

Rapport om

Forretningskoncept for udfasning af oliefyr med særlig fokus på fjernvarmeværker som leverandører af varme i Område IV

Udarbejdet af

EXERGI Partners
Brædstrup Fjernvarme
Insero Energi

for

Energistyrelsen
Februar 2014

Indhold

1	Resumé.....	4
	Forretningskonceptet – helt kort.....	5
	Konklusion.....	7
2	Indledning	8
	Varmepumper	8
	Varmepumper som alternativ til oliefyr	9
3	Energistyrelsens udbud	10
	Barrierer for varmepumper	11
	Nyt forretningskoncept for salg af varme.....	12
4	Forretningskoncept for salg af varme som service i "område IV"	13
	Baggrund	14
	Grundidé – salg af varme som en service	14
	Forretningskonceptet – et kendt koncept i ny anvendelse	14
	Forretningskonceptets kerneaktører	15
	Ejerskab og organisering	16
	Ansvars- og opgavefordeling	17
	Visualisering af en forretningsmodel for konceptet	20
	Fra forretningskoncept til realiseret forretning	24
	Økonomi i forretningskonceptet.....	27
	Privatøkonomien	27
	Selskabsøkonomien	28
	Forretningskonceptets risici	31
	Udviklingsmuligheder	33
5	Fjernvarmeværker og lov om varmeforsyning	33
	Gældende regler i lov om varmeforsyning	34
	Levering af individuel varmeforsyning i relation til varmeforsyningslovens formål	34
	Levering af individuel varmeforsyning i relation til varmeforsyningslovens prisbestemmelser	35
	Kommunernes muligheder for at fremme "grøn" varmeforsyning i hele kommunen	36
	BILAG A Varmepumper - med målere, Internet-kommunikation og planlagt drift.....	37
	Krav til generisk online og Smart Grid Ready varmepumpe	37
	BILAG B Tekniske modeller for installation af kollektive varmepumper	41
	Indledning.....	41
	Sæsonydelsesfaktor (SPF).....	41
	Rentabilitetsberegninger	41
	Investeringsforrentning	41
	Simpel tilbagebetalingstid	42
	Luft / vand-varmepumpen	42
	Funktion.....	42
	Levetid.....	43
	Økonomi	43
	Serviceeftersyn	44
	Omkostninger	44
	Etableringskrav	44
	Pladskrav	44
	Tekniske etableringskrav	45
	Væske / vand-varmepumpen	46
	Funktion.....	46
	Levetid.....	47
	Jordvarmekredsløb	47
	Slange	47
	Boring	48
	Fælles jordvarmeanlæg	52
	Økonomi	53
	Serviceomkostninger	53
	Etableringskrav	53
	Pladskrav	53

Tekniske etableringskrav	54
Udgifter til etablering.....	54
Fleksibilitetspotentiale	55
Varmeakkumulering i bygningen.....	55
Faseskiftende materialer	56
Varmeakkumulering i buffertank.....	56
Varmeakkumulering koncentreret over korte perioder med billig strøm	56
Varmeakkumulering over længere tid med lavere pumpeeffekt	57
Effekt af tilføjelser til system	57
Solvarme.....	57
Solceller	57
Begrænsninger	57
Jordbundsforhold	57
Klima	58
Placering	58
Jordvarmeanlæg	58
Jordslanger/boringer	59
Hustype	59
Isoleringsstandard.....	59
Betyder renovering af klimaskærm noget for fleksibilitet?	60
Radiatorer eller gulvvarme	60
Væske/vandvarmepumpe	60
Luft/vandvarmepumpe	61
Smart Grid Ready Varmepumpe fabrikater.....	62
Bosch.....	63
Danfoss.....	63
Gastech.....	63
IDM Terra	64
IVT	64
Thermia	64
Stiebel	65
Vaillant	65
Viessmann.....	65
BILAG C Budgetgrundlag for forretningsmodellen.....	67

1 Resumé

Fjernvarmeværker og naturgasselskaber var de centrale og udfarende aktører, da oliefyr i 1980'erne og herefter blev erstattet med kollektiv varmeforsyning i landets byer. Disse selskaber har sikret realiseringen af kommunernes varmeplaner og hjulpet flere hundrede tusinde parcelhusejere med at erstatte oliefyr med en billigere og mere grøn varmeforsyning.

Derfor er det nærliggende at spørge, om en central operatør på lignende vis også kan spille en rolle, når samfundet nu står over for en ny udfordring, nemlig at udfase oliefyr i områder, hvor der aldrig kommer fjernvarme- eller naturgasnet, men hvor individuelle løsninger som varmepumper et af de oplagte alternativer.

Den samfundsmæssige udfordring er, at husejerne er tilbageholdende med at investere i varmepumper, selv om økonomien på papiret ser fin ud. En række undersøgelser peger på, at kunderne er tøvende over for den store investering, og i tvivl om den høje markedsførte energieffektivitet holder i praksis. Endelig kan de forpligtelser, der knytter sig til et etablere et jordvarmeanlæg og selv stå for driften af selve varmepumpen, være afskrækkende.

Et konsortium bestående af EXERGI Partners, Insero Energy og Brædstrup Fjernvarme har med økonomisk støtte fra Energistyrelsen udviklet en forretningsmodel, hvor en entreprenør (f.eks. et varmeselskab) udbyder varme i områder uden fjernvarmenet. Kort sagt, sælges servicen "varme" som ved almindelig fjernvarmeforsyning. Den tekniske forskel er blot, at varmen ikke leveres via et fjernvarmerør, men produceres lokalt i en varmepumpe som tilhører varmeværket.

Kort om forretningsmodellen:

Formål: At bidrage til at mindske en række barrierer, der begrænser udbredelsen af individuelle varmepumper, samt sikre en billiggørelse og effektiv udnyttelse af de enkelte varmepumper.

Middel: At flytte indkøb, ejerskab, drift samt økonomisk usikkerhed fra kunder til udbydere af energiservices. Det skal være enkelt og trygt for kunden at skifte til en miljøvenlig varmeforsyning, og det skal være billigere end ved forsat oliefyring.

Løsning: At et energiselskab markedsfører, ejer og står som ansvarlig for driften af de enkelte varmepumper, som installeres hos kunderne. I lighed med fjernvarme betaler kunderne for den målte mængde varme, som varmepumpen leverer til kundens centralvarmeanlæg.

Økonomisk tab som følge af f.eks. lavere effektivitet i varmepumpen end forudsat - eller mulige sidegevinster ved fremtidige Smart Grid-ydelser - er her kunden uvedkommende og noget, som udbyderen tager sig af.

Det er to grunde til den her foreslåede arbejdsdeling imellem kunde og selskab.

- **For det første** skal tilbuddet være attraktivt for kunden. Her fokuserer konceptet på, at kunden får tilbudt et enkelt grønt koncept med god økonomi og stærkt begrænset risiko. Kunden kender varmeprisen, undgår en stor investering, friholdes fra driftsansvar og kan i øvrigt opsige aftalen med ét års varsel.

- **For det andet** skal konceptet sikre - via krav til varmepumper, storindkøb, installatører samt IT-baseret driftsovervågning og styring - at de samlede omkostninger til indkøb og installation reduceres betydeligt, samtidig med at varmepumpernes drift og fremtidige Smart Grid-ydelser optimeres og samordnes.

Konceptet har, som allerede nævnt, en række lighedspunkter med almindelig fjernvarme, men med den vigtige tekniske forskel, at kunden ikke får installeret en varmeveksler men derimod en varmepumpe.

Forretningskonceptet – helt kort

Grundidéen i forretningskonceptet er, at et selskab tilbyder salg af varme (suppleret med en drifts- og serviceaftale) til kunder i områder *uden* fjernvarmenet. I rapporten er der taget udgangspunkt i et fjernvarmeselskab, men servicen begrænser sig ikke til sådanne selskaber. Derimod vil ethvert selskab med de fornødne ressourcer vil kunne påtage sig rollen som udbyder af salg af varme. Selskabet betegnes i rapporten som et "varmeselskab" og varmen leveres fra varmepumper, som er ejet af varmeselskabet men fysisk placeret hos den enkelte kunde.

Konceptet bygger på idéen om at flytte investeringsomkostninger til anskaffelse af varmepumper (ejerskab), driftsansvar og usikkerhed fra den enkelte kunde til udbyderen, som til gengæld sælger varme som en service. I dette tilfælde er udbyderen f.eks. et fjernvarmeselskab der sælger varmen til kunden, men det kan i princippet være en aktør der i dag ikke leverer energi, men som har et godt ry og brand ift. husejerne.

Konceptet er universelt, i den forstand at det kan anvendes af forskellige selskaber uden de geografiske bindinger der karakteriserer varmeværker, ligesom det rummer en skalerbarhed, uden de helt store basisinvesteringer, før tilbuddet er afgivet til kunden.

For *kunden* fremstår løsningen som enkel, gennemsigtig og økonomisk stabil, hvor kunden ikke skal foretage en stor investering, og tilmed kan opsigse aftalen med varmeselskabet med et opsigelsesvarsel på ét år.

For det pågældende *varmeselskab* er opgaven væsentlig mere kompleks. Prisen for at det skal være enkelt og trygt for kunden, er at et selskab overtager en betydelig andel af kundernes økonomiske risici, skal finansiere indkøb af varmepumper, overvåge og servicere varmepumper samt købe el og sælge varme.

Forretningskonceptet fokuserer på, at kunden skal kende sin udgift til varme, samtidig med at ansvar og usikkerhed forbundet med varmepumpen (investering, indkøb, installation, drift, service og optimering) håndteres af varmeselskabet. Modellen er kendt fra andre markeder, f.eks. inden for elektronik, musik og film samt software (jf. begrebet 'Software as a Service'), hvor kunden ikke ejer produktet men bruger det og afregner efter faktisk forbrug.

Centrale elementer i konceptet er, at:

- Kunden, mod betaling af et tilslutningsbidrag, får stillet en varmepumpe til rådighed af selskabet, der samtidig forestår installationsarbejder samt etablering af en ude-del. Sidstnævnte kan være en jordslange, luft-til-vand enhed, en lodret boring eller tilslutning til et fælles brine-anlæg (fælles jordslange).
- Kunden selv sørger for, at oliefyret fjernes, samt at fyrrum og centralvarmesystem er forberedt for standard-installation af varmepumpe, (jf. værkets tekniske tilslutningsbestemmelser). Varmeselskabet kan formidle tilbud fra

VVS-firmaer (eksempelvis via rammeaftaler), men det står kunden frit at vælge egen VVS-installatør til denne opgave.

- Varmeselskabet eller et tilknyttet driftsselskab overvåger og fjernstyrer de internet-tilsluttede varmepumper samt forestår drift og tilsyn af anlæg, således at kunden får det ønskede indeklima, samtidig med at værket - via driftsoptimering - minimerer energitab og høster gevinster ved at levere Smart Grid-ydelser.
- Varmeselskabet sælger varme til kunden til en fast kWh-pris via den installerede varmepumpe. Kunden betaler for den faktisk målte varmeleverance til centralvarmesystemet.
- Varmeselskabet køber el af kunden (ved modregning i varmeregningen) til varmepumpens drift.
- Kunden har ret til at få udskiftet varmepumpen, hvis behovet ændrer sig (renovering eller tilbygning), ligesom kunden kan opsige leveringsaftalen med en frist på 12 måneder.

Varmepumperne i forretningskonceptet adskiller sig fra de gængse på markedet ved at være forsynet med:

- En varmemåler, der måler den samlede leverance fra varmepumpe til centralvarme- og varmtvandssystem
- En elmåler, der måler den samlede el-leverance til varmepumpen, samt
- En IP-adresse og en internetforbindelse/GSM, der muliggør fjernovervågning og -styring.

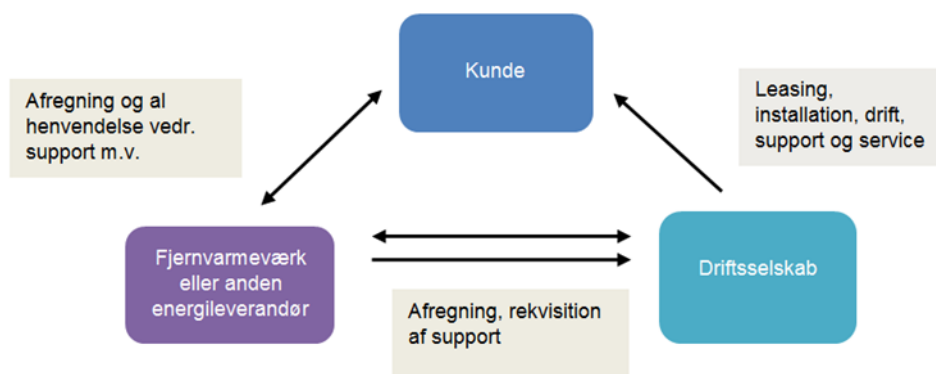
Det nuværende lave salg af varmepumper er et signal om at en stor andel af husejerne med oliefyr, ikke ser varmepumper som en særlig attraktiv investering. I en sådan situation skal der tænkes nyt, og udvikles tilbud som fremstår som enklere og mindre forpligtende for kunderne.

Hvis fjernvarmeværker bevæger sig ind i dette nye marked, er der en række juridiske forhold omkring værkets økonomi og mulighed for at påtage sig risici. Rapporten peger nogle problemstillinger herom, såvel som kommunernes rolle som varmeplan-myndighed og den centrale part i den strategiske energiplanlægning.

For mange energiselskaber vil det oven beskrevne koncept byde på en række nye opgaver. Samtidigt kan f.eks. garantier for varmepumpernes faktiske effektivitet, introducere nye former for økonomisk risici som værkerne ikke må eller ønsker at påtage sig.

I rapporten beskrives derfor muligheden for at et varmeselskab entrerer med et driftsselskab. Et sådant driftsselskab er tænkt som en underleverandør der på vegne af varmeselskabet, og i dennes navn, udfører de opgaver som værket ikke selv kan eller vil varetage. Driftsselskabet kan f.eks. stå for indkøb og vedligeholdelse af varmepumper, levere IT til optimering af varmepumpedrift og Smart Grid-ydelser, finansiering og risikoafdækning samt evt. ejerskab af varmepumperne.

Et eksempel på arbejdsdeling imellem varmeselskab (her et fjernvarmeværk), driftsselskab og kunde er vist i nedenstående figur.



Figur 1: Forretningskonceptets hovedaktører

Konklusion

I rapporten konkluderes bl.a.:

- at en ny generation af varmepumper med internet-kommunikation, i kombination med smart IT i "skyen", gør det muligt at optimere driften af de enkelte varmepumper og derved minimere energiudgifter og energitab i de enkelte huse såvel som i det samlede energisystem (en del af definitionen på "Smart Energi")
- at storindkøb af varmepumper samt drift og service baseret på fjernovervågning og -styring vil kunne give betydelige økonomiske besparelser til gavn for samfunds- og privatøkonomien
- at der for kunden er god økonomi i det samlede koncept, hvor kunderne kan tilbydes varme til en udgift, der ligger under den tilsvarende investering i et nyt oliefyr, samtidig med at varmen sælges til en pris, der ligger under olieprisen
- at konceptet, til forskel fra fjernvarme- og fibernet, har den oplagte fordel for virksomheden bag, at hovedparten af investeringerne først falder, når kunderne har underskrevet en forsyningsaftale
- at konceptet har det interessante aspekt, at kundernes økonomi ikke søges forbedret via tilskud, men ved at efterspørgslen organiseres med henblik på at opnå lavere samlede omkostninger til indkøb og drift
- at bestræbelserne på at reducere kundernes finansiering betyder, at selskabet selv skal forestå store investeringer, hvilket gør spørgsmål om gunstige finansieringsvilkår og risiko-afdækning helt central
- at et varmeselskab løfter en række meget forskellige opgaver, der tilsiger brug af underleverandører, herunder et driftsselskab, der kan varetage en række opgaver. Det drejer sig f.eks. om installation og service af varme-pumper, digital kunderådgivning, IT- og styringskoncept til driftsoptimering og Smart Grid-ydelser samt afdækning af dele af projektets økonomiske risici
- at konceptet lever op til varmeforsyningslovens formålsparagraf om at sikre god samfundsøkonomi, oliefortrængning og miljøgevinster via en samordnet tilrettelæggelse af kundernes varmeforsyning. Dette peger i retning af, at denne

løsning, såvel som værkernes aktiviteter, med fordel - efter konsulentteamets opfattelse - kan blive en integreret del af varmeplanlægningen og den nye strategiske energiplanlægning i kommunerne.

