Olie, energiforbedringer	-170,5	-481,7	-574,9	-42,3	31,2
Piller manuelt, grund	-58,1	-417,3	-394,8	-29,1	51,8
Piller manuelt, energiforbedringer	-178,1	-444,4	-415,1	-30,5	35,5
Piller automatisk, grund	-86,4	-447,8	-428,2	-31,5	51,8
Piller automatisk, energiforbedringer	-191,1	-458,4	-430,5	-31,7	35,5
V:V VP, grund	-190,5	-362,8	-492,9	-36,3	12,6
V:V VP, energiforbedringer	-259,0	-402,9	-475,6	-35,0	8,2
V:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-264,0	-391,4	-442,5	-32,6	6,0
L:V VP, grund	-153,4	-326,7	-465,5	-34,3	13,9
L:V VP, energiforbedringer	-228,1	-370,2	-447,9	-33,0	9,1
L:V VP, energiforbedringer + radiatorer	-233,1	-358,2	-413,6	-30,4	6,8

Tabel 8: Oversigt over resultater af de økonomiske vurderinger. Beløb i 1.000kr.

Dernæst er forbrugerne i Område IV undersøgt, hvortil tre af de husstande, der har fået energivejledning af HusetsEnergi, er adspurgt i forhold til overvejelser vedr. energirenovering og valg af varmeinstallation. Til afdækning af husstandenes rationaler er en tysk undersøgelse (Michelsen & Madlener 2013) anvendt, der kategoriserer rationalerne i følgende fem overordnede grupper:

1. Omkostninger
2. Generel holdning til en given opvarmningsform
3. Eksterne faktorer, herunder forsyningssikkerhed, tilgængelighed til brændsel og miljø
4. Komfort
5. Omgangskredsens påvirkning, herunder også energirådgivere mm.

Heraf findes økonomien (1) og komforten (4) at være de mest afgørende rationaler. Samtidigt har husstandene dog et generelt ønske om miljøvenlige valg, hvor oliefynd anses som værende det mindst miljøvenlige alternativ. De adspurgte borgere har generelt været meget glade for kommunens tiltag, hvor der dog generelt har været en generel interesse i forbedringsmuligheder end et konkret behov for energiforbedringer, der har været drivkraft bag at tage imod tilbuddet om gratis energivejledning. Borgerne fremhæver energivejledernes uvildige karakter, der gør at der haves stor tillid til de vurderinger, der er gennemført og som således ikke vurderes at være påvirket af salgshensyn, som det kendes fra tilsvarende vurderinger af kommercielle aktører.

Kommunens interesse Område IV findes i den måde som ændring af brændselsforbrug og -sammensætning påvirker de kommunale energiregnskaber. I en analyse af omlægningen af samtlige varmeinstallationer til varmepumper, samtidigt med moderate energiforbedringer, reduceres det

endelige energiforbrug med ca. 80 %, mens det medfører at elforbruget øges med ca. 21 GWh fra 2010-2050. Dermed er konsekvenserne for kommunen, at der skal tages højde for denne stigning i planlægningen, samtidigt at markante besparelser i det endelige energiforbrug kan opnås igennem dette, hvilket således udgør kommunens interesse. Ligeledes frigør udviklingen bioressourcer, der kan anvendes til andre formål end individuel boligopvarmning.

Kommunens værktøjer for at engagere sig i Område IV findes grundlæggende at være hjemlet i Kommunalfuldmagten, idet energiforbedringer og udviklingen af elforbruget, jf. ovenstående, kan beskrives som en kommunal interesse. Samtidigt sætter forbud mod begunstiggelse af enkeltpersoner, samt krav om vedligehold af balancen mellem offentlig og privat virksomhed, rammer for kommunens ressourceanvendelse på dette arbejdsområde. Jf. en udtalelse fra Statsforvaltningen Syddanmark er kommunal subsidiering af privates energirenoveringer således ikke hjemlet igennem Kommunalfuldmagtens principper. Dermed er kommunens muligheder begrænset til mindre omkostningstunge løsninger, der ikke begunstiger enkelte personer. Facilitering af netværk og informationskampagner er herved fundet at være de mest oplagte muligheder.

Kommunen vurderes ud fra det undersøgte at have en mulig rolle som uvildig part i rådgivningen, hvor kommunen kan udnytte den fordel, ikke at have en erhvervsmæssig interesse, der findes at kunne mindske borgernes tillid til forslag mv. For at denne rolle kan udnyttes bedst, kræves et tilsagn om kommunens interesse og engagement på området, fx i form af en energiplan, der specificerer hvordan boligopvarmningen i Område IV kan bidrage til at disse mål nås, for at give borgeren en fornemmelse af hvorledes de enkelte tiltag kan bidrage til at opnå de overordnede mål. I det hele taget er kommunens mulige indflydelse på forbrugerens valg fundet begrænset til information om mulige tiltag, samt facilitering med henblik på mere energivejledning mv. hvor egentlige juridiske værktøjer, eller økonomisk aktivitet ikke er fundet at være hjemlet i Kommunalfuldmagten, hvilket begrænser deres påvirkning på forbruger til informationskampagner og involvering i partnerskaber mv. Dette besvarer samtidigt projektets forskningsspørgsmål.

7.1 PERSPEKTIVERING

Nærværende projekt fokuserer på de valg som boligejere står over for i forbindelse med deres egen bolig, hvilket sandsynligvis vil resultere i besparelser for vedkommende. Disse fordele vurderes ikke at kunne anvendes på lejerboliger hvor det vurderes tvivlsomt hvor vidt udlejeren vil kunne øge huslejen på baggrund af de nedsatte udgifter til opvarmning. Det anbefales derfor, at fremtidige projekter undersøger de konkrete udfordringer og mulighederne herved, samt at der i den kommunale planlægning tages højde for denne gruppe boliger.

En lignende udfordringer ligger i at aktivere de borgere, der ikke rammes af de eksisterende tiltag. Som nævnt, har såvel de kommunale planlæggere, som deltagende borgere det indtryk af Energi-9550, at det primært har været borgere, der i forvejen havde gennemført forbedringer, der tog imod vejledningen. Dette afføder formodningen om at de husstande, der ville medføre de største besparelser mv. ikke rammes af de gennemførte tiltag. Nærværende projekt har ingen løsningsforslag til dette, hvor det dog stadig er vurderet vigtigt at påpege dette til det fremadrettede arbejde. Samtidigt skal det

faktum, at enkelte grupper af borgere ikke aktiveres igennem tiltag ikke betyde, at projektet har fejlet, idet det vurderes umuligt at etablere projekter, der aktiverer alle på én gang.