2 Indledning

Den 22. marts 2012 indgik regeringen sammen med Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti en ny energiaftale, der sætter rammerne for den danske energipolitik frem til 2020. Aftalen er et stort skridt på vejen mod at Danmarks energiforsyning i 2050 skal være baseret 100 pct. på vedvarende energi.

I regeringens udspil til energiforhandlingerne fra november 2011, 'Vores Energi', blev der sat følgende pejlemærker for udviklingen frem mod 2050:

- I 2020 skal halvdelen af elforbruget dækkes af vind
- I 2030 skal oliefyr ikke benyttes i Danmark
- I 2030 skal kul være udfaset fra danske kraftværker
- I 2035 skal el- og varmeforsyningen dækkes af vedvarende energi
- Hele energiforsyningen - el, varme, industri og transport - skal være dækket af vedvarende energi i 2050.

Energiforliget, regeringens energiudspil og den tidligere regerings energistrategi markerer ny orientering i tilgangen til omstillingen til vedvarende energi. Hvor det politiske fokus tidligere primært har været rettet mod opfyldelse af EU's 20-20-20 mål inden for de eksisterende rammer i energisektoren, er fokus nu rettet mod den langsigtede omstilling, samt en massiv satsning på energieffektivisering.

Afviklingen af de fossile energikilder og skiftet til vedvarende energi ændrer ikke blot selve energiproduktionen. Den fluktuerende energiproduktion fra vedvarende energi, og de varierende distributionsomkostninger, betyder samtidig at energiforbruget skal være både effektivt og fleksibelt.

I Nordeuropa er der – og ikke mindst bliver der fremadrettet - meget store ressourcer af vindkraft og anden fluktuerende elproduktion, hvorimod biomasse både globalt og nationalt er en begrænset ressource. Udvikling af et energisystem, der effektivt kan integrere store mængder vindkraft og samtidig udnytte biomassen effektivt og fleksibelt, er derfor et helt afgørende succeskriterium for det fremtidige danske (og europæiske) energisystem, og mulighederne for at gøre sig fri fra fossile brændsler.

Ovenstående betyder, at energisystemets udfordring – og selve kernen i Smart Grid er, at er at minimere energispild og udgifter hos de enkelte kunder såvel som i det samlede energisystem. Når der fokuseres på husholdningernes muligheder for at levere fleksibelt elforbrug er varmepumper og elbiler ofte i fokus pga. at deres evne til at forskyde deres elforbrug.

Varmepumper

Individuelle varmepumper er i Danmark tiltænkt en central rolle i omstillingen af energisektoren til et system baseret på vedvarende energi.

En række analyser fra bl.a. Klimakommissionen (2010), Energinet.dk ('Energi 2050' og 'Vindspor 2050') samt Dansk Fjernvarme ('Varmeplan Danmark' 2010), peger på, at eldrevne varmepumper - i områder uden fjernvarme - kan blive en af nøgleteknologierne i fremtidens varmeforsyning. Udskiftning af oliefyr med varmepumper er dermed et centralt element i bestræbelserne på at gøre opvarmningssektoren uafhængig af olie.

Varmepumper er en kendt og velafprøvet teknologi, der kan omsætte el til varme med en virkningsgrad på op til 400 pct. Det vil sige, at for hver kWh el, som varmepumpen bruger, producerer den tre til fire gange så meget varme. Denne varme henter varmepumpen fra omgivelserne – typisk fra jorden eller luften.

Fra et samfundsøkonomisk perspektiv er varmepumpen et godt alternativ til træpillefyr (Se tabel 1).

	Investering	Virk.grad	Energipris	Varmepris (netto)	Energiomk.	CO2-emmission		Ydelse		I alt
			kr./GJ	kr./GJ	kr./år	kg./GJ	kg./år	kr./år	kr./år	kr./år
Varmepumpe	90.000	3,5	157	45	2.922	83	1.551	310	8.095	11.327
Naturgas	40.000	1,05	81	77	5.027	57	3.537	707	3.598	9.332
Olie	40.000	0,95	135	142	9.260	74	5.076	1015	3.598	13.872
Træpiller	50.000	0,9	106	118	7.674	0	0	0	4.497	12.171
Forbrug	18,1 MWh									
	65,2 GJ									
Finansiering	15 år									
Rente	4 %									
CO2kvote pris ??	200 kr./ton									

Tabel 1 Samfundsøkonomi ved forskellige opvarmningsformer. Det ses at varmepumpeteknologien er samfundsøkonomisk bedre end træpillefyr med de valgte forudsætninger. Olie og naturgasfyring er ikke et alternativ, når fossile brændsler skal erstatte fossile brændsler.

I bilag B er varmepumpeteknologien nærmere beskrevet med bl.a. økonomiske analyser og teknologiske muligheder.

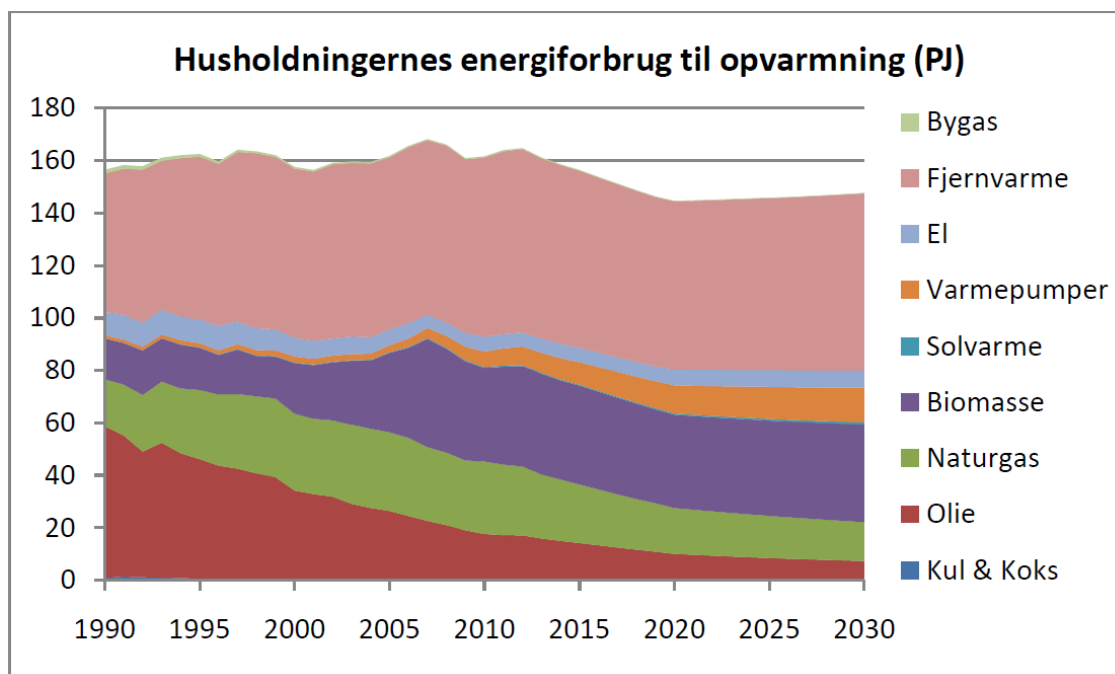
Varmpumper som alternativ til oliefyr

I dag opvarmes ca. 250.000 bygninger med oliefyr og ca. 400.000 bygninger med naturgas. Ca. 170.000 boliger med oliefyr ligger i områder uden mulighed for tilslutning til fjernvarme eller naturgas. I energiaftalen er det aftalt, at der fra 2013 indføres forbud mod at installere af oliefyr i nye bygninger. Nye bygninger der opføres i områder med naturgasnet kan fortsat tilsluttes naturgas. Fra 2016 er det ikke længere tilladt at installere oliefyr i eksisterende bygninger i områder med kollektiv forsyning (fjernvarme eller naturgas). I eksisterende boliger uden for områder med kollektiv forsyning vil det dog fortsat være tilladt at installere oliefyr.

Det er regeringens målsætning, at der i 2030 ikke længere skal anvendes olie til opvarmning i Danmark.

Selv om det i dag er teknisk muligt at udskifte oliefyr med vedvarende energi i mange bygninger, er det nødvendigt at stimulere omlægningen gennem billiggørelse, teknologisk udviklingsarbejde, garantiordninger og/eller udvikling af nye forretningsmodeller.

Antallet af varmepumpeinstallationer til opvarmning af helårshuse med et vandbåret varmesystem er pt. omkring 5.000 stk./årligt. Der er i dag installeret ca. 40.000 luft/vand og/eller væske/vand varmepumper i danske boliger. Heraf udgør væske/vand varmepumperne de fleste¹. Derudover findes et stort antal luft/luft varmepumper i mindre boliger og fritidshuse, hvor der særligt de seneste år har været en markant stigning i antallet af nye varmepumper.



Figur 2: Husholdningernes energiforbrug til opvarmning. Kilde: Danmarks Energifremskrivning, 2012

Hvis regeringens målsætninger omkring udfasning af oliefyr i 2030 og 100 pct. vedvarende energi i varmeforsyningen i 2035 skal realiseres, så må det forventes, at installationen af varmepumper stiger ganske markant (figur 2 viser den forventede udvikling frem mod 2030). Regeringens målsætninger betyder i praksis, at der **årligt** frem mod 2035 skal konverteres varmeforsyning i ca. 20.000 boliger årligt.

Konklusionen er, at det er nødvendigt med en kraftig forcering af hastigheden for installationen af varmepumper og andre alternativer som erstatning for oliefyr, hvis regeringens målsætninger skal realiseres.

3 Energistyrelsens udbud

Denne rapport afrapporterer arbejdet i forbindelse med Energistyrelsens udbud fra november 2012, hvor opgaven gik på at beskrive et nyt forretningskoncept for implementering af varmepumper baseret på markedsmæssige vilkår.

Energistyrelsens udbud bygger på de erfaringer, der udsprang fra puljen i Energiaftalen fra 2008 til fremme af varmepumper som erstatning for oliefyr, som var på 30 mio. kr. Blandt de forskellige initiativer, som blev iværksat i forbindelse med udmøntningen af puljen, var udarbejdelsen af følgende faglige rapporter:

¹ Energistyrelsen: "Pilotprojekt for individuel rådgivning af boligejere med oliefyr vedrørende installation af varmepumpe" (2012) og Cowi: "Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for oliefyr" (2011) og Energistyrelsen: "Varmepumper i helårshuse" (2010).

- 'Energistyrelsens handlingsplan for arbejdet med varmepumper, jf. den energipolitiske aftale af 21. februar 2008'
- 'Varmepumper i helårshuse, barrierer og erfaringer blandt danske husejere' (Energistyrelsen)
- 'Analyse af erhvervs- og samfundsøkonomiske effekter for varmepumper i Danmark til erstatning for oliefyr' (Rambøll)
- 'Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for oliefyr' (COWI, Teknologisk Institut og Statens Byggeforskningsinstitut)
- 'Fremtidig metode til opgørelse af bestanden af varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark' (COWI, Teknologisk Institut og Statens Byggeforskningsinstitut)
- 'Stock of heat pumps for heating in all-year residences in Denmark' (COWI, Teknologisk Institut og Statens Byggeforskningsinstitut)
- 'Pilotprojekt for individuel rådgivning af boligejere med oliefyr vedrørende installation af varmepumpe' (Energitjenesten, Teknologisk Institut og COWI)

Barrierer for varmepumper

De hidtidige erfaringer fra Energistyrelsens arbejde med at fremme varmepumper som alternativ til olie- og naturgasfyr viser, at der er en række barrierer i forbindelse med implementering af varmepumper som ny varmekilde. De største barrierer til hinder for at flere husejere investerer i varmepumpeløsningen er i de hidtidige analyser opdelt i tekniske, økonomiske og rådgivningsmæssige barrierer².

Tekniske Barrierer

Tekniske barrierer knytter sig til den usikkerhed, mange bygningsejere har i forbindelse med varmepumpens teknik. Det drejer sig formentlig i højere grad om forventninger end konkrete erfaringer med kvaliteten af varmepumper. Mange bygningsejere er usikre på, om den markedsførte høje virkningsgrad kan opnås i praksis, når en varmepumpe installeres i deres hus. En del bygningsejere er også bekymrede for holdbarheden af varmepumpen, og hvad det vil koste at reparere eller udskifte varmepumpen.

Økonomiske barrierer

Etableringspris og finansiering er en barriere for mange bygningsejere. Enten fordi de har vanskeligt ved at tilvejebringe den nødvendige finansiering eller fordi de er i tvivl om varmepumper på sigt bliver villigere. Hertil kommer spørgsmålet om en investering i en varmepumpe er mere rentabel end i f.eks. træpillefyr. Samtidig spiller tilbagebetalingstiden ind, især hvis bygningsejeren ikke forventer at eje bygningen i hele tilbagebetalingsperioden og er usikker på i hvor høj grad investeringen afspejles i en forøget ejendomsværdi. Endeligt er det ved mange bygninger nødvendigt med omfattende og fordyrende arbejder på installationer og efterisolering, for at kunne få en varmepumpe til at fungere hensigtsmæssigt.

² Cowi: "Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for oliefyr" (2011).

Rådgivningsmæssige barrierer

Det er udtalt, at bygningsejere ikke er tilfredse med eller ikke har tillid til den rådgivning, de kan få af installatører og rådgivere vedrørende varmepumper. Bygningsejerne savner, at der i højere grad tages udgangspunkt i den konkrete bygning, og at der gennemføres mere realistiske beregninger af økonomien i projektet, end den de har fået. Mange har desuden svært ved at forstå de tilbud, de modtager på installation af varmepumper, og undrer sig over, at der kan være store udsving i priserne på de tilbud, de har indhentet fra forskellige installatører. Det skaber usikkerhed om, hvilken løsning der er den bedste til deres bygning. Endelig er mange bygningsejere usikre på, om deres bygning kan varmes tilstrækkeligt op med en varmepumpe.

Nyt forretningskoncept for salg af varme

Fjernvarmeværker og naturgasselskaber er de udfarende forsyningsvirksomheder i de kollektivt forsynede områder, som har sikret realiseringen af kommunernes varmeplaner og afdækket de risici, forbrugerne ellers ville have i forbindelse med skift af varmeforsyning. Der savnes aktører, der på tilsvarende vis kan fremme udbredelsen af varmepumper i "Område IV" (områder hvor fjernvarme og naturgas ikke udbydes).

For at imødekomme udfordringerne omkring rådgivning, finansiering og drift af varmepumper i områder uden fjernvarmeforsyning har Energistyrelsen udbudt denne opgave. Konsortiet, som vandt udbuddet (EXERGI Partners, Insero Energy og Brædstrup Fjernvarme), har udviklet et nyt forretningskoncept, hvor et selskab via et samarbejde med et driftsselskab afdækker disse risici for forbrugeren. I rapporten er der taget udgangspunkt i et fjernvarmeselskab, men servicen begrænser sig ikke til sådanne selskaber. Derimod vil ethvert selskab med de fornødne ressourcer vil kunne påtage sig rollen som udbyder af salg af varme. Selskabet betegnes i rapporten som et "varmeselskab" og varmen leveres fra varmepumper, som er ejet af varmeselskabet men fysisk placeret hos den enkelte kunde.

Rapporten beskriver således en helt ny måde at tilbyde varmeforsyning på i "Område IV". Udgangspunktet er, at forbrugernes økonomiske og teknologiske usikkerhed samt finansieringsbehov skal minimeres, samtidig med at kvaliteten og driften af varmepumperne og integrationen med el-systemet håndteres af en kompetent (service-) partner. Forretningskonceptet og de forskellige aktørers roller beskrives nærmere i kapitel 4.

Denne rapport skal også ses som et input til kommunernes strategiske energiplanlægning, hvor der med den nye forretningsmodel og inddragelse af energiselskaber og/eller andre aktører åbnes for nye planlægningsmuligheder i forbindelse med konvertering af varmeforsyning i det åbne land.

Kommunernes traditionelle varmeplanlægning har den indbyggede styrke, at der er fjernvarmeværker og naturgasselskaber parate til at etablere net og tilbyde varmeforsyning, efter kommunernes anvisning. I den nye strategiske energiplanlægning mangler tilsvarende "lokomotiver" i områder uden rørført energi. I et fremtidigt "smart" energisystem forventes energipriserne at variere som funktion af tid og sted. Der skal derfor tænkes langsigtet og lægges vægt på løsninger, som minimerer energi- og pengespild lokalt såvel som i det samlede energisystem.

Hermed flyttes fokus omkring implementering af varmepumper fra teknologi til udvikling af forretningsmodeller, som understøtter en øget udbredelse af varmepumperne, og som husejerne finder attraktiv. Det sker på baggrund af en

erkendelse af, at varmepumpeteknologien – når det gælder levering af varme - er så veludviklet, at det ikke længere er en teknologisk barriere, som hindrer, at varmepumper opnår en betydeligt større markedsandel (dette afspejles dog ikke helt i den gængse opfattelse hos forbrugerne i Danmark).

Varmepumper er sammen med elbiler udpeget som husholdningernes mest oplagte elforbrugende enheder, når der fokuseres på fleksibelt elforbrug. Ved smart styring der både tilgodeser kundernes behov for henholdsvis komfort og transport og elsystemets varierende omkostninger over tid, kan disse to forbrugsenheder bidrage til at elsystemets energiforbrug og omkostninger minimeres.

I elmarkedet er de professionelle aktører i dag elhandelsselskaber, netselskaber og systemansvarlige. Netselskaberne og systemansvarlige har ikke mulighed for at påtage sig en opgave med styring af varmepumper. Elhandelsselskaberne har i dag ikke de nødvendige systemer til datahåndtering, og i såvel Dansk Energi som i Energinet.dk's publikation 'Smart Grid i Danmark 2.0' og i DONG Energy's 'The eFlex project' fremhæves en ny type aktør på markedet. Denne aktør kan aggregere data og kommunikationen med en portefølje af varmepumper og tilbyder dermed det samlede elsystem fleksibilitet. Denne opgave kan naturligt være en delydelse for et varmeselskab der sælger varme til sine kunder, fra et stort antal individuelle varmepumper.

Da varmepumperne har en forventet levetid på omkring 20 år³, vil de varmepumper, som installeres i de kommende år, producere varme i en lang årerække og dermed udgøre en del af det potentielle fleksible elforbrug. For at elsystemet kan udnytte dette potentiale er det væsentligt, at der samtidig udvikles nye forretningsmodeller for varmepumper, og at der fokuseres på udvikling af "Smart Grid Ready" varmepumper. Det anbefales, at mulighederne for at fremme Smart Grid Ready varmepumper undersøges særskilt, samtidig med at der findes en afklaring af forudsætningerne og behovet for tilskud/støtte til varmepumper, der er Smart Grid Ready.

4 Forretningskoncept for salg af varme som service i "område IV"

Dette kapitel har til formål at præsentere det forretningskoncept, som projektets partnere har udviklet i løbet af projektet "Forretningskoncepter for udfasning af oliefyr med særlig fokus på fjernvarmeværker som leverandører af varme i Område IV".

Kapitlet har alene fokus på at illustrere de forretningsmæssige muligheder, som projektets partnere har identificeret, analyseret og modnet i projektet, herunder at beskrive en egentlig forretningsmodel, som kan danne grundlag for videre arbejde med udfasning af oliefyr i "område IV". Det pointeres, at forretningskonceptet og -modellen ikke er afprøvet i praksis endnu. Demonstration af koncept og model kan gennemføres som opfølgning på dette projekt i en række demonstrationsprojekter.

I afsnittet redegøres kort for baggrunden for forretningskonceptet, og der skelnes mellem kommercielle og "hvile-i-sig-selv" selskaber. Der argumenteres for, at "hvile-i-sig-selv" selskaber som fjernvarmeselskaber kan have vanskeligt ved at håndtere den risiko, som er forbundet med konceptet og derfor med fordel kan involvere kommercielle aktører i form af private driftsselskaber til udvalgte dele af varmeleverancen.

³ Energinet.dk og Energistyrelsen: "TECHNOLOGY DATA FOR ENERGY PLANTS" (2012).

Baggrund

Udgangspunktet for arbejdet med udvikling af et nyt forretningskoncept har været, at forbrugernes økonomiske og teknologiske usikkerhed og finansieringsbehov skal minimeres, samtidig med at kvaliteten og driften af varmepumperne samt integrationen med el-systemet skal håndteres af en kompetent servicepartner.

Fjernvarmeværker og naturgasselskaber er aktører, der i de kollektivt forsynede områder har sikret realiseringen af kommunernes varmeplaner og afdækket de risici, forbrugerne ellers ville have i forbindelse med skift af varmeforsyning. Der har hidtil ikke været tilsvarende aktører, der kan fremme udbredelsen af varmepumper i "Område IV".

Grundidé – salg af varme som en service

Grundidéen i det nye forretningskoncept er dermed, at et varmeselskab kan tilbyde salg af varme (suppleret med en drifts- og serviceaftale) til kunder i områder uden fjernvarmenet. Varmen leveres fra varmepumper, som er ejet af varmeselskabet men fysisk placeret hos den enkelte kunde.

Konceptet bygger dermed på idéen om at flytte investeringsomkostninger til anskaffelse af varmepumper (ejerskab), driftsansvar og usikkerhed fra den enkelte kunde til udbyderen af varmen som en service. Som fremhævet tidligere, har salg af varme fra en varmepumpe store ligheder med salg af fjernvarme - dog med den mindre tekniske variation, at varmeveksleren er udskiftet med en varmepumpe.

Konceptet er universelt, i den forstand at det kan anvendes af forskellige selskaber uden de geografiske bindinger der karakteriserer varmeværker, ligesom det rummer en skalerbarhed, uden store basisinvesteringer før et bindende tilbud er afgivet til kunden.

Varmepumperne, der skal indgå i forretningskonceptet, adskiller sig fra de gængse på markedet ved at være forsynet med:

- En varmemåler, der måler den samlede leverance fra varmepumpe til centralvarme- og varmtvandssystem
- En elmåler, der måler den samlede el-leverance til varmepumpen, samt
- En IP-adresse og en Internetforbindelse/GSM, der muliggør fjernovervågning og -styring.

I bilag B er et varmepumpesystem, der kan indgå i konceptet, nærmere beskrevet.

Forretningskonceptet – et kendt koncept i ny anvendelse

Forretningskonceptet er baseret på, at kunden skal kende sin udgift til varme, samtidig med at ansvar og usikkerhed forbundet med varmepumpen (investering, indkøb, installation, drift, service og optimering) håndteres af varmeselskabet, eksempelvis et fjernvarmeværk. Modellen er kendt fra andre markeder, f.eks. inden for elektronik, musik og film samt software (jf. begrebet Software as a Service), hvor kunden ikke ejer produktet men bruger det og afregner efter forbrug.

Centrale elementer i konceptet er, at:

- Kunden, mod betaling af et tilslutningsbidrag, får stillet en varmepumpe til rådighed af selskabet, der samtidig forestår installationsarbejder samt etablering af en ude-del. Sidstnævnte kan være en jordslange, luft-til-vand

enhed, en lodret boring eller tilslutning til et fælles brineanlæg

- Kunden selv sørger for, at oliefyret fjernes, samt at fyrrum og centralvarmesystem er forberedt for standard-installation af varmepumpe, (jf. værket tekniske tilslutningsbestemmelser). Varmeselskabet kan formidle tilbud fra VVS-firmaer (eksempelvis via rammeaftaler), men det står kunden frit at vælge egen VVS-installatør til denne opgave
- Varmeselskabet eller et tilknyttet driftsselskab overvåger og evt. fjernstyrer de internet-tilsluttede varmepumper samt forestår drift og tilsyn af anlæg, således at kunden får det ønskede indeklima, samtidig med at værket - via driftsoptimering - minimerer energitab og høster evt. gevinster ved at levere Smart Grid-ydelser
- Varmeselskabet sælger varme til kunden til en fast kWh-pris via den installerede varmepumpe. Kunden betaler for den faktisk målte varmeleverance til centralvarmesystemet
- Varmeselskabet modregner kundens udgifter til køb af den strøm, som værket "låner" af kunden til varmepumpens drift
- Kunden har ret til at få udskiftet varmepumpen, hvis behovet ændrer sig (renovering eller tilbygning), ligesom kunden kan opsige leveringsaftalen med en frist på 12 måneder⁴.

Forretningskonceptets kerneaktører

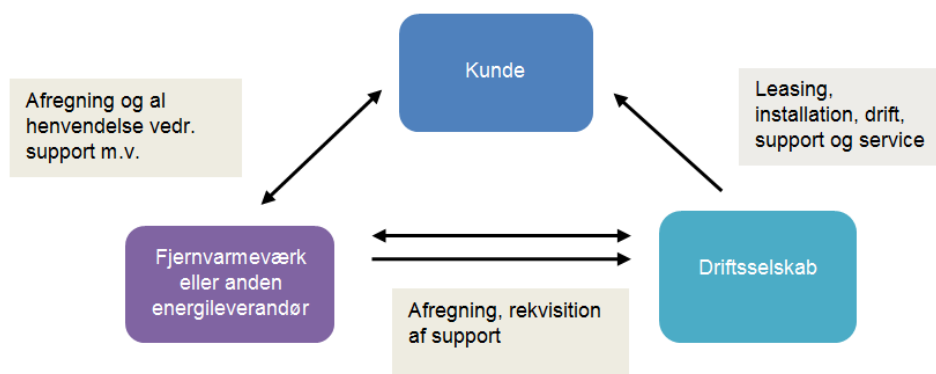
Det må formodes, at ikke alle varmeselskaber selv kan og/eller vil stå for installation og service af individuelle varmepumper og dertil hørende it-systemer og -værktøjer til optimering af varmepumpernes drift ud fra vejrprognoser, elpriser og kundens krav til varmekomfort m.v. Hertil kommer, at konceptet forudsætter et større behov for risikoafdækning samt viden om - og adgang til - gunstige finansieringsvilkår.

Dette har ført til udviklingen af en fleksibel forretningsmodel, hvor et driftsselskab kan få en rolle ved at tilbyde at levere de services, som varmeselskaberne *ikke* selv kan eller vil varetage. Varmeselskabet kan dermed betragtes som den aktør, der står for projektet, som indgår kontrakten med kunden og som afregner med kunden, mens hele eller udvalgte dele af driften og risikohåndteringen outsources til et driftsselskab.

Forretningskonceptet tegnes dermed af følgende 3 kerneparter: 1) Kunden/husejeren i "område IV"; 2) Et varmeselskab – eksempelvis et fjernvarmeværk; og 3) Et driftsselskab der på vegne af fjernvarmeselskabet f.eks. varetager indkøb, styring og vedligeholdelse af de installerede varmepumper, samt risikoafdækning.

Figur 3 herunder illustrerer de involverede kerneparter og forretningen mellem dem på overordnet niveau:

⁴ Undtagelse fra forbrugerbeskyttelseslovens generelle bindingsperiode på 6 måneder for større investeringer og betydelige startomkostninger.



Figur 3: Forretningskonceptets hovedaktører

Ud over kerneparterne involverer forretningskonceptet en række øvrige aktører/interessenter, herunder f.eks. et tæt samarbejde med kommunerne (jf. afsnit 3.1).

Ejerskab og organisering

Forretningskonceptet påvirker umiddelbart den ejermæssige afgrænsning og organisering mellem parterne, herunder fordeling af ansvar. Samtidig stiller ønske om stordrift og fokus på standardisering og enkle processer, en række tekniske krav til konceptet. Det betyder blandt andet, at kunden ikke frit kan vælge varmepumpe men får installeret den enhed, som varmeselskabet/driftsselskabet vælger.

Det overordnede ejerskab og den overordnede organisering i forretningskonceptet kan illustreres som i figur 4:



Figur 4: Forretningskonceptets overordnede ejerskab og organisering

Det ejermæssige snit ligner afgrænsningen i forbindelse med traditionel fjernvarme, hvor værket ejer rør til bygningen (analogt med varmepumpens ude-del), evt. varmeveksler samt måler. Omvendt er det husejeren, der er ansvarlig for, og ejer af, centralvarmesystemet inklusive en passende varmtvandsbeholder eller gennemstrøms-varmeveksler.

På varmepumpen er der monteret en el- og en varmemåler, IT-boks, sensorer samt styrings-interface. For at sikre

stordrift og billiggørelse er det, som allerede nævnt, varmeselskabet alene, der vælger varmepumpe og det supplerende udstyr, der monteres herpå.

Varmen afregnes som ved fjernvarme via en varmemåler og dermed flyttes usikkerheden om varmepumpens faktiske virkningsgrad fra husejeren til varmeselskabet. Elforbruget måles derfor også separat via en bi-måler på varmepumpen, og omkostningerne til dette elforbrug refunderes til husejeren af varmeselskabet. Varmeprisen garanteres eksempelvis med udgangspunkt i kundens alternative pris på olie eller naturgas.

Omkostningerne til installation og indkøb af varmepumpen ligger hos varmeselskabet, hvorimod omkostninger til indretning og klargøring af centralvarmesystem og fyrrum samt fjernelse af husejerens gamle olieinstallation påhviler husejeren. Dette er igen analogt til fjernvarmen, hvor husejeren skal opfylde en række tekniske installationskrav, før fjernvarmen kan tilsluttes.

Ansvars- og opgavefordeling

Nedenstående figur 5 illustrerer den operationelle ansvars- og opgavefordeling mellem parterne, som forretningskonceptet forudsætter:



Figur 5: Ansvars- og opgavefordeling mellem forretningskonceptets parter

Her følger en nærmere beskrivelse af de væsentligste opgaver, som værket vil stå som ansvarlig for, uanset om disse løses af varmeselskabets eget personale, eller de uddelegeres til et driftsselskab:

Markedsføring og hotline

Det findes en række selskaber, som via skalerbare koncepter kan stå for markedsføring og levere hotline-services med personale på forskellige vidensniveauer - fra god kundeservice til teknisk problemløsning. Netop skalerbarhed betyder, at varmeselskabet kan få håndteret en svært forudsigelig kundetilgang uden at binde for store ressourcer fra projektets start. Når der introduceres et helt nyt koncept er det afgørende, at der formidles troværdig information, samt at kommunen klart markerer, at sådanne initiativer ligger i umiddelbar forlængelse af kommunens strategiske energiplanlægning og klimamålsætninger.