Derudover er det diskutabelt hvor vidt de identificerede muligheder vil anvendes i kommunerne. Som det er beskrevet, er Mariagerfjord Kommune i forvejen involveret i en række tiltag, hvor der dog vurderes at være et uudnyttet potentiale. Flere tiltag vil dog kræve flere ressourcer, hvorfor det ikke er vist om den politiske vilje for energiforbedringer og udviklingen af varmepumper vil være stor nok til at legitimere yderligere tiltag. Dette vurderes dog også at være et spørgsmål om tid, dvs. at energiplanlægningen på et tidspunkt vil have nået det punkt, hvor mere oplagte projekter som energirenovierung af kommunale bygninger, udnyttelse af overskudsvarme og bioforgasning er gennemført og hvor Område IV derfor endnu mere naturligt vil indgå i planlægningsarbejdet. Dette punkt vil også variere fra kommune til kommune, hvorfor de i dette projekt identificerede muligheder vil fortolkes og gennemføres på forskellig vis i de forskellige kommuner. Ligeledes vil det være en ny udfordring for den kommunale planlægning at skulle samtænke den individuelle opvarmning i planlægningen af elforsyningen, samtidigt med at særligt transportsektoren ligeledes må forventes gradvist at blive elektrificeret. Dette må anses som en generel udfordring ved den strategiske energiplanlægning, der forudsætter, at traditionelle planlægningstilgange og -værktøjer revurderes og ses i den nye kontekst de skal indgå i. I øjemed at en "lille" kommune som Mariagerfjord i forvejen får udarbejdet denne slags systemanalyser eksternt (I Taylor & KE Jensen 2015, 7 April) vurderes der at ligge en stor udfordring i dette, hvor det første skridt, der ligger i at undersøge mulighederne ved energibesparelser igennem Energi-9550 lover godt. Krav om strategiske energiplaner på kommunalt niveau vurderes herved at kunne fremme bevidstheden om mulighederne og konsekvenserne af at inddrage Område IV i planlægningen, frem for at overlade disse områder til den nationale regulering alene.

De i Afsnit 5.1 nævnte effekter for den strategiske energiplanlægning i Mariagerfjord Kommunes strategiske energiplanlægning vurderes at afføde behov for en (mere) omhyggelig anvendelse af enheder i den danske energiplanlægning og -lovgivning. Således sker der en meget tydelig forvridding af effekterne for hhv. varmebehov og energiforbrug, hvilket skyldes overgangen fra varmekoefficiensgrader på 70-99% til normeffektfaktorer på 3,0 og mere. Mens en ændring i energibehovet tidligere har affødt sammenlignelige effekter for det endelige energiforbrug, vurderes det, at effektiviseringer på behovs-siden ved varmepumper ikke i samme grad afspejles i det endelige energiforbrug, idet store besparelser opnås ved at gå fra de nævnte virkningsgrader til højere normeffektfaktorer. Det norske Bygningsreglement adresserer dette problem, ved at stille energikrav til bygninger i netto-varmebehov, fremfor tilført energiforbrug, som det kendes fra det danske (Irgens 2013). Dette vurderes langsigtet at motivere mod egentlige besparelser, frem for at motivere autark forsyning af bygninger, ved brug af meget effektiv installationer, samtidigt med at det må antages at reducere overdimensionering af anlæg og dermed mere hensigtsmæssig ressourceanvendelse ved investering i kapacitet.

Referencer

- Absolut Energi UGs hjemmeside 2015, Absolut Energi UG, viewed 28 May 2015, <www.absolut-traepiller.dk>.
- Chittum, A & Østergaard, PA 2014, 'How Danish communal heat planning empowers municipalities and benefits individual consumers', *Energy Policy*, vol. 74, pp. 465–74.
- Clement, DR 2014, 'Diverse samtaler i forbindelse med praktikophold ved Aalborg Forsyning med GIS-konsulent David R Clement, Aalborg Kommune: Mundtlig kommunikation', Aalborg.
- COWI 2013, *Nordjyske Bioenergi modeller: Midtvejsevaluering*.
- COWI, Teknologisk Institut & Dansk Gasteknisk Center 2013, *Technology Data for Energy Plants: Individual Heating Plants and Energy Transport*, Energinet.dk; Energistyrelsen.
- ARE207: Areal efter område 2015a, Danmarks Statistik, viewed 17 April 2015.
- FOLK1: Folketal den 1. i kvartalet efter kommune, køn, alder, civilstand, herkomst, oprindelsesland og statsborgerskab 2015b, Danmarks Statistik, viewed 17 April 2015.
- Dansk Energi, Energinet.dk & DONG 2013, 'Varmepumper i Danmark: Udviklingsforløb for omstilling af oliefyr frem mod 2035', Dansk Energi, Energinet.dk & DONG.
- Dansk Energi & Teknologisk Institut 2008, *Den lille blå om varme*, 1st edn, Dansk Energi, København.
- 2011, *Den lille blå om varmepumper*, Dansk Energi.
- Dansk Gasteknisk Center 1995, *Beregning af varmeanlæg til parcelhuse: Teknisk note nr. 1/1995*, revideret udgave af teknisk note nr. 1/1994, Dansk Gasteknisk Center, Hørsholm.
- Dyrelund, A, Lund, H, Möller, B, Mathiesen, BV, Fafner, K, Knudsen, S, ... & Holm, P 2008, *Varmeplan Danmark: Bilagsrapport*, Aalborg Universitet, <http://vbn.aau.dk/files/16591726/Varmeplan_bilagsrapport.pdf>.
- Ea Energianalyse 2013, 'Strategisk Energiplanlægning i Kommunerne: Vejledning i analyser af systemændringer og scenarieanalyser', Ea Energianalyse, Energistyrelsen, København.
- Energinet.dk 2009, 'Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark: Samspil mellem vindkraft, varmepumper og elbiler', Energinet.dk.
- Spørgsmål og svar om PSO-tariffen 2012, 13 December, Energinet.dk, viewed 7 May 2015, <<http://energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Tariffer-og-priser/PSO-tariffen/Sider/Spoergsmaal-og-svar-om-PSO-tariffen.aspx>>.
- Energinet.dk 2014, *Strategisk energiplanlægning: ADAPT-energisystemanalyse: Centrale pointer til brug for kommunale/regionale projekter om strategisk energiplanlægning*, Statusnotat.
- Aktuelle tariffer og gebyrer 2015a, 31 March, Energinet.dk, viewed 7 May 2015, <<http://energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Tariffer-og-priser/Sider/Aktuelle-tariffer-og-gebyrer.aspx>>.
- Nettoafregning 2015b, 4 March, Energinet.dk, viewed 7 May 2015, <<http://www.energinet.dk/da/el/vaerker/nettoafregning/Sider/Nettoafregning.aspx>>.
- Hvordan løses energispareopgaven 2015, 12 May, Energisparesiden.dk, viewed 12 May 2015, <<http://www.energisparesiden.dk/erhverv/hvordan-loeses-energispareopgaven>>.
- Enfamiliehus fra 1930erne - Eksempelsamling ukendt år (DA), Ukendt opdatering, Energistyrelsen, viewed 14 May 2015, <http://eksempelsamling.bygningsreglementet.dk/enfamiliehus_trediverne>.
- Energistyrelsen 2007, *Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*, Energistyrelsen, København.