Et fjernvarmeværk med godt ry er en velegnet afsender af tilbud, hvor værket er kendt lokalt og i forvejen står som leverandør af varme. Samtidigt er det vigtigt, at interesserede kunder får mulighed for at få uddybende information og teknisk support om de enkelte dele i projektet. Her kan kundemøder, telefonisk hotline m.v. være effektive måder at formidle tilbud og yde individuel rådgivning.

Krav til centralvarmeanlæg og bygning - værkets tekniske tilslutningsvilkår

Stordrift, enkel installation, høj effektivitet samt enkel vedligeholdelse forudsætter standardiseret tilslutning. I lighed med almindelig fjernvarmeforsyning vil der blive udstukket krav til centralvarmeanlæg, bygning og fyrrum.

Formålet er at sikre, at de effektive varmepumper kan levere en samlet effektiv ydelse, samt at varmeselskabets installationsproces, efter at kundens VVS-installatør har gjort installation klar, kan ske enkelt og omkostningseffektivt.

I bilag B er der vist eksempel på tilslutningsvilkår.

Udvælgelse af kunder, godkendelse af kundens anlæg samt bindende tilbud

Udvælgelse af potentielle kunder sker med afsæt i offentlige registre (BBR/OIS). Der laves direct mailing kampagner målrettet potentielle kunder og der laves en første IT-screening om kunderne er relevante for tilbud om installation af varmepumpe ud fra valgte kriterier såsom kundens placering i relevant geografisk område, centralvarme, helårshus etc. Det betyder at f.eks. et fjernvarmeværk med en begrænset ressourceindsats, kan udvælge og dernæst fremsende informationsmateriale til potentielle kunder.

Varmeselskabet fremsender et betinget tilbud til kunderne, hvor det valgte koncept for salg af varme beskrives. Ud fra registerdata samt kundens svar vurderer varmeselskabet/driftsselskabet, om der skal gives et bindende tilbud, om kunden skal anmodes om at fremsende en VVS-erklæring omkring centralvarmeanlæggets udformning, om der skal fremsendes måleudstyr til test, eller om der skal foretages et kundebesøg.

Det er varmeselskabet/driftsselskabet, der vurderer, hvor mange ressourcer der skal bruges på denne screening, før der gives et endeligt tilbud. Et sådant tilbud er bindende for varmeselskabet/driftsselskabet, selv om vurderingen viste sig at være forkert, medmindre kunde eller VVS har handlet i ond tro.

Den her beskrevne konstruktion er central i konceptet, fordi det er op til varmeselskabet/driftsselskabet at optimere sine egne ressourcer på de 'vanskelige/tvivlsomme' bygninger, hvorimod andre bygninger får fremsendt bindende tilbud efter en mere 'overfladisk' screening.

Storindkøb af varmepumper med målere, sensorer og IT-kommunikation

Varmeselskabet/driftsselskabet laver aftaler med én eller flere varmepumpeproducenter om levering af et større antal varmepumper i forskellige effektklasser, hvor varmepumperne fra fabrik er suppleret med el- og varmemåler, sensorer, styrefunktioner samt internet-adgang.

I det senere år har flere varmepumpeproducenter præsenteret internet-tilsluttede varmepumper, som kan overvåges og driftsoptimeres. Denne udvikling skal dette koncept udnytte til at sikre, at varmepumperne kører energimæssigt optimalt, giver kunderne den ønskede varmekomfort og er i stand til at levere Smart Grid-ydelser når dette bliver aktuelt.

Storindkøb samt veldefinerede krav baseret på internationale og åbne standarder skal sikre, at varmeselskabet/driftsselskabet får effektive, driftsstabile og kommunikerende varmepumper til fordelagtige priser.

Kommunikationen til varmepumperne kan etableres med udgangspunkt i den af ForskEL støttede IT-plattform, der nu administreres af andelsselskabet "Intelligent Energistyring". Denne IT-plattform udvikles løbende efter åbne standarder. Se mere på www.iesamba.dk.

Installation af varmepumper samt ude-del – luft/vand, boringer eller fælles briner

Det er varmeselskabets/driftsselskabets egne varmepumpeeksperter, der står for selve installationen af varmepumpen, kontrol af målere, sensorer, styrings-enheder samt IT. De klarmelder installationerne og tilser, at varmepumpens ude-del samtidig er i orden. Sidstnævnte kan være en luft-til-vand-løsning, en jordslange, en lodret boring eller tilslutning til et fælles brineanlæg.

Fjernovervågning, service og årligt eftersyn af varmepumper

I konceptet overgår ansvar for varmepumpens drift og eftersyn fra kunde til varmeselskab/driftsselskab. Det etablerede IT-system sikrer, at varmeselskabet/driftsselskabet 'online' kan overvåge og styre de enkelte varmepumper og fortløbende beregne nøgletal.

Dette skal effektivisere drift og service af varmepumperne og minimere behovet for fysiske servicebesøg. Samtidig udgør dette en fortløbende dokumentation for varmepumpernes faktiske effektivitet, kundernes forbrug af varme, såvel som den elektricitet som varmeselskabet køber fra kunden.

IT til overvågning, modellering og styring af varmepumper

Internet-tilsluttede varmepumper med fortløbende overvågning og driftsoptimering er det nye teknologiske element, som skal sikre, at varmeselskabet/driftsselskabet kan påtage sig ansvar for en høj energieffektivitet i de enkelte varmepumper og udnytte varierende priser og leveringsomkostninger for elektricitet. Kunderne køber varme, hvorfor unødigt spild i varmeproduktionen eller elforbrug på de forkerte tidspunkter bliver en ekstra omkostning for varmeselskabet.

Bygninger med varmepumper har den oplagte fordel for energisystemet, at elforbruget kan flyttes nogle timer i tid i forhold til behovet for varme. Det betyder, at varmepumpens produktion kan optimeres, således at der kan sikres passende driftstider. Til dette formål skal de enkelte bygningers varmedynamik modelleres med fokus på energitab samt bygningernes egen varmekapacitet. Hertil benyttes lokale vejrprognoser samt målinger af den aktuelle temperatur i bygningen og den faktiske varmelevering over tid.

Det interessante her er, at optimering af varmepumpens effektivitet for nuværende har en langt større økonomisk værdi end levering af Smart Grid-ydelser. Det er imidlertid ikke et spørgsmål om enten-eller men netop om at etablere en smart IT-baseret styring, der kan høste forskellige sidegevinster, samtidig med at kunderne får leveret den ønskede varmekomfort.

I forbindelse med Energinet.dk's ForskEl udviklingsprojekter er der ydet støtte til udvikling af software, der netop skal optimere varmepumpers drift ud fra kundens krav til indeklima, lokale vejrforhold, varmepumpens effektivitet samt el-systemets produktions- og leveringsomkostninger.⁵

Regnskab og kundeadministration

Fjernvarmeværkerne har i dag IT-systemer til kundeafregning og -administration. Disse systemer skal tilpasses eller suppleres til et koncept, hvor målinger af varmesalg og el-køb leveres fortløbende, samtidig med at kunderne skal tilbydes visning af forbrug og økonomi på PC og smartphones.

Visualisering af en forretningsmodel for konceptet

Samlet set tilbydes kunden en aftale, der medfører at kundens investeringsomkostninger er sammenlignelig med de alternativer, som kunden kan vælge mellem. Samtidig er de løbende brændsels- og driftsomkostninger mindre end alternativernes. For kunden betyder dette, at varmen leveres som en service, hvor investeringsomkostninger, risiko og driftsansvar minimeres. Dette vil være attraktivt for nogle kundesegmenter, fordi kunden nu kender sine omkostninger i kr. pr. kWh leveret varme.

Dette forretningskoncept skal altså betragtes som et *supplerende tilbud* til de kunder, der ikke ønsker at påtage sig risikoen med egen installation.

For varmeselskabet betyder det en mulighed for at udvide kundeporteføljen og oparbejde en forretning på at levere en ny type service og overtage en del af kundens risiko. Omvendt er der jo netop en større risiko ved konceptet, og dette skal energiselskabet overveje og indkalkulere i den tilbudte varmepris - og heri indregne mulighederne for stordriftsfordele på både indkøb, installation og driften af varmepumperne.

Forretningskonceptet kan anvendes af både kommercielle markedsaktører og fjernvarmeværker, der er underlagt "hvile-i-sig-selv" princippet. For begge gælder det, at udbyderen af service skal kunne vurdere risikoen og fastlægge en varmepris, der tager udgangspunkt i den risiko og de omkostninger, som selskabet påføres. For fjernvarmeselskabet gælder blot yderligere, at selskabet ikke må tjene penge på at sælge varme fra varmepumperne – præcist som det

⁵ ForskEL: Projektet Ready (Nordjysk Elhandel), projektet Varmepumper - et aktiv i fremtidens energisystem (Teknologisk Institut), projektet Intelligent fjernstyring af individuelle varmepumper (Nordjysk Elhandel) og projektet Smarte Sommerhuse (Exergi og Neogrid)

gælder for salg af fjernvarme. Omvendt kan effektiv drift afspejles i lavere varmepriser, hvilket i dag er et centralt succeskriterium for værkerne.

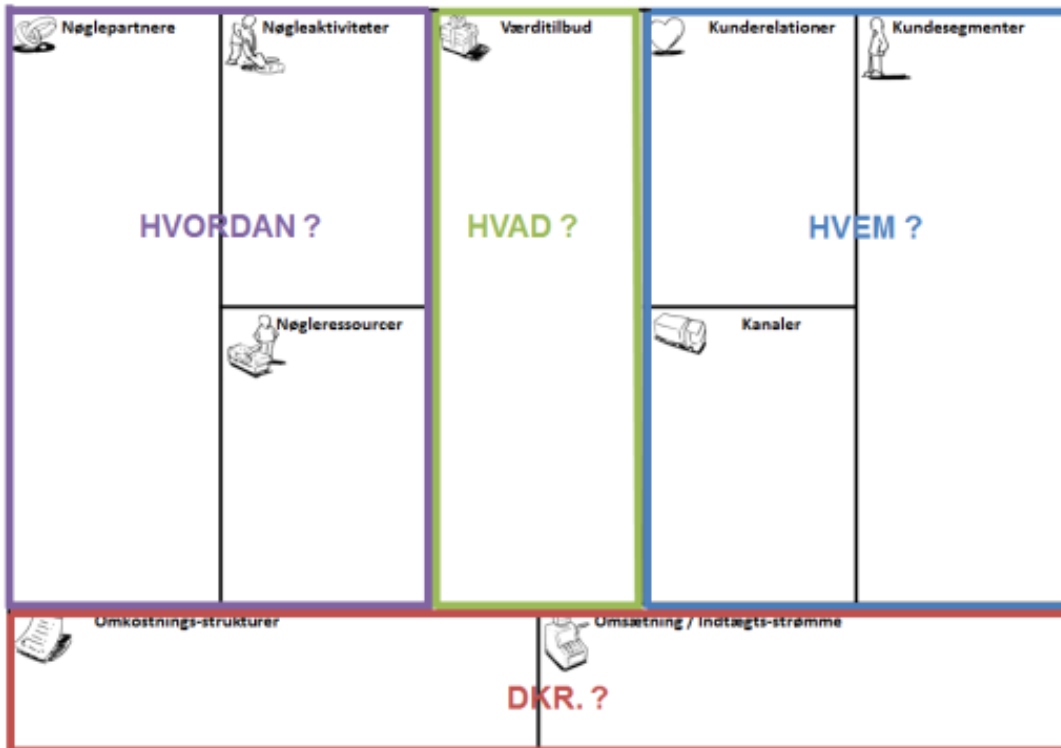
Til at illustrere konceptets forretningsmodel - og skabe et visuelt overblik over den - anvendes Alexander Osterwalders og Yves Pigneurs (2009)⁶ værktøj 'Business Model Canvas'. Fordelen ved dette værktøj er, at det på en overskuelig måde kan illustrere, hvordan en virksomhed kan skabe, tilvejebringe og levere værdi, samtidig med at værktøjet rummer forretningskonceptets involverede interessenter og aktører. Samlet set viser 'Business Model Canvas' dermed, hvilken værdi forretningen baseres på; med hvilke midler (partnere, aktiviteter og ressourcer) værdien tilvejebringes, hvordan (dvs. gennem hvilke kunderelationer og kanaler) værdien leveres til kunderne og endelig hvilke omkostninger og indtægter, forretningen involverer.

Skabelonen for 'Business Model Canvas' består overordnet af ni områder, der tilsammen beskriver forretningsmodellen. De ni områder er:

1. Værditilbud
2. Nøglepartnere
3. Nøgleaktiviteter
4. Nøgleressourcer
5. Omkostningsstrukturer
6. Kunderelationer
7. Kanaler (til distribution)
8. Kundesegmenter
9. Omsætning / Indtægtsstrømme

Skabelonen ser ud som følger:

⁶ Business Model Generation, Alexander Osterwalder & Yves Pineur, 2009 – se evt. <http://alexosterwalder.com/>



Skabelonens ni områder kan oplagt inddeles i fire overordnede felter jf. ovenstående fire farve-inddelinger. De overordnede felter giver et overblik over, 'hvem' virksomheden har som kunder, 'hvad' virksomheden sælger, 'hvordan' den gør det, og hvad der er af 'indtægter og omkostninger' forbundet med forretningen.

Med afsæt i 'Business Model Canvas' kan forretningsmodellen for "Salg af varme som service via varmepumper i område IV" illustreres som i Figur 6 på næste side.