- 2010, *Oplæg om strategisk energiplanlægning*, Energistyrelsen; KL.
- 2013, *Opdateret tillægsblad om kalkulationsrente, levetid og reference: til Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*, København.
- 2014a, *Fjernvarmens rolle i den fremtidige energiforsyning*, København.
- 2014b, *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*, Energistyrelsen, København.
- 2014c, *Fremskrivning af PSO-udgifter til el med forudsætninger som i basisfremskrivning 2014*, Energistyrelsen, København.
- Salg af energibesparelser* 2014d, 15 July, Energistyrelsen, [www.spareenergi.dk](http://spareenergi.dk), viewed 12 May 2015, <<http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhverv/vaerktoej/salg-af-energibesparelser>>.
- Casebank - Spareenergi.dk* 2015a, 10 May, Energistyrelsen, [www.spareenergi.dk](http://spareenergi.dk), viewed 10 May 2015, <<http://spareenergi.dk/forbruger/vaerktoej/casebank>>.
- Varmepumpelisten* 2015b, ukendt opdatering, Energistyrelsen, spareenergi.dk, viewed 14 May 2015, <<http://spareenergi.dk/forbruger/vaerktoej/varmepumpelisten>>.
- Årlig energistatistik* 2015c, Energistyrelsen, viewed 3 March 2015, <<http://www.ens.dk/info/tal-kort/statistik-noglestal/arlig-energistatistik>>.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen 2007, *Overblik over fejl og mangler i BBR*, Erhvervs- og Byggestyrelsen, København.
- EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi 2014, 'Rapport om forretningskoncept for udfasning af oliefyr med særlig fokus på fjernvarmeværker som leverandører af varme i Område IV', EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme & Insero Energi.
- Finansministeriet 2014, *Aftale om tilbagerulning af FSA mv. og lempelser af PSO*.
- Flyvbjerg, B 2006, 'Five Misunderstandings About Case-Study Research', *Qualitative Inquiry*, vol. 12, no. 2, pp. 219–45.
- Gammelgaard, F 2004, *Kommunal erhvervsvirksomhed*, 1st edn, Jurist- og Økonomforbundet, Kbh.
- Geels, FW 2002, 'Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study', *Research Policy*, vol. 31, 8-9, pp. 1257–74, <http://ac.els-cdn.com/S0048733302000628/1-S2.0-S0048733302000628-main.pdf?_tid=d4696bee-bcd3-11e4-ba52-00000aab0f26&acdnat=1424858051_57423712a7cbce1033cbff8c3fb446a1>.
- Gram-Hanssen, K, Bartiaux, F, Jensen, OM & Cantaert, M 2007, 'Do homeowners use energy labels? A comparison between Denmark and Belgium', *Energy Policy*, vol. 35, no. 5, pp. 2879–88.
- Gram-Hanssen, K, Christensen, TH & Petersen, PE 2012, 'Air-to-air heat pumps in real-life use: Are potential savings achieved or are they transformed into increased comfort?', *Energy and Buildings*, vol. 53, pp. 64–73.
- Gram-Hanssen, K 2014, 'Retrofitting owner-occupied housing: remember the people', *Building Research & Information*, vol. 42, no. 4, pp. 393–7.
- Hedegaard, K, Mathiesen, BV, Lund, H & Heiselberg, P 2012, 'Wind power integration using individual heat pumps – Analysis of different heat storage options', *Energy*, vol. 47, no. 1, pp. 284–93.
- Henriksen, T 1991, *Udvidede rentetabeller*, 4th edn, Samfundslitteratur, Kbh.
- Gratis energitjek til boliger: Pressemeddelelse vedr. energitjek i 9550* 2014, Sidste opdatering ukendt, Hobro-Portalen, [www.hobroportalen.dk](http://hobroportalen.dk), viewed 20 May 2015, <<http://hobroportalen.dk/gratis-energitjek-til-boliger/>>.

- Irgens, S 2013, *TEK 15- rapporten er klar*, 21 August, www.lavenergiprogrammet.no, viewed 25 May 2015, <<http://www.lavenergiprogrammet.no/nyheter-fra-lavenergiprogrammet/tek-15-rapporten-er-klar-article2144-122.html>>.
- Jensen, LK & Therkildsen, M 2014, 'Strategisk Energiplanlægning - Et koncept under fortsat udvikling', Master-thesis, Aalborg Universitet, Aalborg.
- Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 2010 (Klima-, Energi- og Bygningsministeriet).
- Varmeforsyningsloven 2011 (Klima-, Energi- og Bygningsministeriet & Energistyrelsen).
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet 2011, *Vores energi*, Regeringen, København, viewed 26 February 2015.
- Klimakommissionen 2010, 'Grøn Energi: Vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler', Sammenfatning af Klimakommissionens overvejelser, resultater og anbefalinger, Klimakommissionen, Klimakommissionen, København.
- Lund, H, Hvelplund, F, Mathiesen, BV, Østergaard, PA, Christensen, P, Connolly, D, Schaltz, E, Pillay, JR, Nielsen, MP, Felby, C, Bentsen, NS, Tonini, D, Astrup, T, Meyer, NI, Heussen, K, Lind, M, Morthorst, PE, Andersen, FM, Münster, M, Hansen, LP, Wenzel, H, Hamelin, L, Munksgaard, J & Karnøe, P 2011, *Coherent energy and environmental system analysis. A strategic research project financed by The Danish Council for Strategic Research Programme Commission on Sustainable Energy and Environment*, Contract ENMI 2104-06-0007.
- Lund, H, Thellufsen, JZ, Aggerholm, S, Wittchen, KB, Nielsen, S, Mathiesen, BV & Möller, B 2014, *Heat Saving Strategies in Sustainable Smart Energy Systems*.
- Mader, G & Madani, H 2014, 'Capacity control in air–water heat pumps: Total cost of ownership analysis', *Energy and Buildings*, vol. 81, pp. 296–304.
- Mariagerfjord Kommune 2011, *Klimastrategi 2011*, Mariagerfjord Kommune, Hobro.
- Michelsen, CC & Madlener, R 2013, 'Motivational factors influencing the homeowners' decisions between residential heating systems: An empirical analysis for Germany', *Energy Policy*, vol. 57, pp. 221–33.
- Mortensen, BOG & Gottrup, R 2007, *Kommunal varmeplanlægning i retlig belysning*, Jurist- og Økonomforbundet, Kbh.
- Mortensen, BOG & Jensen, HMBA 2013, *Konkurrenceudsættelse og firmatisering*, 1st edn, Jurist- og Økonomforbundets Forlag, Kbh.
- Kiedy lepsza instalacja grzewcza z piecem gazowym, a kiedy z pompą ciepła? | MuratorDom.pl 2015, muratorDom.pl, viewed 2 June 2015, <http://muratorDom.pl/instalacje/kolektory-pompy-ciepla/instalacja-grzewcza-piec-gazowy-pompa-ciepla,30_2779.html>.
- Vindmøller fra A til Z på ny portal 2013, Naturstyrelsen, viewed 2 June 2015, <<http://naturstyrelsen.dk/nyheder/2013/feb/vindmoeller-fra-a-til-z-paa-ny-portal>>.
- Nielsen, S & Möller, B 2013, 'GIS based analysis of future district heating potential in Denmark', *Energy*, vol. 57, pp. 458–68.
- Nielsen, S 2015, *Oversigt over varmeforbrug i Danmark, opdelt efter varmeinstallation: Uddrag af Varmeatlasset*, Aalborg.
- Pilehøst 2014, Ny Vraa Bioenergy, viewed 2 June 2015, <<http://www.nyvraa.dk/Pileh%C3%B8st-28256.htm>>.