Nøglepartnere	Nøgleaktiviteter	Værditilbud	Kunderrelationer	Kundesegmenter
Energileverandør, eksempelvis et fjernvarmeselskab. Et selvstændigt driftsselskab, der varetager hele eller dele af energileverandørens forpligtigelser over for kunden Installatører: smed/vvs/elektriker Producenter af varmepumper Finansieringsselskaber Kommuner (varmeplanlægning/strategisk energiplanlægning)	Rådgivning Finansiering og leasing Installation, service- og drift af varmepumper Salg af varme Fremskaffelse af kapital Håndtering af risici (f.eks. varetagelse og flytning af den økonomiske risiko)	Enkelt og grønt koncept Sikkerhed: - Kendt udgift og 'fri for bøv'! - God økonomi og stærkt begrænset risiko (kendt varmepris og investering, intet driftsansvar) - Minimering af økonomisk og teknologisk usikkerhed - Konkurrencedygtig VE-løsning - Imødekomme finansieringsbehov - Kvalitet og service - Drift og integration af varmepumpen med elsystemet - Stordriftsfordele (storindkøb) En forretningsmodel som kunden kender fra andre markeder (biler, hårde hvidevarer / elektronik, telefoni og Internet mv.) og er vant til at bruge. Frihed til at opsige kontrakten	Kontraktbaseret Langtidsperspektiv. Høj grad af kundeloyalitet Baseret på service, kvalitet og 'sikkerhed for kunden'. Fri konkurrence og frihed til at vælge en anden løsning	Primær: Husejere i områder hvor fjernvarme ikke udbydes. Her skelnes mellem følgende 2 kundesegmenter: 1. Samtlige huse/kunder i et udvalgt/afgrænset geografisk område som led i en kommunal varmeplan eller strategisk energiplanlægning 2. Økonomisk attraktive kunder. Her er den kommunale 'binding', og kunders 'ret' til et tilbud ophævet. Her forbeholdes tilbuddet kunder med særlige/udvalgte karakteristika, f.eks. stort varmeforbrug. Sekundær: Sommerhuse i områder uden for den kollektive forsyning
Omkostnings-strukturer Omkostninger i forbindelse med: - tilslutning og idriftsættelse af varmepumpe og relateret udstyr (måler mv.) samt etablering af 'ude-del'. - indkøb/finansiering af varmepumper og relateret udstyr - drift og servicering (overvågning, styring, optimering) af idriftsatte varmepumper - Markedsføring			Omsætning / Indtægts-strømme Tilslutningsbidrag Salg af varme som service efter fastsat forbrugstarif (kr./kWh) - afregning muligt på månedsbasis Fast årligt 'service- og drifts-bidrag'	

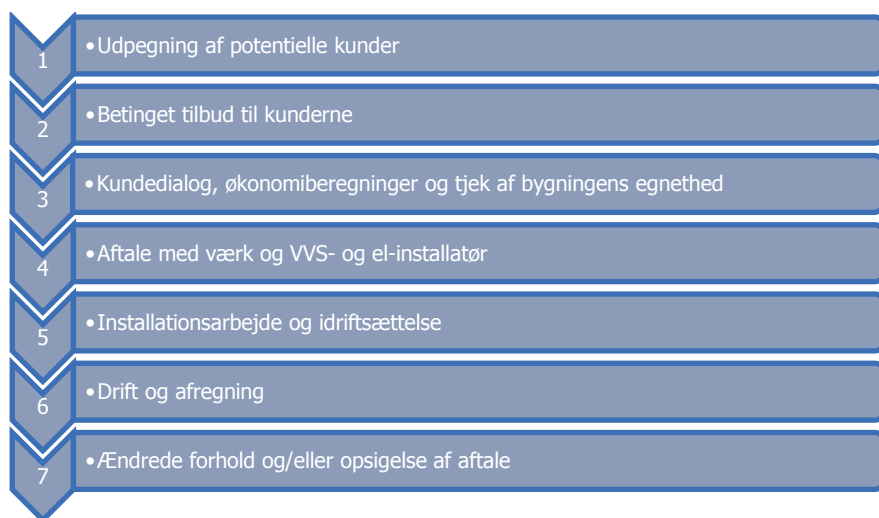
<http://www.businessmodelgeneration.com>

Figur 6: Business Model Canvas for 'Salg af varme som service via varmepumper i område IV'

Fra forretningskoncept til realiseret forretning

Nedenfor skitserer processen omkring lanceringen med fokus på kontakten med de enkelte husejere. For de nedenfor beskrevne proces kan sættes i værk, skal der selvsagt etableres en nødvendig organisation samt indgås aftaler med leverandører etc.

Processen for realisering af konceptet kan naturligt opdeles i syv trin, som illustreret i nedenstående:



Figur 7: Forretningskonceptets syv realiseringstrin

I det følgende beskrives de syv trin nærmere.

Trin 1 - Udpegning af potentielle kunder

Det første trin er, at det pågældende varmeselskab udpeger potentielle kunder. Det drejer sig om en geografisk afgrænsning samt evt. emnemæssig afgrænsning. Det kan være bestemte landsbyer eller alle bygninger i en kommune, der ikke har mulighed for traditionel fjernvarmeforsyning. En markedsaktør kan vælge at fokusere på bestemte kunder, f.eks. større og rimelig godt isolerede huse med gulvvarme.

Et varmeselskab kan dernæst rekvirere oplysninger fra OIS/BBR om bygninger i vilkårlige geografiske områder. OIS/BBR indeholder en række informationer om bygningernes størrelse, byggematerialer, energiforbrug samt kontaktadresser. Dette betyder, at f.eks. et fjernvarmewærk - med en begrænset ressourceindsats - kan udvælge og dernæst fremsende informationsmateriale til potentielle kunder.

Det er vigtigt, at håndteringen af kundepotentialet og informationsarbejdet i forbindelse hermed sker i tæt samarbejde med de berørte kommuner og deres strategiske energiplaner. Formålet er at sikre en hensigtsmæssig geografisk afgrænsning af de kollektive og individuelle forsyningsmuligheder, samtidig med at kommunerne også aktivt understøtter forsyningsomlægninger i områder uden fjernvarme og naturgas.

Trin 2 - Betinget tilbud til kunderne

Varmeselskabet kan dernæst fremsende betingede tilbud til kunderne, hvor det valgte koncept for salg af varme beskrives.

Baseret på et fast tilslutningsbidrag, et årligt fast servicebidrag samt en energibetaling foreslås økonomien ud fra den faktiske varmeleverance. Energibetalingen foreslås (i lighed med naturgas) at ligge under det danske olieprisindeks, således at kunderne er sikret, at energibetalingen aldrig kan blive dyrere end ved brug af olie. Installationer, der kræver en særlig høj fremløbstemperatur, vil blive pålagt en ekstra tarif (helt på linje med værkernes motivationstariffer ved for ringe afkøling eller/og for høje returtemperaturer).

Aftaleperioden foreslås at være ét år, svarende til den 'lange' bindingsperiode for kapitalvarer over 20.000 kr. Ved opsigelse af kontrakten refunderer værket ikke det indbetalte tilslutningsbidrag. Udgangspunktet er, at kunderne er tilfredse med den tekniske service og den billige varmesforsyning, således at opsigelser er undtagelsen. Kunderne bliver af lyst, fordi det er en god og billig varmesforsyning, og ikke fordi det er kontraktmæssig binding.

I tilbuddet er de tekniske krav suppleret med værkets standardtilslutningsvilkår, som beskriver de præcise krav til fyrrerummets og centralvarmeanlæggets indretning og klimaskærm, som tilbuddet er betinget af. For såvel kunde som varmeselskab er det afgørende, at en varmepumpe på en energieffektiv måde kan sikre bygningens forsyning med varme og varmt brugsvand. Se forslag til tilslutningsvilkår i bilag B.

Trin 3 - Kundedialog, økonomiberegninger og tjek af bygningens egnethed

Interesserede kunder kontaktes dernæst per telefon af varmeselskabets varmekspert, som ud fra de eksisterende registeroplysninger (OIS/BBR) samt kundens informationer giver en første økonomi-beregning. I denne samtale vurderer den tekniske ekspert, om varmeselskabet selv ønsker at lave en besigtigelse eller overlader dette til det VVS-firma, som kunden vælger at indgå en aftale med om fjernelse af oliefyr og klargøring af fyrrerum.

I tvivlstilfælde kan varmeselskabets ekspert fremsende måleudstyr, der i en kortere periode skal dokumentere oliefyrets drift (driftstider og fremløbstemperatur) samt levere grundlag for dimensionering. Det centrale er, at varmeselskabet selv udpeger bygninger med potentielle tekniske problemer og her indhenter supplerende viden.

Resultatet af denne dialog (som inkluderer besøg af værk eller egen VVS-installatør) er:

- *enten* et forpligtende tilbud fra varmeselskabet til kunden om, at selskabet vil levere varme med tilhørende økonomi-overslag,
- *eller* et begrundet afslag med udpegning af de nødvendige ændringer, der skal til før tilsagn.

Trin 4 - Aftale med varmeselskab og VVS- og el-installatør

For kunder, der ønsker at få etableret en varmesforsyning, indgås der en aftale om installation af varmepumpe og ude-del, levering af varme med varmeselskabet samt el-leverance til varmepumpen. Parallelt hermed indgår kunden en aftale med en VVS- og el-installatør om fjernelse af oliefyr samt klargøring af fyrrerum, således at dette lever op til varmeselskabets tekniske tilslutningsbestemmelser.

Varmeselskabet kan vælge at gøre aftalerne betinget af, at kunden vælger at købe elektricitet til husstanden fra et givet el-selskab for derved at bane vej for Smart Grid-ydelser baseret på kundens fjernaflæste hovedmåler. Et sådant krav kan dog holde kunder væk fra konceptet, ligesom det kan vanskeliggøre en kommunal lånegaranti, i det et sådant tilbud indirekte vil påvirke konkurrencen mellem el-udbydere.

Varmeselskabet kan præsentere en liste med VVS-firmaer, som varmeselskabet vil anbefale på baggrund af udbud og erfaringer. Kunden kan, som tidligere nævnt, dog frit vælge VVS-firma med de fornødne kvalifikationer. Kundens VVS-firma kan få teknisk vejledning fra varmeselskabets eksperter før og under arbejdet for derved at minimere fejl i tilbud og udførte arbejder.

Trin 5 - Installationsarbejde og idriftsættelse

I forbindelse med, at kunden indgår aftaler med henholdsvis værk og VVS-installatør, aftales tidsplan for installationsarbejder, således at kunden i kortest muligt tid står uden varme og varmt brugsvand. VVS-firmaet står for klargøring, hvorefter værkets installatør godkender dette og varetager installation af selve varmepumpen samt idriftsættelsen af denne.

Installation og idriftsættelse af varmepumpe omhandler bl.a. godkendelse af VVS-firmaets installation, indregulering af anlæg ud fra kundeønske og bygningens energimæssige egenskaber. Hertil kommer bl.a. kontrol af varmepumpens Internet-kommunikation samt fjernaflæste målere for varmepumpens varmelevering og forbrug af elektricitet. Disse to målere, der er monteret på varmepumpen, leverer afregningsgrundlaget for den i aftalen fastlagte betaling.

Trin 6 - Drift og afregning

Varmeselskabet/driftsselskabet overvåger og styrer varmepumpens drift ud fra varmepumpens målinger, modellering af bygningens energiegenskaber samt prognoser for lokalt vejr. Formålet er at sikre en høj energiuudnyttelse i varmepumpedriften, som i dette koncept er en væsentlig post i varmeselskabets økonomi.

Denne centrale styring kan samtidig tage højde for varierende priser for elektricitet og nettariffer, når værket har mange kunder og/eller samtidig har sikret sig elleverancer til kundernes øvrige elforbrug.

Den etablerede fjernovervågning af varmepumperne betyder, at serviceeftersyn og dialog med kunderne i betydeligt omfang kan ske, uden at selskabets teknikere skal besøge kunderne. De fjernaflæste målere betyder samtidig, at der fortløbende kan afregnes for leveret varme med modregning/rabat for kundens udgifter for den strøm, som varmeselskabet har "lånt" fra kunden.

Varmeselskabet har ret til at besigtige anlæg og vil over tid udskifte dele heraf, herunder evt. hele varmepumpen. Varmeselskabet giver kunderne adgang til at følge deres varmemeforbrug på internet og smartphone med en vurdering af tabets størrelse set i relation til vejr og aktuelt brugsmønstre.

Trin 7 - Ændrede forhold og/eller opsigelse af aftale

Husejeren har mulighed for at ændre den indgåede aftale, dersom der er tale om væsentlige ændringer i bygningens behov for varme. Det kan dreje sig om tilbygning, isolering, gulvvarme mv. som bevirker, at varmepumpen skal udskiftes til en anden kapacitet. Her vil kunden som hovedregel selv skulle betale for installationsarbejdet med at udskifte varmepumpen, hvorimod der ikke vil være omkostninger ved, at en varmepumpe udskiftes med en anden.

Kunden har også mulighed for at opsigte aftalen med et varsel på ét år. Efter aftalens udløb afhenter varmeselskabet selve varmepumpen og de herpå monterede målere og kommunikationsudstyr. Indbetalt tilslutningsbidrag refunderes ikke.

En husejer har ret til at lade en forsyningsaftale overgå til en ny ejer af huset uden ekstra omkostninger. Her kan der indgås en aftale om, at den nuværende kunde modtager en kontant præmie for at informere den nye ejer om aftalen i hushandlens slutseddel. Herved kan den nye husejer ikke hævde at være i god tro og dermed overtage varmeinstallationen jf. princippet om nagelfast udstyr

Økonomi i forretningskonceptet

I dag koster en komplet jordvarmepumpe-installation ca. 130.000 kr. inkl. moms, om end der kan være betydelige prisvariationer. En luft/vand varmepumpe er ca. 30.000 kr. billigere. Det ovenfor beskrevne forretningskoncept begrænser kundens udgifter ved dels at reducere omkostningerne via storindkøb og optimering af driften, og dels ved at varmeselskabet/driftsselskabet overtager en stor del af finansieringsbyrden.

Privatøkonomien

Her beskrives økonomien i et tilbud, som kunden præsenteres for:

Varmebehov	18.100	kWh
Rabat ift. olie	10	%
Rente på lån	5	%
Løbetid på lån	10	år
Fjernelse af oliefyr og klargøring til VP	30.000	Kr.
Tilslutningsbidrag	20.000	Kr.
I alt investering for husejer	50.000	Kr.

Tabel 2: Forudsætninger for brugerøkonomien

Husejeren forudsættes at kunne låne til den nye varmeinstallation over 10 år til en ÅOP på 5 %, ligesom det forventes, at varmekonsumet gennemsnitligt svarer til ca. 2.000 liter olie årligt. Den samlede investering for husejeren er i det viste regneeksempel på 50.000 kr., hvoraf de 20.000 kr. er tilslutningsbidrag til fjernvarmeverket og de 30.000 kr. er husejerens egne omkostninger til fjernelse af oliekedel og klargøring af varmeinstallation til varmepumpen inkl. opsætning af en ca. 300 liters buffertank.

I regneeksemplet tilbydes der en rabat på varmeprisen på 10 % i forhold til olieprisen som opgjort af Danmarks Statistik.

Til sammenligning med husejerens alternativer er der i 10 beregnet omkostninger ved dette:

Alternativer	Gl. Oliefyr	Nyt Oliefyr	V/V VP	L/V VP	Træpillefyr	Varmeselskab	Enhed
Investering	0	40.000	130.000	100.000	50.000	50.000	Kr.
Virk.grad	80	95	300	270	80	100	%
Energipris inkl. afgifter og moms	1,1	1,1	1,55	1,55	0,4	0,99	Kr./kWh
Årlig energiprisstigning inkl. afgifter	2,0	2,0	1,7	1,7	2,5	1,7	%
Energiforbrug	22.625	19.053	6.033	6.704	22.625	18.100	kWh
Eftersyn, fast bidrag	1.500	1.000	1.000	1.000	1.500	500	Kr./år
Varmeregning 1. år	24.888	20.958	9.352	10.391	9.050	17.919	Kr./år
Varmeregning efter udløb af lån og aftale	30.338	25.548	11.069	12.299	11.585	11.069	Kr./år
Ydelse	0	5.180	16.836	12.950	6.475	6.475	Kr./år
Omkostning inkl. lån 1. år	26.388	27.138	27.187	24.341	17.025	24.894	Kr./år
Omkostning efter udløb af lån og aftale (10 år)	31.838	26.548	12.069	13.299	13.085	12.069	Kr./år

Tabel 3: Alternative omkostninger for husejeren ved investering i anden opvarmningsform

Forskellen i energiprisstigninger tillægges forsyningsikkerhedsafgiften, og er fundet i Energistyrelsens beregningsforudsætninger

Hvis kunden overtager varmepumpen efter 10 år, er der herefter samme energipris som alm. varmepumpe

Pristigninger er ekskl. inflation.

Som det ses, er tilbuddet privatøkonomisk konkurrencedygtigt med alternativerne - også i forhold til træpillefyr - når energiprisstigningerne på træpiller er slået igennem.

Investeringen er også sammenlignelig med husejerens alternativer.

Selskabsøkonomien

Konceptet adskiller sig fra investeringer i fjernvarmenet, da disse projekter karakterises ved, at der først skal etableres en meget investeringskrævende infrastruktur, hvorefter indtægterne stiger i takt med at kunderne slutter sig til.