- Varmepumpe fra OK | Få op til 10.000 kr. i energitilskud 2015, OK, viewed 31 May 2015, <<http://www.ok.dk/varmepumper/>>.
- Olsen, M 2015, 'Dyre lån i Udkantsdanmark hitter', *Politiken*, 30 March, p. 12.
- PlanEnergi ukendt år, *Geografisk Energibalance*, Mariagerfjord Kommune.
- ProjectZero: Projekt-hjemmeside 2014, opdateres løbende, ProjectZero, www.projectzero.dk, viewed 27 May 2015.
- Status og Plan for Varmeforsyningen i Mariagerfjord Kommune 2011, Rambøll, Aalborg, viewed 17 April 2015, <<http://goo.gl/egcagS>>.
- Rasmussen, P 2011, *Beregning af SCOP for varmepumper efter En14825*.
- Regeringen, Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten & Det Konservative Folkeparti 2012, *Aftale mellem regeringen (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti om den danske energipolitik 2012-2020*, Regeringen, København.
- Reidhav, C & Werner, S 2008, 'Profitability of sparse district heating', *Applied Energy*, vol. 85, no. 9, pp. 867–77.
- Revsbech, K 2015, *Kommunernes opgaver: - kommunalfuldmagten mv*, 3rd edn, Jurist- og Økonomforbundet, Kbh.
- Bygningers energibehov: Be10 beregningsprogrammet 2015, 3 February, SBI, København, viewed 5 May 2015, <<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiberegning/anvisning-213-bygningers-energibehov>>.
- Den juridiske vejledning 2015-1: E.A.4 Energi 2015, 2nd edn, 30 January, SKAT, viewed 6 May 2015, <<http://www.skat.dk/SKAT.aspx?old=1921342&chk=210252>>.
- Projekter: Projektprogram 2: Mariagerfjord Kommune ukendt år, Smartcity DK, www.smartcity.dk, viewed 3 May 2015, <<http://www.smartcitydk.dk/dk/projekter/projektprogram-2/mariagerfjord-kommune/>>.
- Smartcity DK 2012, *Projekttaktiviteter 2008/12*, Smartcity DK, Aalborg, viewed 20 May 2015.
- Smith, MT & Jones, P 2003, 'The Impact of Energy Efficient House Construction on Homeownership Costs: A Comparative Study in Gainesville, Florida', *Family and Consumer Sciences Research Journal*, vol. 32, no. 1, pp. 76–98.
- SRC International 2009, *Masterplan 2029: ProjectZero for et CO2-neutralt Sønderborg-område*, ProjectZero, Sønderborg.
- Statsforvaltningen Syddanmark 2009, *En kommune kunne ikke lovligt etablere en pulje til økonomisk støtte til boligejeres energirigtige renoveringer, uanset at ordningen blev etableret på forsøgsbasis.: MAD2009.2758, STF2009.2009-613/581*.
- FAQ om biomassekedler og stokere - Krav til virkningsgrader ukendt år, ukendt år, Teknologisk Institut, viewed 22 May 2015, <<http://www.teknologisk.dk/ydelser/faq-om-biomassekedler-og-stokere/krav-til-virkningsgrader/33716,3>>.
- Standardværdikatalog for energibesparelser 2015, 3 February, Teknologisk Institut, viewed 1 May 2015, <http://svk.teknologisk.dk/Pages_open/Default.aspx>.
- Varmetillæg til folkepensionister 2014, 14 May, Udbetaling Danmark, www.borger.dk, viewed 14 May 2015, <<https://www.borger.dk/Sider/Folkepension-varmetillaeg.aspx>>.
- Verbong, G & Geels, FW 2007, 'The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004)', *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, pp. 1025–37.

- Enheder, omregningsforhold og brændeværdier 2007, Videncenter for Halm- og Flisfyring, www.videncenter.dk, viewed 8 May 2015, <http://www.videncenter.dk/groenne%20trae%20haefte/Groen_Dansk/trae-DK16.pdf>.
- Wittchen, KB, Kragh, J & Aggerholm, S 2014, *Potentielle varmebesparelse ved løbende bygningsrenovering frem til 2050: SBI 2014:01*, København.
- Wu, G, Inderbitzin, A & Bening, C 2015, 'Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments', *Energy Policy*, vol. 80, pp. 196–214.
- Zafiryadis, C 2010, 'Det intelligente elsystem - fra holdning til handling', Master-Thesis, DTU Management -, Lyngby.
- Få Råd og Støtte - Varmetillæg www.aeldresagen.dk, 8 January, Ældresagen, viewed 14 May 2015, <http://www.aeldresagen.dk/faa-raad-og-stoette/vaerdatvide/social_pension/folkepension/varmetill%C3%A6g/sider/default.aspx>.
- Øyen, M 2015, 'Analyse af de grønne afgifter på trapperne', *Altinget.dk*, 5 May, viewed 31 May 2015, <<http://www.altinget.dk.zorac.aub.aau.dk/energi/artikel/analyse-af-de-groenne-afgifter-paa-trapperne>>.

BILAG A: INTERVIEWNOTER FRA HUSSTANDE I MARIAGERJORD KOMMUNE

I dette bilag præsenteres den anvendte interviewguide, samt noter fra interviews med de tre husstande i Mariagerfjord Kommune.

A.1 INTERVIEWGUIDE

OPLYSNINGER OM INTERVIEWPARTNER, SAMT DENNES BOLIG

Hvor mange i husstanden?

- Børn etc.

Husets opførelsesår og isolering? Energimærke?

- Check med BBR

Nuværende varmforsyning?

PROCESSEN FOR AT GÅ I GANG

Hvad ønsker I at undersøge?

- Isolering, varmeinstallation, begge dele?
 - ”Bare lige finde ud af om der måske er noget at forbedre”?
- Hvad **initierede** interessen?
- **Hvor længe** har det været drøftet?
- Hvad får jer til at gå i gang med projektet **NU**?
 - Hvorfor først nu?
 - Hvilken rolle spiller kommunens tiltag i dette?

RATIONALER:

Helt overordnet seks kategorier for påvirkning (kan være svært at skelne mellem de forskellige!):

1. Økonomi
 2. Den generelle, forhåndsformede holdning
 3. Eksterne faktorer: Forsyningssikkerhed, miljø mv
 4. Komfort
 5. Omgangskredsens anbefalinger og historier (gode og dårlige)
- **Hvad påvirker jer mest**, når jeg nævner de fem kategorier?

1 ØKONOMI, HERUNDER TILSKUDSORDNINGER OG AFGIFTER

- Hvordan vurderer I økonomien?
 - Hvordan håndterer I omkostninger til **investering, vedligehold, brændsler, afgifter**?
 - Simpel tilbagebetalingstid? TCO-5år? TCO-20år? Er denne for kompliceret?
 - **Hvor lang tid frem** overvejer I tilbagebetalingstiden?
 - Forskel på om det kan betale sig på 10 eller 15 år?
 - Investering som ejendomsforbedrende tiltag?
- Indhentet forskellige tilbud?
 - Forskel på hvem der giver tilbuddet?
- Finansiering:
 - Mulighed for lån til større investeringer?
 - Ville **leasing** være en løsning for jer? For/imod?
 - Nyt fyr & vinduer eller nyt køkken:
 - Hvordan prioriterer I mellem **funktion og komfort**?
- Udvikling af brændselspriser – hvordan vurderer I **sikkerheden i at fremskrive** priser og påvirker dette?

2 GENERELLE HOLDNINGER OM GIVEN TEKNOLOGI

- Hvad tænker I om (og ville I kunne forestille jer at vælge):
 - Varmepumpe?
 - Oliefyr?
 - Træpillefyr?
 - Solvarme?
- Faktorer:
 - Anvendelighed, komfort, ”ny” teknologi, ingen brændselsleveringer hver 3. måned, snavser ikke...

3 ”EKSTERNE” FAKTORER, HERUNDER MILJØ OG FORSYNINGSSIKKERHED

- Hvor vigtig er miljøhensynet?
- Hvad ser du som miljøvenligt?
- Hvilken rolle spiller forsyningssikkerheden og energipolitik?
 - Arabisk olie, træpiller fra Baltikum?

4 KOMFORT

- Hvor vigtigt og hvorfor?
- Plads-spørgsmål?

5 ANDRES PÅVIRKNING / OMGANGSKREDSEN

- Hvordan påvirker det jer, at det er **jeres kommune**, og ikke en tredje part fra Horsens, Svendborg eller København, der er ansvarlig?
- Hvilken rolle spiller venner og omgangskreds?

- Fælles projekter og/eller sparring med nabo?
- **Prestige og blær** ved en given installation?
- Hvor meget **tillid** har I til og hvor meget indflydelse har de på jeres valg?:
 - Energirådgiver?
 - Kommunen?
 - Energiselskab?
 - Naboer/venner?
 - VVS'er?
 - I givet fald ham I er hos nu?

AFSLUTTENDE

Hvad regner I med at gøre med / hvad har I lige sat i gang **og hvorfor?**

A.2 INTERVIEWNOTER: HUSSTAND A

Interview gennemført med familiens far d.7.5.2015 via skype.

OPLYSNINGER OM INTERVIEWPARTNER, SAMT DENNES BOLIG

Parcelhus/villa fra 1970 på 178 m² med kælder. Der bor en familie med to voksne og to børn. Huset forsynes af fjernvarme fra Assens.

PROCESSEN FOR AT GÅ I GANG

Ejeren "snublede" over tilbuddet på kommunens hjemmeside og syntes det kunne være spændende at undersøge om der var forbedringsmuligheder, mest af nysgerrighed. For få år siden er loftet blevet efterisoleret og screeningen var ligeledes en oplagt mulighed for at se om det man havde gjort var fornuftigt, samt om andet kunne svare sig.

Der hersker en generel interesse omkring energiforbruget og særligt udgifterne herved, der dog blev vendt til energiscreening og dermed mere konkret interesse, ved et lokalt tilbud.

RATIONALER:

Helt overordnet er det økonomien og indeklima/komfort der er de mest afgørende faktorer. Hvis det ikke hænger sammen økonomisk gennemføres tiltag ikke – i hvert fald ikke som udgangspunkt.

1 ØKONOMI, HERUNDER TILSKUDSORDNINGER OG AFGIFTER

Økonomien vurderes primært ud fra tilbagebetalingstiden, men heri indgår også faktorer som kvalitet/livstid og dermed totaløkonomiske overvejelser. Disse er dog lidt sværere at forholde sig til, da

de jo ikke direkte fremgår af tilbagebetalingstiden mv. Ligeledes vælges til en vis grad lidt dyrere alternativer, hvis disse lover bedre livstider og dermed besparelser i længere tid.

Udvikling af brændselsomkostninger vurderes at være relevante, dog er udviklingen af den lokale fjernvarmepris ikke noget man føler at have indflydelse på. Det virker meget fornuftigt at varmeværket fyrer med flis, hvilket yderligere giver en billig fjernvarmepris der kun gør det bedre.

Ved energiscreeningen fandtes de eneste rimelige forbedringstiltag at være udskiftning af enkelte lysarmaturer, samt el-pærer og en fryser. Dermed er forhold vedr. finansiering ikke relevant.

Funktion og praktisk komfort prioriteres over luksus. Således er det næste tiltænkte tiltag udskiftning af kældervinduer, der prioriteres over fx nyt køkken, bad eller nyanlæg af haven. Det er funktionen der er vigtigst.

2 GENERELLE HOLDNINGER OM GIVEN TEKNOLOGI

Fjernvarme er tilgængelig, så det er ikke til debat. Men den mest oplagte mulighed var en kombination af solvarme og træpiller. Det kombinerer solen, der altid vil være der (gratis!) og et grønt brændsel der er let tilgængeligt. Det er alt i alt vigtigt at økonomien skal hænge sammen. Så en varmepumpe kunne da også være en mulighed, men det ville skulle hænge sammen. Store miljømæssige fordele må gerne resultere i en (beskeden) merpris, så det er ikke nødvendigvis det billigste alternativ der vælges.

Olie er udelukket, af de mange åbenlyse grunde til at skille sig af med dette brændsel.

3 "EKSTERNE" FAKTORER, HERUNDER MILJØ OG FORSYNINGSSIKKERHED

Miljøhensynet er meget vigtigt, forstået på den måde at olie og NG ikke betragtes som reelle alternativer. Brug solen, den står alligevel op hver morgen.

Forsyningssikkerheden udgør ingen reel trussel. De brændsler der er tilgængelige, er alle tilgængelige og der frygtes ingen knaphed. Yderligere gør nye tiltag med biobrændsler, at dette brændsel i allerhøjeste grad er tilgængeligt. Danske bioressourcer er at foretrække frem for fx piller fra Baltikum.

4 KOMFORT

Pillefyr vil skulle være automatiseret, altså ikke alt helt manuelt som ved pejs. Mindre tidsforbrug til vedligehold, påfyldning af brændsel, rengøring af brændekammer mv. ville dog være ok, idet det jo er en "naturlig" del af at bo i hus.

En varmeinstallation må gerne fylde lidt. Huset har tidligere haft kulfyr, så der findes et større fyrrum, der i dag kun indeholder en beskeden fjernvarmeunit. Idet bygningen er indrettet til det, ville rummet sagtens kunne bruges til et pillefyr, men hvis der skulle skabes plads, kunne det godt være problematisk.

5 ANDRES PÅVIRKNING / OMGANGSKREDSSEN

Det er fint at kommunen kom med dette tiltag. Det opleves dog ikke at der er forskel om det var et tiltag direkte fra fx Husets Energi, en anden kommune eller staten. Grunden til at man tog imod

tilbuddet, var udelukkende ”fordi det var der”, ikke så meget fordi det var kommunen der havde sat det i gang. Alligevel opleves det positivt at kommunen prøver med sådanne tiltag.

Valg af varmeinstallation, efterisolering er intet stort emne blandt naboer, familie mv. og der opleves ingen form for ”prestige” ved at vælge den ene varmeinstallation over den anden eller skifte vinduer mv.

Der haves generel tillid til alle med en mening om og holdning til forskellige tiltag. Uanset hvem der ville komme med forslag til tiltag, ville disse dog blive efterprøvet for deres reliabilitet. Beboeren vil selv stille et regneark op og prøve postulaterne efter, samt hente flere tilbud, hvis dette er muligt. Tilliden til aktørerne er således vigtigt, men tages lidt for givet og vil i alle tilfælde blive suppleret og kontrolleret af sund fornuft.

Ikke umiddelbare forskelle – den logiske sans er overvejende. Tillid er vigtig men ikke er altafgørende. Selv opstille regneark for at kontrollere tilbud og checke efter, få flere tilbud.

A.3 INTERVIEWNOTER: HUSSTAND B

Interview gennemført i boligen, med manden, d. 13.05.2015

OPLYSNINGER OM INTERVIEWPARTNER, SAMT DENNES BOLIG

Bygningen er opført i 1907, men i 1998 er det grundsaneret og er således opført efter det dengang gældende bygningsreglement. Der bor et ældre par. Boligarealet er på 270 m² med flere udhuse.

Bygningen opvarmes af et træpillefyr, hvor det varme brugsvand om sommeren dækkes af en elpatron. Pillefyret blev anskaffet som erstatning for et oliefyr, der var slidt op, hvilket ligger flere år tilbage.

PROCESSEN FOR AT GÅ I GANG

Hvad ønsker I at undersøge og hvordan kom I med i projektet?

Vi følte intet konkret behov for udskiftninger eller forbedringer, men reagerede blot på annoncering fra kommunen om tilbud på ”gratis” energitjek af boligen. Til møderne mødte man typisk dem der er i forvejen havde gennemført renoveringer mv. frem for ”dem der egentligt skulle/burde lave noget”. Man blev nærmest ”opfordret” til at komme til møderne (i lokalbladet), da der åbenlyst ikke var den opbakning, kommunen havde forventet.

Vores svigersøn havde for flere år siden gennemført en termografering, da han uddannede sig til energirådgiver for den bank han var ansat i. Det resulterede ikke i åbenlyse forbedringsmuligheder. Vi tog således mest imod tilbuddet fra kommunen/Husets Energi for at få dette bekræftet.