Her har konceptet om salg af varme den fordel, at langt hovedparten af investeringen først falder efter en kunde kontrakt er underskrevet. Konceptet har basisomkostninger til markedsføring, kundeservice samt IT- og administrationsdrift, men dette udgør en mindre post i det samlede regnskab.

En form for risikodeling kan være hensigtsmæssig for en ny forsyningsaktivitet, hvor varmeselskabets egne risici begrænses ved at dele heraf overgår til et driftsselskab.

Andre finansieringsmuligheder kan være investorer, der vil placere kapital i langsigtede og bæredygtige projekter. Her kan kapitaltilførslen være et led i et langsigtet delejerskab og ikke blot et lån.

Der er her opstillet en beregningscase, hvor et driftsselskab installerer og driftsovervåger ca. 500 nye varmepumper årligt. Forudsætningerne herfor er:

Forudsætninger:		Enhed			
Gns. COP	3,3				
Gns. Varmebehov	18.100	kWh/år			
Varmepris ekskl. moms	0,792	Kr./kWh			
Varmepris, fast ekskl. moms	400	Kr./år			
Elpris ekskl. moms	1,24	Kr./kWh			
Gns. Løn adm/teknikere	450.000	Kr./år	37.500	Kr./mdr.	
Tab på kunder	2	%			
Årlig andel af VP der udskiftes pga. fejl	5	%			
Reinvestering efter	15	år			
Lønudvikling ekskl. inflation	2	%			
Teknologiprisstigning ekskl. inflation	2	%			
Administrationsbidrag, fjv selskab	90,9	Kr./kunde			
Kundeoprettelse, fjv selskab	71,79	Kr./kunde			
Finansieringsrente	4	%			
Investeringsomkostninger:		Enhed			
Antal varmepumper pr. år	1	100	500	1.000	Stk./år
Rabat	0	20	30	35	%
Salg af SG ydelser, elhandel	0	200	1.000	1.500	Kr./stk.
Indkøb af varmepumpe	47.500	38.000	33.250	30.875	Kr./stk.
Installation af varmepumpe	20.000	16.000	14.000	13.000	Kr./stk.
Indkøb af varmeoptager	10.000	8.000	7.000	6.500	Kr./stk.
Betaling af tilslutningsbidrag	-16.000	-16.000	-16.000	-16.000	Kr./stk.

Tabel 4: Forudsætninger for brugerøkonomien

Forudsætningerne forklares nærmere i det følgende:

Energipriser og varmebehov er det samme som det, der er angivet i afsnittet om privatøkonomien, dvs. energiprisforudsætninger som angivet i Energistyrelsens brændselsprisforudsætninger tillagt afgifter. Hertil kommer, at den varmepris, varmekunden tilbydes, er lagt 10 % under olieprisen.

Der er regnet med, at en varmepumpe inkl. installation og varmeoptager kan etableres for 77.500 kr. ekskl. moms (ca. 97.000 kr. inkl. moms) mod husejerens omkostning på ca. 130.000 kr. inkl. moms. Forskellen på de ca. 30.000 kr. inkl. moms er omkostningerne til klargøring af fyrrummet, som afholdes af husejeren. Hertil kommer en mængderabat, således at prisen ved 1.000 stk./år falder til 48.875 kr. ekskl. moms (35 % rabat).

Varmepumpen kan være simplere end de gængse modeller på markedet, bl.a. fordi buffertank med el-patron og varmeinstallation ikke er en del af selve varmepumpen men af husets centralvarmeanlæg. Til gengæld skal der monteres el- og varmemålere på varmepumpen, ligesom der skal etableres online adgang til anlægget.

Indtægter fra elhandel og salg af Smart Grid-ydelser forventes på kort sigt at bidrage med et par hundrede kr. årligt pr. installation ved 100 installationer stigende til 1.500 kr./år ved 1.000 installationer.

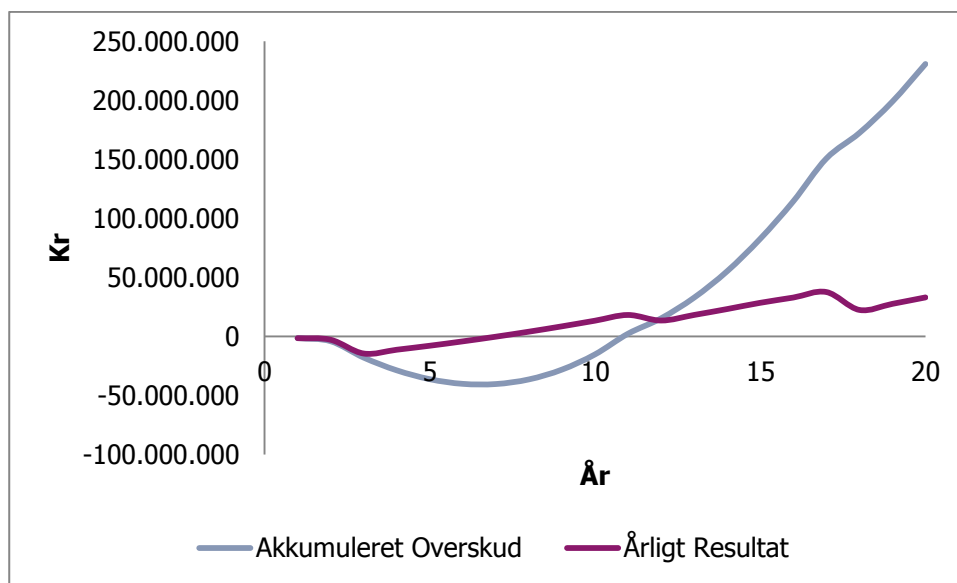
Det forventes, at driftsselskabets overvågning og styring af varmepumperne medfører en årlig COP på 3,3 mod husejerens egen opnåelige COP på 3,0.

Der regnes med et tab på kunder på 2 % årligt. Dvs. at der årligt er 2 % af kundemassen, der ikke betaler sine regninger, og hvor kontrakten dermed opsiges. Der regnes ikke med, at varmepumperne fra kunder, der misligholder deres aftale, kan genanvendes.

Det forudsættes at 5 % af varmepumpeinstallationerne skal udskiftes årligt på grund af fejl, og heri afholdes alle omkostningerne i første omgang af driftsselskabet. Efterfølgende kan der rettes henvendelse til leverandører om misligholdelse og garantiforpligtelser. Dette er ikke modregnet i tabet fra de udskiftede varmepumper.

Der er regnet med, at der skal geninvesteres i en ny varmepumpe efter 15 år.

Med disse forudsætninger fås en driftsøkonomi som følgende:



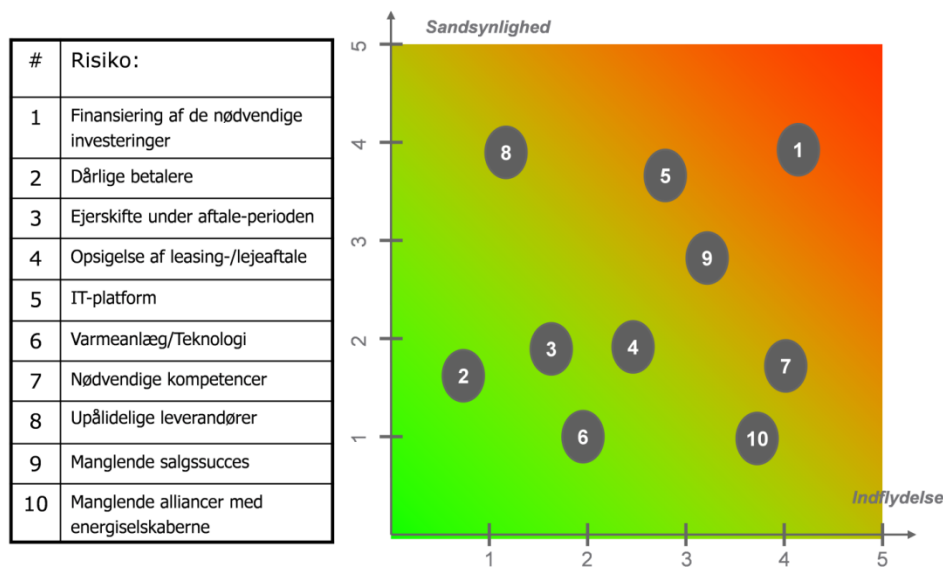
Figur 8: Driftsøkonomi

Som det ses skal driftsselskabet (og varmeselskabet samlet) klare et finansieringsbehov på ca. 40 mio. kr. (ved 500 varmepumper) der topes ca. 7 år efter idriftsættelsen. Herefter begynder selskabet at have årligt overskud. Hvorledes dette overskud deles mellem varmeselskabet og driftsselskab er ikke nærmere berørt og konsekvenserne for varmeselskabets tilbudte varmepris er heller ikke beregnet.

I bilag C er gengivet det driftsbudget, der ligger til grund for eksemplet.

Forretningskonceptets risici

Der er en række risici forbundet med forretningskonceptet, som kan forventes at have indflydelse på realiseringen. Projektets parter har i projektperioden identificeret og beskrevet følgende risici nærmere:



Figur 9: Forretningskonceptets risici inkl. vurdering af sandsynlighed og potentiel indflydelse

Ad. 1 Finansiering af de nødvendige investeringer: Det vil kræve en større kapital at arbejde med, når varmeselskabet og/eller driftsselskabet skal indkøbe varmepumperne. Selskabet skal fra start afdække samarbejds muligheder med eksempelvis pensionsselskaber og finansieringsinstitutter for at sikre optimale finansieringsvilkår. Tilbagebetalingen og afkastet af investeringen må forventes at være langsigtet, da der er tale om en leasingbaseret aftale med en forventet løbetid på mindst 10 år.

Ad. 2 Dårlige betalere: Efter etablering af de nødvendige varmepumpeanlæg vil omkostningerne til drift af anlæggene (overvågning, driftseftersyn og regningshåndtering) være langt mindre end indtægterne fra varmesalget. Der indregnes dog, at 2 % kunder årligt ikke betaler deres varmeregning, og derfor må kontrakten og varmeselskabet/driftsselskabet om muligt få varmepumpen tilbage igen. Varmen leveres herefter fra en el-patron i varmtvandsbeholderen - med forhøjede omkostninger til følge - indtil husejeren indkøber en ny varmepumpe. Dette sikrer, at en kunde ikke efterlades uden varmforsyning. I tilfælde med dårlige betalere skal der benyttes gængse muligheder omkring udsendelse af rykkere, inkasso mv. for at finde en løsning, før en kunde evt. opsiges.

Ad. 3 Ejerskifte under aftale-perioden: I gennemsnit må der påregnes 6-8 % ejerskifter om året. Der er en potentiel risiko forbundet med ejerskifte, fordi varmepumperne ikke er en nagelfast installation i huset, da det er varmeselskabets ejendom og dermed ikke umiddelbart kan overdrages til den nye ejer i forbindelse med ejerskifte. En køber kan dog handle i god tro og dermed overtage ejerskabet af varmepumpen. For at imødekomme denne risiko, bør der indskrives i kontrakten med kunderne, at det skal oplyses til evt. nye ejere, hvilke kontraktlige forpligtigelser der følger med varmepumpen og varmeleverancen. På denne måde minimeres risikoen. Under alle omstændigheder kan varmeselskabet drage den oprindelige lejer til ansvar.

Ad.4 Opsigelse af leasing-/lejeaftale: Efter bindingsperioden på et år kan husejeren udtræde af aftalen ved at købe varmepumpeanlægget og frakoble online overvågningen, så varmepumpen kører som en normal varmepumpe, og kunden betaler nu blot for strømmen til varmepumpen som normalt. Herefter bortfalder varmeselskabets/driftsselskabets forpligtigelser. Prisen for kundens køb af varmepumpen sættes, så den ikke medfører tab. Det vil stadig være en god forretning for kunden. Herudover findes muligheden for, at kunden opsiger aftalen og selv anskaffer et andet varmeanlæg. Selv om varmeselskabets varmepumpe kan installeres hos en anden kunde, vil opsigelser af aftaler selvsagt reducere selskabets indtægter.

Ad. 5 IT-plattform: Det er en væsentlig forudsætning for succes, at varmeselskaber/driftsselskaber vælger en fremtidssikret IT-plattform at basere monitorering, service og drift af varmepumperne på. Selskabet kan med fordel benytte en eksisterende løsning, som er udviklet under Energinet.dk. Denne løsning videreføres nu af non-profit selskabet Intelligent Energistyring A.m.b.a. Omkostningerne ved at benytte denne platform er ca. 10.000 kr./år uanset hvor mange anlæg, der kobles op på platformen.

Ad. 6 Varmeanlæg/Teknologi: Varmepumpeanlæggene er kendt og veludviklet teknologi, hvor kun fjernstyringen og fjernovervågningen skal etableres. Varmepumpen og varmeoptageren i form af jordslanger, luftkølet brine og lodrette borer skal dimensioneres af velkvalificerede installatører, der har den rette uddannelse – præcis som ved etablering af privatejede anlæg. Skulle der mod forventning opstå situationer, hvor et anlæg ikke fungerer efter hensigten, udbedres fejlen af driftsselskabet, der efterfølgende kan stille krav til installatøren. Der indregnes i de økonomiske kalkuler, at 2 % af anlæggene årligt skal udskiftes og dermed skal geninvesteres. Ønsker en kunde på den baggrund alligevel ikke længere at være med, kan vedkommende udtræde på de vilkår, der er beskrevet ovenfor.

For at sikre såvel kunder som varmeselskab/driftsselskab, tegnes de relevante forsikringer. En produktansvarsforsikring sikrer kunden (og varmeselskab/driftsselskab) mod leverance af fejlbehæftede/ikke optimalt fungerende varmepumper og tilhørende teknologier/produkter, og en rådgiveransvarsforsikring sikrer varmeselskab/driftsselskab og dets kunder mod fejlbehæftet rådgivning.

Ad. 7 Mobilisering af de nødvendige kompetencer til support- og driftsopgaverne: Der er risici forbundet med at kunne finde de nødvendige ressourcer og kompetencer til at varetage disse opgaver. De nødvendige ressourcer bør findes blandt velkvalificerede eksterne installatører, der hyres ind til opgaverne efter udbud.

I forlængelse af ovenstående er der flere uklarheder omkring, hvilken strategi der er bedst at forfølge mht. at finde den optimale balance mellem brug af egne og eksterne ressourcer i hhv. varmeselskab og driftsselskab.

Ad. 8 Leverandører: Da en del af forretningen i praksis udføres af ressourcer uden for varmeselskabet/driftsselskabet (på underleverandør-kontrakter), er det helt afgørende, at de rigtige leverandører kan findes, og at der etableres solide kontrakter og aftaler med disse. Ikke mange danske varmepumpeleverandører har teknologi på lager, der umiddelbart kan opfylde de nye behov.

Ad. 9 Manglende alliancer med energiselskaberne/fjernvarmeværkerne: Det er af afgørende betydning, at driftsselskabet formår at skabe stærke alliancer med værkerne/energiselskaberne, da kontakten til kunderne kommer herfra, og meget af markedsføringen forventeligt kommer til at foregå gennem dem.

Ad. 10 Manglende salgssucces: I forlængelse af ovenstående er det afgørende, at varmeselskabet/driftsselskabet hurtigt får gang i salget og formår at sælge kontinuerligt, for at konceptet resulterer i en succesfuld forretning. I opstilling af de økonomiske forudsætninger er der regnet på konsekvenserne af en forsinket markedsindtrængning. Det er her vigtigt at understrege, at langt hovedparten af investeringerne følger kontrakttegningen. Langsom kundetilgang vil afspejle sig i en lavere investeringstakt. Her rummer projektet en klar fordel ift. fjernvarmenet og fiber, hvor grundinvesteringen er stor uanset kundetilgang.