Det blev fundet at man kunne skifte alfa-pumpen til alfa2, med en tilbagebetalingstid på 15 år. Det kan jo ikke hænge sammen.

RATIONALER:

Hvilken af Madleners fem kategorier påvirker jer mest?

Den mest afgørende faktor er nok økonomien. Ikke helt enestående, men for at pege på én enkelt og isoleret set nok mest økonomien. På grund af sygdom (gigt) spiller komfort, i form af højere temperatur i boligen en vigtig rolle. Konen klarer flispåfyldningen.

1 ØKONOMI, HERUNDER TILSKUDSORDNINGER OG AFGIFTER

Hvordan vurderer I økonomien?

Konsulenten foreslog os som nævnt tiltaget med en alfaz pumpe, med en tilbagebetalingstid på 15 år. Så behøver man ikke vurdere det på andre måder for at se at det ikke kommer til at hænge sammen. Her stoler vi i høj grad også med de vurderinger vi præsenteres for.

I forbindelse med huset og investeringer i forbindelse hermed er totaløkonomien ikke relevant. Her har vi altid haft den gamle devise at vi vil bo lidt over evne, spise lidt under og klæde os efter evne.

Hvad nu hvis tilbagebetalingstiden var noget mindre?

Så ville vi jo skulle vurdere det, men de 15 år var nu ret entydige.

Hvor meget vægt lægger I på tilbud?

Det skal undersøges. Vi vil også undersøge muligheden for tilskud, der er jo nogle der får en del hjem på det.

Jeg får altid mindst to tilbud for større opgaver. Fx ved vinduer får man gode tilbud, hvis man vælger at gennemføre i større omfang.

Vil leasing af investerings-tunge varmepumper være en mulighed for dig, eller vil du gerne have ejerskab over din varmeinstallation?

Det betyder ingenting. En varmepumpe vil nok leve længere end mig og ikke mindst af den årsag vil leasing da være en mulighed. Jeg forestiller mig dog at det ikke er realistisk hos os, uanset hvad, med vores to etager. Hvis vi så også skal om på lavtemperatur lader det ikke til at være noget der kan lade sig gøre. Ved kraftig blæst om vinteren i flere dage kører radiatorerne og pillefyret i forvejen kører på fuld knald.

Hvordan prioriterer I mellem funktion og komfort?

Funktion vejer tungest. Du siger vores køkken er fint, men det er ældre, dog velfungerende. "Funktionen" er i denne sammenhæng styrende.

2 GENERELLE HOLDNINGER OM GIVEN TEKNOLOGI

Hvilke forhåndsformede holdninger har du om de fire mest oplagte løsninger udenfor den kollektive forsyning?

Varmepumper kombineret med solpaneler var nok den mest oplagte løsning hos os (bortset fra det med to etager). Vi har en tagflade 350 m², sydvendt i 45° hældning på laden. Det er jo nok en fantastisk el-fabrik at have. Vi talte om det, men kom fra det igen, ikke mindst fordi vi vurderede det var for omfattende. Ellers ville en varmepumpe nok være en meget god løsning.

Oliefyret er for dyrt.

Træpillefyret er ekstremt velfungerende og billigt. Jeg køber træpiller i Tyskland, der leveres af vognmand. Så vi fyrer for 1/3 af prisen som vi ville, hvis vi havde oliefyret.

B's påstand om pris er efterprøvet ved undersøgelse på hjemmesider, der tilbyder køb af træpiller i grænseområdet. Herved findes en pris på typisk 1.500-1.800 kr. pr. tons træpiller, inkl. levering og tysk moms. Ved en brændeværdi på 5,2 kWh/kg og en pris pr. tons leveret på 1.700kr svarer dette til en brændselspris an forbruger på 0,3269 kr/kWh, hvor det dog skal bemærkes, at der ikke betales moms af træpillerne, idet dette er betalt i Tyskland, hvor satsen på moms til energivarer er 7 %. (Absolut Energi UG 2015)

3 "EKSTERNE" FAKTORER, HERUNDER MILJØ OG FORSYNINGSSIKKERHED

Hvad forstår du ved en miljøvenlig varmekilde og hvilken rolle spiller det?

CO₂-emissionen betyder noget. Varmepumpen vil nok også være en grøn løsning, med al den norske vand- og jyske vindkraft vi har. Miljøhensynet betyder dog overvejende en del, for oliefyret ville da ubetinget være den mest bekvemme løsning, der bare passede sig selv.

Hvordan med forsyningssikkerheden?

Jeg fyrede med olie gennem begge kriserne. Pillefyret er i denne forstand heller ikke den helt optimale løsning, da der er krav til pillernes kvalitet (tørhed). Jeg får til et år ad gangen og de er ret tilgængelige.

Jeg har selv undersøgt hvor vores piller kommer fra. Pillerne kommer fra Estland og jeg mener det sker under rimelige forhold. Vi har tidligere brugt piller fra Nordvestjylland, der var meget fin kvalitet. Kvaliteten kunne matches af de estisk/tyske, der var 15 % billigere.

4 KOMFORT

Hvilken rolle spiller komforten?

Konen fylder jo pillerne op i beholderen. Jeg er på grund af min sygdom lettere indskrænket, men arbejdet med den semiautomatiserede fliskeddel medfører også kun overskueligt arbejde. Det hører jo også til en vis grad med, når man vælger at flytte udenfor fjernvarmeområderne. Man kan jo også få automatiseret flisindblæsning og rensning af aske osv. men det syntes vi ikke var merprisen værd.

At fyret fylder gør heller ikke noget, det står bare og passer sig selv i laden.

5 ANDRES PÅVIRKNING / OMGANGSKREDSSEN

Hvordan påvirker det jer, at det er jeres kommune, og ikke en tredje part fra Horsens, Svendborg eller København, der er ansvarlig?

Det gjorde det da. Det er helt afgørende at det ikke var den kommercielle aktør, der havde en fancy idé, han ville sælge. Det er i allerhøjeste grad et tillidsspørgsmål.

Hvad med en anden offentlig aktør, som fx Energistyrelsen?

Dem stoler jeg ikke på. De har meget stærke forhåndsformede holdninger og er ikke neutrale. Det gælder fx vindkraften, hvor jeg mener at de har skubbet meget i en retning, der er mere drevet af deres tro end grundigt arbejde. Derfor er det godt at vores egen kommune er synlig og gør noget.

Hvordan med andre aktører, som naboer el.lign.?

Energiforsyningen af boligen er ikke et stort samtaleemne. Pillefyr er meget udbredte i vores familie. Mine nærmeste naboer har 1) brændefyr, 2) oliefyr og 3) brændefyr. Det er ikke noget vi snakker så meget om, men man lægger da mærke til hvad den anden har. Man vil jo gerne prale lidt, hvis der er nogen der finder ud af hvad der er, men det er ikke det store emne.

Hvor meget tillid har I til og hvor meget indflydelse har de på jeres valg?:

Midtkraft reklamerer meget for at sælge strøm, OK vil sælge olie. De har altid en kommerciel tanke og jeg er meget skeptisk over for deres tilbud. Deres "tilbud" betragter jeg bare som reklame.

Energirådgiveren gjorde meget ud af at han ikke var ansat af nogen – det virkede som om det havde været et problem for ham tidligere. Det var godt og han kom med en neutral vurdering.

Kommunen fungerer meget godt, hvis ikke det er miljø-delen. Arbejdet med vandmiljøet fylder meget.

AFSLUTTENDE

*Hvad regner I med at gøre med / hvad har I lige sat i gang **og hvorfor?***

Vi har ingen planer. Vi vil gerne skifte en fryser, da kurvene er ved at falde ned osv. Det bliver nok en mindre-miljørigtig skabsfryser, fremfor kummefryser, da det er nemmere at komme til med skufferne.

A.4 INTERVIEWNOTER: HUSSTAND C

Interview gennemført i boligen, med konen, d. 13.05.2015

OPLYSNINGER OM INTERVIEWPARTNER, SAMT DENNES BOLIG

Det er en ældre landbrugsejendom, der tidligere er brugt som fritidshus. Pt. bor jeg her alene, da min mand stadig bor i Grønland, hvor vi har boet fra 2011 til nu. Jeg faldt for denne ejendom, da jeg er født

og opvokset i nabolandsbyen (Hem). Typisk har det kun været mig, der har boet her. Derfor har vi heller ikke det helt store billede af hvor meget vi forbruger.

Huset er bygget i 1992, med 70 m² i grundplan plus 30 m² i hemsen. Sådan som det er bygget i 1992 er det ikke brugt som helårsbolig. Der er installeret gulvvarme, der kører på el. Efter at have talt med Husets Energi fik vi installeret en luft:luft varmepumpe, der har gjort at gulvvarmen slet ikke har kørt i år (med mild vinter), hvor der er suppleret med brændeovn. Huset er energimærket F.

Bemærkning: Bygningen er baseret omkring en central brændeovn. Der er åbent køkkenmiljø ud til stue med spisebord og adgang til hems samt soveværelse. Således sker al "livet" i stuen, som altså forsynes af både varmepumpe og brændeovn.

PROCESSEN FOR AT GÅ I GANG

Hvad ønsker I at undersøge og hvordan kom I med i projektet?

Vi havde indtrykket at gulvvarme der er eldrevet var en dyrere løsning. Da der så kom tilbuddet fra kommunen bare perfekt timet. Således kunne vi (gratis) få afdækket mulighederne. Det fik vi jo så bekræftet. Der blev foreslået en luft:luft varmepumpe til at blive sat i gulvhøjde. Derudover påpegede han muligheden at skifte terrassedørene, der dog næppe ville resultere i den store besparelse, så dem tager vi når det kommer. Isoleringen mv. fejler intet.

Vi havde som sagt altså en grundlæggende interesse i at ændre noget, da måleren altså løber stærkt, når man først skruer op for gulvvarmen. Det var der også fremhævet i energimærkningsrapporten i sin tid. Kommunens annonce i lokalavisen var timet helt perfekt.

RATIONALER:

Hvilken af Madleners fem kategorier påvirker jer mest?

Det er nok primært en blanding af økonomi og komfort. Det skal hænge sammen økonomisk og ikke resultere i det helt store besvær. Det var dog trods alt økonomien der motiverede os til at gå i gang. Vi blev jo glade for at høre at varmepumpen samtidigt også renser luften, da den tager noget fra brændeovnen også.

1 ØKONOMI, HERUNDER TILSKUDSORDNINGER OG AFGIFTER

Hvordan vurderer I økonomien?

Det er primært ekspertens råd. I vores tilfælde snakkede vi 2,24 tilbagebetalingstid for en investering på 19.200 kr. Det taler for sig selv. Alternativt diskuterede vi solceller, men de er alt for grimme.

Men oliefyr eller træpiller var ikke reelle løsninger, da vi i forvejen har gulvvarmen, så det ville have medført store investeringer.

Hvor kort skulle tilbagebetalingstiden være for at det blev relevant for jer?

Vi fik ingen forslag om tiltag, der havde længere tilbagebetalingstider end de 2,24 vi fik konstateret, men de skulle da ikke særligt højt op for at vi ikke længere ville overveje dem.

Fik I forskellige tilbud for varmepumpen, dvs. det tiltag, som Husets Energi havde foreslået?

Det tilbud vi fik af den første VVS'er matchede lige præcis det som Kaspar havde anslået (19.000 anslået, 19.200 faktisk!) så da vi fik det tilbud sagde vi bare ja!

Havde I også reageret sådan ved større investering (70-80 tusinde)?

Nej, så havde vi nok hentet flere tilbud ind.

Var det noget I skulle finansiere?

Nej, de 19.000 kr betalte vi bare.

Vil leasing af investerings-tunge varmepumper være en mulighed for dig, eller vil du gerne have ejerskab over din varmeinstallation?

Det var da bestemt en mulighed. Jeg føler ikke at det bare SKAL være min varmepumpe. Bare det fungerer.

Hvordan prioriterer I mellem funktion og komfort?

Der vægter funktion nok højest. Vi skal faktisk også til at få nyt køkken, men bortset fra det, så ville det nok være funktion der er vigtigst – der skal være styr på dækning af de grundlæggende basisbehov som vand og varme.

Spillede udviklingen af elprisen og udviklingen heraf en rolle for valg?

Nej. Desuden fyrer vi også med eget brænde. Det gør det kun bedre.

2 GENERELLE HOLDNINGER OM GIVEN TEKNOLOGI

Hvilke forhåndsformede holdninger har du om de fire mest oplagte løsninger udenfor den kollektive forsyning?

I vores eksempel har jeg ikke, da de vandbårne systemer ikke er en reel løsning. Bortset fra solpaneler, som jeg ikke bryder mig om, æstetisk. Men det er ikke noget jeg har overvejet meget, da det ikke var relevant i vores eksempel.

3 "EKSTERNE" FAKTORER, HERUNDER MILJØ OG FORSYNINGSSIKKERHED

Varmepumpen er vist nok en miljøvenlig løsning, men det spiller ikke virkeligt ind, hverken miljøet eller forsyningssikkerheden.

4 KOMFORT

Hvilken rolle spiller komforten?

Det er faktisk en stor faktor. Varmepumpen passer sig selv og skaber bedre indeklima, det er rigtigt fint.

Hvordan med at det tager noget plads?

Varmepumpen er faktisk større end jeg lige havde regnet med og den skulle da bestemt heller ikke være større. Taget vores lille bolig i betragtning ville jeg heller ikke synes det var i orden at "spilde" mere plads i fx stuen eller bryggers.

5 ANDRES PÅVIRKNING / OMGANGSKREDSSEN

Hvordan påvirker det jer, at det er jeres kommune, og ikke en tredje part fra Horsens, Svendborg eller København, der er ansvarlig?

Det tror jeg faktisk det gør. Som jeg forstod det, har alle kommunerne prøvet det her af på hele kommunens område, mens Mariagerfjord Kommune holdt det til et meget lokalt afgrænset område. Det skaber en vis lokal forpligtelse og at man er en del af netop det her projekt.

Jeg har snakket om projektet på vores fælles spisninger til fælles-spise-aftener i forsamlingshuset, da der manglede opbakning til projektet.

Spiller varmforsyning mv. et emne når I mødes?

Ikke decideret et stort emne, men det optager da folks opmærksomhed.

Har du fulgt op på det?

Der var en enkelt, der kom hen til mig og fortalte at han havde kontaktet Husets Energi.

Hvor meget tillid har I til og hvor meget indflydelse har de på jeres valg?:

Jeg havde meget tillid til rådgiveren fra Husets Energi. Han dikterede på ingen måde at vi skulle vælge det ene over det andet, men tilbød endda at vurdere de tilbud vi måtte indhente.

Jeg har også tillid til vores naboer.

Jeg har ikke decideret mistillid til andre parter. Ikke mindst fik vi 1.500 kr. tilskud fra et energiselskab, på trods af at de ikke yderligere var involveret i projektet.