Udviklingsmuligheder

Den ovenfor beskrevne forretningsmodel rummer stort potentiale for videreudvikling. Herunder er nævnt nogle af mulighederne, som varmeselskaber og driftsselskaber, der realiserer modellen, kan arbejde videre med:

- Udvikling og salg af Smart Grid-rådgivningsydelser, når dette bliver relevant
- Indkøb og salg af el
- Aftaler med håndværkere om energirådgivning baseret på reelle data fra det enkelte hus
- Internationalisering og eksport af de udviklede koncepter, f.eks. via samarbejde med aktører i andre lande, der kan gøre brug af de udviklede koncepter og IT-systemer såvel som storindkøb af varmepumper
- Udvikling af forretningsmodel tilpasset fritidshuse uden for den kollektive varmeforsyning
- Koncepter, hvor energi services videreføres helt frem til et spørgsmål om indeklimas service, dvs. en slags ESCO-aktivitet, der involverer bygningens tekniske anlæg og klimaskær.

5 Fjernvarmeværker og lov om varmeforsyning

I de foregående kapitler er der argumenteret for at fjernvarmeværkerne kan være en oplagt aktør til at sælge varme til kunder i områder *uden* kollektiv varmeforsyning. Opgaven ligner på mange måder den traditionelle fjernvarmeforsyning, med samordnet indkøb, drift og afregning, nu blot med den forskel af varmen produceres lokalt hos kunderne.

Det drejer sig i begge tilfælde om at værkerne skal kunne tilbyde kunderne en miljømæssigt og økonomisk attraktiv varmeforsyning, med stabile og gennemsigtige varmepriser. Fjernværkerne har stor erfaring med storindkøb og -drift, hvortil kommer, at værkerne i dag er storforbrugere af elektricitet, hvor mange leverer Smart Grid-ydelser til elsystemet.

Set fra kommunerne kan netop fjernvarmeværker være en stærk operatør der kan medvirke til at realisere de kommunale miljømålsætninger og visionerne i den strategiske energiplanlægning. En række fjernvarmeværker står i dag med fuldt udbyggede net, hvorfor de kan være nærliggende at give disse organisationer mulighed for at løse nye opgaver.

Hermed rejser sig nogle centrale spørgsmål:

- Kan salg af individuel varmeforsyning blive omfattet af varmeforsyningslovens prisbestemmelser ved en evt. ændring af loven, således at kunderne sikres gennemsigtige priser og leveringsvilkår ("hvile i sig selv"-økonomi, klageret m.v.)?

- Kan kommunernes varmeplanlægning, der bl.a. omhandler udlægning af geografiske områder til kollektive forsyningsnet, med fordel udvides til at mere aktivt fremme miljøvenlig forsyning i hele kommunen?

Gældende regler i lov om varmforsyning

Fjernvarmeværker er i høj grad underkastet offentlig regulering. Lov om varmforsyning giver ministeren og kommunerne vide beføjelser til at regulere fjernvarmeværkernes virke. I praksis udarbejder fjernvarmeværkerne projektforslag for kollektive varmforsyningsanlæg, f.eks. projekter for at udlægge et område til kollektiv forsyning, for at etablere et nyt produktionsanlæg eller at omstille et eksisterende anlæg til vedvarende energi. Kommunerne beslutter inden for rammer udstukket af Energistyrelsen, hvor der skal være kollektiv varmforsyning, frister for projekternes gennemførelse, samt godkender anlæg til varmeproduktion (med kapacitet af en vis størrelse). Når et området er udlagt til kollektiv varmforsyning, har det pågældende fjernvarmeværk monopol på levering af kollektiv varmforsyning i dette afgrænsede geografiske område. Omvendt har værket pligt til at tilbyde fjernvarme til alle kunder i området, der ønsker det. Endelig er værkerne underkastet en "hvile-i-sig-selv"-økonomi. Der må kun indregnes nødvendige omkostninger i varmepriserne, som i praksis betyder, at værkernes tariffer skal svare til de faktiske omkostninger.

"Hvile i sig selv"-princippet er fastlagt i varmforsyningslovens § 20 og Energitilsynet fører tilsyn med overholdelse af bestemmelsen. Her udstikker Energitilsynet retningslinjer for, hvad der kan betragtes som "nødvendige omkostninger", krav for tilknyttede og sideordnede aktiviteter, samt i øvrigt generelle effektiviseringskrav for monopoldriftens virke.

Varmeforsyningslovens forbrugerbeskyttelse og "hvile i sig selv"-økonomi, kan være et stort aktiv, når der skal sælges varme fra varmepumper.

Levering af individuel varmforsyning i relation til varmforsyningslovens formål

Formålsparagraffen i lov om varmforsyning lyder som følger,

"§ 1. Lovens formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsynings afhængighed af fossile brændsler.

Stk. 2. Tilrettelæggelsen af varmforsyningen skal i overensstemmelse med de i stk. 1 nævnte formål ske med henblik på at fremme samproduktionen af varme og elektricitet mest muligt. "

Varmeforsyningslovens formålsparagraf har fokus på de miljømæssige og samfundsøkonomiske fordele ved at omlægge varmforsyningen via en planlagt og koordineret indsats.

Dette koncepts idé med salg af varme fra varmepumper placeret hos kunderne lever op til lovens formål, fordi det handler om,

- **at** reducere de samfundsøkonomiske omkostninger via samordnet indkøb og installationsarbejder
- **at** minimere energispild hos den enkelte samt i det samlede energisystem via samordnet drift, samt
- **at** fokusere på miljøgevinster og oliefortrængning.

Derimod lever konceptet *ikke* op til varmforsyningslovens nuværende definition af et kollektivt varmforsyningsanlæg fordi varmepumperne, hver især, ikke er store nok til at udgøre et kollektivt varmforsyningsanlæg (som skal have en kapacitet på 0,25 MW eller mere).

Her er det vigtigt at bemærke, at intentionen i lov om varmeforsyning netop er, at samfundet skal høste energimæssige og samfundsmæssige gevinster ved at *orkestrere*, *samordne* og *optimere* varmeforsyningen. Da loven blev udarbejdet i 1979, var optimeret styring i "skyen" af et større antal internet-tilsluttede varmepumper og Smart Grid-ydelser ikke en kendt og realistisk mulighed. Det er det i dag, hvilket gør det relevant at diskutere om lovens definition af kollektive varmeforsyningsanlæg skal ajourføres som følge af de nye muligheder, og ikke afhænge af, hvorvidt de enkelte anlæg er forbundene med rør eller kabler.

Levering af individuel varmeforsyning i relation til varmeforsyningslovens prisbestemmelser

For fjernvarmeselskabet kan der skelnes mellem to typer salg af varme fra individuelle varmepumper.

- Den første type er målrettet samtlige huse i et afgrænset geografisk område, eventuelt som led i en kommunal varmeplan eller strategisk energiplanlægning. Her ligner tilbuddet til kunden traditionel fjernvarme, der retter sig imod alle husejere. Denne form for energiforsyning passer fint ind i tankerne om et offentligt reguleret tilbud, hvor energiselskabet bidrager til realisering af kommunens målsætninger og planer.
- Den anden salgstype fokuserer alene på økonomisk attraktive kunder, hvor den kommunale binding ikke er til stede, og derved ej heller potentielle kunders 'ret' til at få et tilbud. Et energiselskab kan tilbyde salg af varme fra individuelle varmepumper i hele Danmark forbeholdt kunder med et godt dækningsbidrag, f.eks. et stort varmebehov og gulvvarme. I dette tilfælde er sammenhængen til kommunernes aktiviteter betydeligt svagere. Her er tale om et almindeligt kommercielt tilbud om f.eks. leasing af varmepumper med indbygget drift og vedligehold til en fast varmepris rettet imod udvalgte kunder.

For værker, der forfølger den første type, der bidrager til at realisere kommunale klima- og energipolitiske målsætninger, kan det være relevant, at overveje at lade fjernvarmeværkerne engagere sig i sådanne aktiviteter. Samtidig vil de mulige aftagere af varme fra individuelt placerede varmepumper, formentlig reagere meget positivt på, at tarifiering, klageadgang m.v. sker efter de samme principper som for kollektive varmeforsyningsanlæg, såfremt aktiviteten var omfattet af varmeforsyningsloven.

Dette betyder ikke, at økonomien skal blandes sammen med de almindelige fjernvarmekunder, men at varmepumpekunderne kan håndteres som en pulje, hvor værkernes tarifiering sikrer balance i økonomien over tid. Dette kan ske ved regnskabsmæssig adskillelse fra selskabets øvrige aktiviteter eller i særskilt selskab.

Som allerede bemærket, forudsætter ovenstående, ændringer i lov om varmeforsyning om fjernvarmeværkernes opgaver, hvordan økonomien skal håndteres. Hvis et kommunalt fjernvarmeværk skal kunne levere individuel varmeforsyning eller hvis en kommune skal have adgang til at give kommunegaranterede lån til individuel varmeforsyning, vil dette derudover kræve, at det bliver tilladt efter kommunalfuldmagtsreglerne eller særlovgivning.

I det i rapporten beskrevne koncept, indgår muligheden for at et fjernvarmeværk sælger varme til de enkelte kunder, men hvor centrale funktioner håndteres af et driftsselskab.

Driftsselskabet leverer ydelser til aftalte priser, således at værkets økonomi er stabil og afdækket fra de største risici. Disse aftaler kan f.eks. omfatte levering af varmepumper og installationsarbejder, IT-drift og Smart Grid-ydelser. Aftalerne kan derfor med fordel indgås via offentlige udbud, således at fjernvarmeværket sikres de bedste kontraktvilkår.

Konceptet svarer dermed til, at værkerne i dag udliciterer grave- og rør opgaver til entreprenører, der indbyrdes konkurrerer om ydelsen, og hvor det vindende firma kan høste både gevinster og tab. På tilsvarende vis kan et værk købe sig til ekspertise og risiko-afdækning omkring forskellige delydelser ifm. salg af varme fra individuelle varmepumper.

Kommunernes muligheder for at fremme "grøn" varmeforsyning i hele kommunen

Lov om varmeforsyning giver kommunerne en række værktøjer til at fremme afviklingen af fossile brændsler og sikre en billig varmeforsyning i de kollektivt forsynede områder. Denne planlægning afgrænser samtidig den kollektive varmeforsyning ift. områder hvor en kollektiv forsyning ikke er samfundsøkonomisk rentabel.

Det kan overvejes om kommunernes analyser af økonomien i forskellige forsyningstilbud, kan udvides, således at der også kan udpeges individuelle områder som særligt egnede for specifikke forsyningsformer, selv om dette ikke har en juridisk bindende karakter for den enkelte. Her vil det være en fordel, at varmeplanlægningen ikke blot konkluderer, at der *ikke* er økonomi i fjernvarme, men aktivt peger på at eksempelvis varmepumper er samfundsøkonomisk fordelagtige i et givet område.

Selv om kommunerne ikke udstyres med tvangsbeføjelser over for husejerne, viser erfaringer fra tilsvarende projekter, f.eks. skift fra elvarme til fjernvarme, at når kommunerne aktivt går ud og anbefaler bestemte forsyningsform, har det en betydning for mange husejeres beslutninger.

Kommunerne kan samtidig være med til at samordne og fremme efterspørgslen på energiløsninger, og derved fremme attraktive tilbud, kvalitetssikring og forbrugerbeskyttelse.

BILAG A Varmepumper - med målere, Internet-kommunikation og planlagt drift

Salg af varme fra individuelle varmepumper forudsætter fjernovervågning, fjernaflæste el- og varmemålere samt stabile overvågnings- og styresystemer. Sådanne varmepumper har ikke eksisteret tidligere men er nu på vej ind i markedet. Dette betyder, at konceptet baseres på et markant teknologispring fra "stand alone" varmepumper til varmepumper, der er online, kommunikerer med omverden og planlægger driften et døgn frem ud fra prognoser for bl.a. vejr og elpriser.

I det aktuelle koncept skal disse nye varmepumper opgraderes, således at de samtidig får en indbygget el- og varmemåler. På kort sigt for at sikre optimal styring og økonomi-afregning, på længere sigt som en selvstændig Smart Grid-node, der kan købe el og sælge varme et helt vilkårligt sted.

Krav til generisk online og Smart Grid Ready varmepumpe

Med udgangspunkt i erfaringerne fra projektet "Fra Vindkraft til Varmepumper" udført af Energinet.dk samt supplerende analyser foretaget i dette projekt, præsenteres i dette kapitel forslag til specifikationer og mindstekrav til varmepumpers udformning og styringskoncept, således at de kan indgå i det aktuelle koncept, hvor et fjernvarmeværk sælger varme i områder uden fjernvarmenet.

I afrapporteringen fra Energinet.dk er det dokumenteret, at når en varmepumpe skal levere fleksibelt elforbrug til el-systemet, er opgaven en ganske anden end når den blot skal levere varme. Nu skal varmeproduktionen kunne frem- eller udskydes ift. det lokale varmebehov, uden at dette går ud over boligens varmekomfort. Dette betyder, at bygningens forbrugsmønster, evne til at lagre energi og tidskonstanter løbende skal estimeres, samtidig med at energistrømme mellem varmepumpe og centralvarme måles.

Ved Energinet.dk projektets start fandtes der ikke varmepumper, der havde disse egenskaber. Hertil kom at varmepumpernes egne målinger og informationer ikke umiddelbart kunne trækkes ud og kombineres med andre informationskilder, f.eks. prognoser for vejr og elpriser.

Ved projektstart blev de "nødvendige" målinger for en Smart Grid Ready varmepumpe defineret til:

- Temperatur inde i boligen og umiddelbart udenfor
 - For at kunne bestemme boligens varmebehov som funktion af varmetab
- Varmepumpens elforbrug
 - Til bestemmelse af COP samt afregning for købt/lånt strøm
- Varmeproduktion – flow og temperatur frem og retur
 - Til bestemmelse af varmebehov inkl. varmt vand og COP samt afregning for varme
- Varmt brugsvand – flow og temperatur frem og retur
 - Til bestemmelse af varmevandsbehov.
- Varmtvandstankens temperatur
 - Til bedømmelse af behov for varmtvandsproduktion
- Trykmåling i rumvarme- og brinekreds til fjernkontrol af utætheder

Eventuelt kan varmtvands-leverancen undlades.

Hertil kommer behov for viden om vejrprognoser og solindstråling til beregning af boligens varmebehov det næste døgn. Disse data hentes i dag fra en webservice stillet til rådighed af platformen Intelligent Energistyring A.m.b.a.

Alle målere aflæses online hvert 5. minut som middeltemperaturer og flow. Ud fra disse målinger kan bygningens forbrugsmønster, evne til at lagre energi og tidskonstanter estimeres, samtidig med at energistrømme mellem varmepumpe og centralvarme kan måles så COP kan verificeres og overvåges.

I Energinet.dk's projekt kunne de fleste varmepumper stoppes via kortslutning af en kontakt i varmepumpen efter EVU standarden. Enkelte varmepumper kunne også via en anden kontakt (Nilan og Danfoss) bringes til at skifte til nattemperatursænking af rumtemperaturen. Andre varmepumper, bl.a. Nordic Energy Group (Sabetoflex), kunne fjernstyres via internettet, men dette blev kun efterprøvet i en enkelt installation⁷.