AFSLUTTENDE

Hvad regner I med at gøre med / hvad har I sat i gang og hvorfor?

Vi har som sagt skiftet til varmepumpe og vi udskifter på sigt evt. altandøren, men ikke på grund af mulige økonomiske og energimæssige besparelser.

Vi kan være lidt i tvivl om den reelle besparelse ved at have fået varmepumpen sat op. Jeg har varmet mere op siden jul (hvor den blev sat op), idet gulvvarmen kun varmede op til ca. 15° om natten, hvor jeg så supplerede med brændeovnen når jeg stod op. Dvs. at jeg har forøget mit brug af

varmeinstallationen, men altså også fået en mere komfortabel bolig. Det vil dog være spændende at se om udskiftningen reelt vil resultere i de besparelser der er formuleret i rapporten fra Husets Energi.

BILAG B: KOMMUNALFULDMAGTEN

Kommunernes virke er reguleret igennem Kommunalfuldmagten. Selvom navnet indikerer en reel fuldmagt med indskrevne beføjelser og begrænsninger, er der snarere tale om et princip. Det gælder således som hovedregel, at kommunerne ikke må drive virksomhed, der konkurrerer med private aktører, med mindre der findes særlig lovhjemmel hertil. Lovhjemlen kan være udtrykt i en sektorlov, fx Varmeforsyningsloven for den kollektive varmforsyning¹⁶. Alternativt findes de mindre klart definerede områder som kommunerne må engagere sig i. Disse afgøres typiske i enkeltsagsafgørelser og bygger på en række centrale kriterier ved pågældende sag, der skal være opfyldte, for at de kan betragtes at være omfattet af Kommunalfuldmagten. (Mortensen & Jensen 2013) Mortensen & Jensen (2013, p. 123) beskriver disse¹⁷ kriterier som:

- Kriteriet om den kommunale interesse
- Almennyttetekriteriet
- Princippet om økonomisk ansvarlighed
- Forbud mod begunstigelse af enkeltpersoner eller enkelte virksomheder
- Forbud mod kommunal berigelse
- Lokalitetsprincippet.

De fleste tiltag kræver et skøn af hvorvidt de forskellige kriterier er opfyldte. Nedenstående beskriver kriteriernes indhold og hvordan disse kan fortolkes og anvendes i skønssager.

DEN KOMMUNALE INTERESSE

Den kommunale interesse er givet, hvis et givent tiltag er nødvendigt for at opnå andre hensyn og planer, der spiller en vigtig rolle i den pågældende kommunes virke. Derfor er dette kriterium ikke særligt velafgrænset. Der kan fx være tale om udvikling af turismen i kommunen, eller fremme af folkesundhed. (Mortensen & Jensen 2013) Kommunale ansatte må dermed som udgangspunkt beskæftige sig med forskellige projekter, der har til formål at sikre opfyldelse af kommunale planer, herunder energivisioner mv. Se dog nedenstående om en sag i Kolding, hvor Statsforvaltning Syddanmark fortolker hvornår kommunens involvering er vurderet at være for omfattende end at den kommunale interesse vurderes at være tilstrækkelig.

ALMENNYTTEKRITERIET

For at almennyttetekriteriet betragtes som opfyldt, kræves det, at tiltag skal komme kommunens borgere i helhed til gode. Det forudsættes dog ikke nødvendigvis at absolut alle kommunens borgere får en fordel ud af tiltagene. Det kan således være en saglig afgrænset gruppe af befolkningen vis situation forbedres igennem tiltagene. (Mortensen & Gottrup 2007) Der er ikke fundet retspraksis imod at fortolke almennyttetekriteriet til at kunne omfatte borgere i Område IV som en gruppe af borgere.

¹⁶ Idet forsyningsvirksomhed med ledningsført energi, vand- og kloakforsyning, samt indsamling og håndtering af affald betragtes som traditionel forsyningsvirksomhed, jf. Mortensen and Jensen (2013).

¹⁷ Bemærk at listen ikke er udtømmende, men jf. Mortensen and Jensen (2013) giver et godt grundlag for hensyn, der kan fortolkes som værende i overensstemmelse med Kommunalfuldmagten.

Kriteriet om at enkeltpersoner eller enkelte virksomheder ikke må begunstiges igennem tiltag vurderes at ligge fint i tråd med dette, idet tiltag der søger at forbedre mulighederne for en gruppe af borgere af betragteligt omfang, må antages at opfylde dette kriterium. Dermed er der ikke identificeret en barriere imod nærværende rapports emne ud fra disse to kriterier.

DEN ØKONOMISKE ANSVARLIGHED

Kriteriet om den økonomiske ansvarlighed fortolkes i forhold til denne rapports emne som at der skal være et forsvarligt forhold mellem de midler der anvendes på at gennemføre tiltag og de fordele, disse vil afføde. Idet kriteriet ikke er uddybet yderligere, vurderes dette fx at kunne ske ud fra de samfundsøkonomiske besparelser ved givne tiltag, set i lyset af de givne tiltag som kommunen måtte sætte i værk for at opnå disse. Idet tiltag ikke nødvendigvis behøver at afføde besparelser for at være økonomisk ansvarligt (Mortensen & Jensen 2013), vurderes det at dette kriterium ikke vil udgøre en barriere i forhold til tiltag der motiverer renoveringer og udskiftninger, der resulterer i samfundsøkonomiske besparelser.

FORBUD MOD BERIGELSE AF ENKELTE BORGERE ELLER VIRKSOMHEDER

Et andet økonomisk kriterium forbyder kommunal berigelse. Dette kan fortolkes som at tiltag ikke må gennemføres med det formål at øge kommunens indtægter. Det forbyder dog ikke kommunen at få en indtægt generelt, men blot at denne ikke må være projektets egentlige formål. Idet formålet med de i denne rapport vurderede tiltag er samfunds- og brugerøkonomiske besparelser, vurderes der ingen barriere i dette kriterium at være. (Mortensen & Jensen 2013)

LOKALITETSPRINCIPPET

Igennem lokalitetsprincippet forudsættes det, at de tiltag kommunen sætter i gang, opfylder et behov hos kommunens egne borgere eller virksomheder. Således skal tiltagene ikke have til formål at løse andre kommuners udfordringer, men holde sig til de lokale behov. Princippet udelukker dog ikke, at tiltag kan medføre fordele for andre kommuner og deres borgere, blot skal dette ske som en sideeffekt, hvor formålet skal være pågældende kommunes borgere og virksomheder. Yderligere gælder, at opgaver der vedrører højere administrative niveauer (fx staten) ikke skal varetages af kommunerne. (Mortensen & Jensen 2013) Det vurderes at sidstnævnte udgør den største potentielle barriere for involvering i individuel opvarmning, idet denne traditionelt håndteres på nationalt niveau og ikke af de enkelte kommuner. Dette bekræftes af udtalelsen fra Statsforvaltningen Syddanmark, der er beskrevet i nedenstående.

INDHOLD PÅ BILAGS-CD

På den vedlagte Bilags-CD findes følgende data:

1. Interviewnoter fra interview med energiplanlæggere i Mariagerfjord Kommune Inger Taylor og Knud Erik Jensen
2. Lydoptagelse fra interviewet med Inger Taylor og Knud Erik Jensen
3. Beregningsark til bestemmelse af varmebehov og endeligt energiforbrug i Mariagerfjord Kommune, inkl. fremskrivninger herfor som præsenteret i Afsnit 5.1
4. Beregningsark til samfunds- og brugerøkonomiske beregninger, samt følsomhedsanalyser
5. En digital kopi af rapporten som pdf-fil