Varmepumpen i det nye forretningskoncept

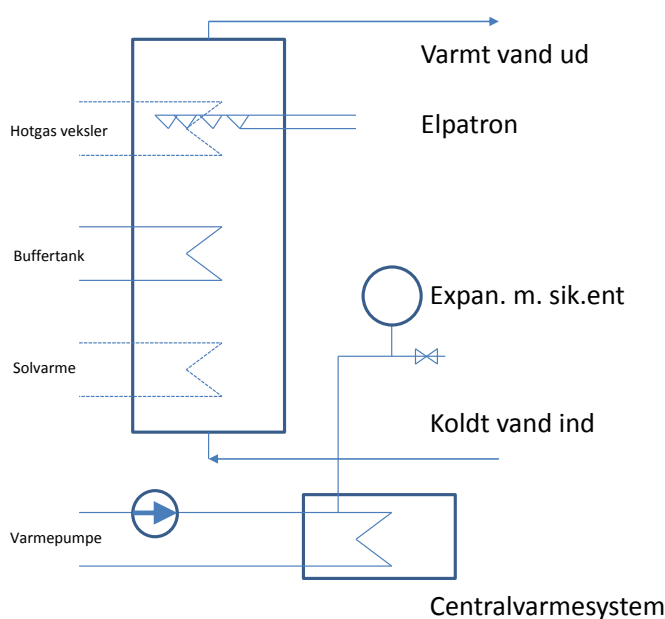
I en situation, hvor dele af varmeinstallationen ejes og drives af 3. part, eksempelvis et fjernvarmeselskab, er det nødvendigt at fjernstyring og -overvågning leverer den basale funktionalitet. Tilsvarende er det vigtigt at få en klar afgrænsning mellem det udstyr som boligejeren ejer, og det udstyr som fjernvarmeselskabet ejer. Dette fordrer, at de delkomponenter, der udgør en komplet varmeinstallation, kan opdeles i naturlige sektioner. Dette er eksempelvis:

1. Centralvarmeanlæg (radiatorsystem, gulvvarme-/radiatoranlæg, buffertank)
2. Varmtvandssystem (varmtvandsbeholder med el-patron)
3. Varmeoptagersystem (ude-del: jordslanger, jordboring, kalorifere (luft/vand), etc.)
4. Tilslutning/rørføring mellem de forskellige sektioner
5. Varmeanlæg (Kompressor, Styringsautomatik, Evt. frekvensregulering, Energimåling)
6. Fjernovervågning og – styring samt Internetopkobling.
7. Sensorer for energi (flow-) målinger og temperaturer.

De første 4 sektioner vil naturligt være en del af boligens faste installation, og dele af centralvarmeanlægget (1) og varmtvandssystemet (2) vil typisk kunne genbruges fra den eksisterende installation efter at oliefyret er fjernet.

⁷ Se evt. www.flamingohuset.dk

Buffertank til centralvarmesystem og varmtvandsbeholder vil med fordel kunne bygges sammen med tilslutning/rørføring for at minimere omkostningerne. Dette kan etableres af en lokal VVS installatør og kunne have følgende udseende:

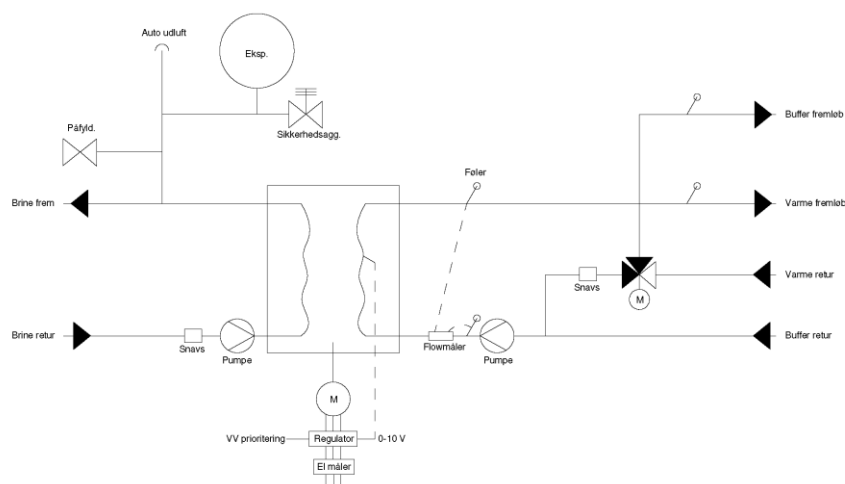


På tegningen er der tre varmespiraler i varmtvandsbeholderen. Den midterste er obligatorisk og tilkobles varmepumpens normale kondensator-veksler som buffertank. Den nederste er til en evt. solvarmekreds og er ikke nødvendig. Den øverste er for tilkobling af hotgas-veksler på varmepumpen, hvis en sådan forefindes. Dette kan være en fordel i det at varmepumpen så kontinuerligt kan producere varmt vand ved ca. 60 gr. C, uden at det går ud over varmepumpens COP. Øverst placeres også en el-patron.

Hvis der skal installeres sensorer til temperaturmålinger på varmtvandsbeholderen, monteres disse ligeledes på den del af installationen, der ejes af husejeren.

Varmebeholderen indeholder en el-patron, der kan fungere som varmekilde, dels ved højt varmtvandsforbrug dels i en situation, hvor varmepumpen ikke er tilkoblet. El-patronen styres i dette tilfælde af en simpel termostat med en føler i toppen af tanken, hvor den ønskede temperatur kan stilles. I styringsstrategien skal det sikres, at el-patronen ikke aktiveres, medmindre dette er strengt nødvendigt.

Den varmepumpe, der installeres i dette system skal dermed være eksklusiv buffertank, varmtvandsbeholder og cirkulationspumpe til rumvarme og kunne have følgende principielle opbygning, der umiddelbart kan sammenkobles med den ovenfor beskrevne varmeinstallation:



3.vejsventilen benyttes til prioritering af varmt vand, dvs. der produceres kun til buffertank, og der lukkes for rumvarme.

Varmepumpen kan være med frekvensregulator, så varmepumpen kan kapacitetsstyres efter fremløbstemperaturen og ved varmtvandsprioritering. Der skal være monteret en 3-faset elmåler med pulsgiver til fjernaflæsning samt en energimåler, ligeledes med pulsgivning.

Varmepumpen forbindes med brinekredsløbet (ude-delen) og varmeinstallationen med fleksible kedelslanger med standardtilslutninger, der er isolerede.

BILAG B Tekniske modeller for installation af kollektive varmepumper

Indledning

I dette notat er samlet økonomisk og teknisk gennemgang af modeller for varmepumpeanlæg, der kan anvendes i konceptet (jordvarmeanlæg herunder brineanlæg, luft/vand anlæg, varmetank kombination med solvarme etc.), med henblik på at opstille kriterier for, hvornår den ene model er at foretrække frem for den anden. Her tilstræbes det ligeledes at undersøge fordele og ulemper ved de forskellige modeller. Eksempelvis undersøges betydningen af antal huse, energimæssig stand og beliggenhed for økonomiske og tekniske konsekvenser.

Notatet har karakter af et litteraturstudie.

Overordnet set er det relevant at undersøge to varmepumpetyper:

- Luft / vand
- Væske / vand

Begge disse to typer er vandbårne, og dermed er reguleringsmuligheder og komforten bedst.

Sæsonydelsesfaktor (SPF)

Når man måler effektiviteten af varmepumper, defineres effektiviteten som Seasonal Performance Factor (SPF). Denne effektivitet er defineret som forholdet mellem den producerede mængde varme set i forhold til den forbrugte mængde elektrisk energi.⁸

Hvis der er et varmebehov på 15.000 kWh og en varmepumpe med en SPF på 3, så bruger varmepumpen 5.000 kWh el på at producere de 15.000 kWh varme. De 10.000 kWh der er i forskel henter varmepumpen fra jorden, hvis der er jordvarmeslanger, eller fra luften hvis der er en luftkøler uden for huset.⁹

Sæsonydelsesfaktoren benyttes til sammenligning af forskellige varmeproducerende anlæg. Man kan ikke bruge SPF til bestemmelse af et konkret energiforbrug, da det vil kræve en mere detaljeret undersøgelse af hus og installation.¹⁰ SPF bestemmes således ved laboratorietest og antagelser om varmtvandsforbrug og fremløbstemperatur.

Rentabilitetsberegninger

Investeringsforrentning

Hvis man forholder de samlede årlige udgifter ved etablering af et energibesparende tiltag, med de resulterende samlede årlige besparelser, vil man her kunne se den reelle årlige besparelse. Da disse tiltag ofte finansieres af lån, vil de samlede årlige udgifter være afhængige af lånerente, afdragsperiode, energiprisstigninger og andre faktorer.

⁸ GODKENDELSE AF TILSKUDSBERETTIGEDE ANLÆG, MÅLING, DATAINDSAMLING OG FORMIDLING, August 2011, Svend V. Pedersen, Teknologisk Institut, Emil Jacobsen, Teknologisk Institut

⁹ <http://www.styrdinvarmepumpe.dk/node/96>

¹⁰ BR10 – Kap.: 8.6.4 Varmepumper og køleanlæg stk. 6

Insero Energy har udviklet en energiberegner, som kan tydeliggøre, hvordan et tiltag vil påvirke husstandens rådighedsbeløb. Denne beregner er frit tilgængelig på Insero Energys hjemmeside.

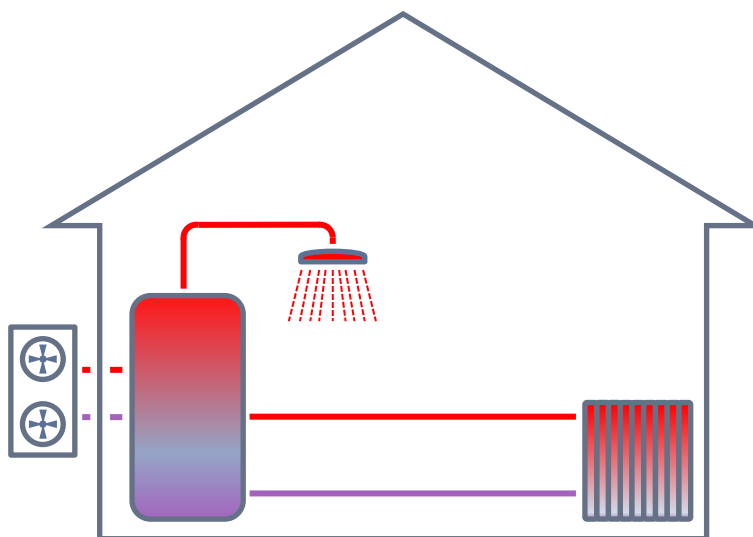
Simpel tilbagebetalingstid

Tilbagebetalingstiden (Tbt) defineres som den årlige energibesparelse (Eb) ved gennemførelsen af foranstaltningen divideret med investeringen (I), det vil sige:

$$Tbt = Eb/I^{11}$$

Denne beregningsmetode giver et forsimplet overblik over rentabiliteten. Dog er dette tal ikke brugbart i sig selv, men udelukkende som et simpelt sammenligningsgrundlag ved valg af energibesparestiltag. Simpel tilbagebetalingstid frarådes ofte som kriterium for investeringer med lange levetider.

Luft / vand-varmepumpen



Figur 1: Luft/vandvarmepumpesystem

Funktion

I luft/vand varmepumper anvendes luft som varmeoptager og vand som varmeafgiver. Oftest konstrueres de som udendørs opstillede units, hvor kompressor, fordampner og ventilator er placeret udendørs. Der findes også modeller efter det såkaldte brine-split princip, hvor kun ventilatoren er placeret udenfor. Dette anvendes eksempelvis af Vølund.

Luft/vand varmepumpernes effektivitet er ofte noget lavere end den effektivitet, der opnås med en væske/vand varmepumpe. Dette skyldes flere primært, at lufttemperaturen i fyringssæsonen generelt er lavere end jordtemperaturen i 1 meters dybde¹², samt det fugtige danske klima der medfører, at der skal foretages jævnlige afrimninger af fordampner-fladen.¹³

¹¹ HÅNDBOG FOR ENERGIKONSULENTER Version 2011: Kap 2.2

¹² Grafer visende jordtemp. vs. Lufttemp. over året

¹³ Luft som varmekilde i varmepumper – Udrednings- og forprojekt kap.: 3.2.1

Luft/vand varmepumpen producerer både varmt brugsvand og varmt vand til et vandbåret opvarmningssystem. Luft/vand varmepumper skal ved ny-installation have en normeffektfaktor - jf. Energistyrelsens energimærkningsordning - på mindst 3,2 ved tilslutning til gulvvarme.¹⁴ Luft/vand varmepumper skal tilsvarende mindst have en normeffektfaktor ved tilslutning til radiatorer på 2,7.¹⁵

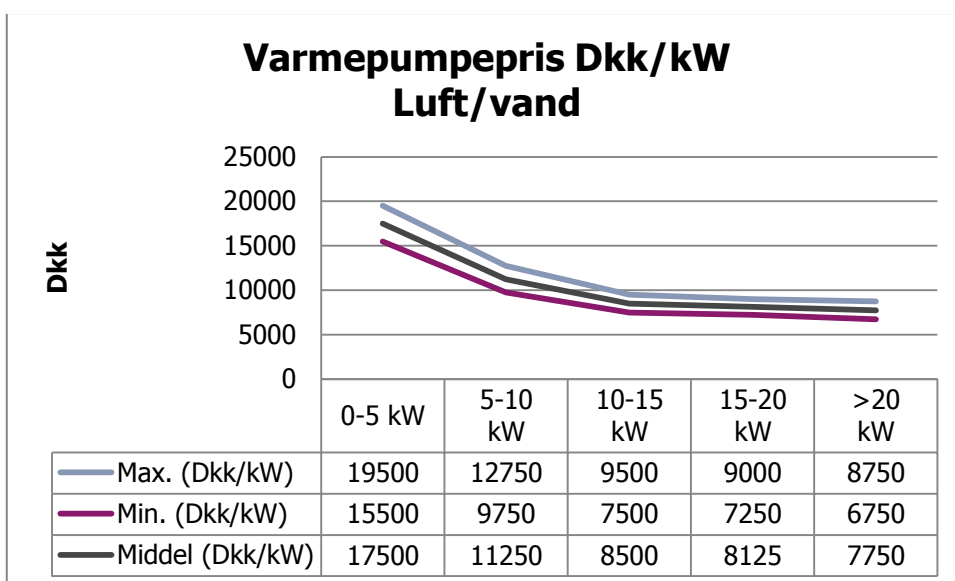
Levetid

Hvis anlægget er af en god kvalitet og installeret og dimensioneret korrekt, vil det kunne have en levetid på mere end 20 år. I vores regnestykker har vi dog af sikkerhedsmæssige årsager anvendt en økonomisk levetid på 15 år.

Det danske klima er ikke egnet til optimal udnyttelse af luft/vand varmepumpen. Dette skyldes de mange temperatursvingninger omkring frysepunktet i fyringssæsonen, samt vores forholdsvis store saltindhold i luften i store dele af landet. Et højt saltindhold sætter store krav til materialevalget.¹⁶

Økonomi

Priser på investeringer i er overslagspriser, og der bør i hvert enkelt tilfælde indhentes et tilbud fra en varmepumpeinstallatør (eller flere tilbud fra flere installatører). Priserne er inkl. nedtagning og skrotning af oliefyr.



Tabel 1: Den lille blå om varmepumper Fig. 7.2

Ud fra ovenstående kan vi beregne, at en Luft/vand-varmepumpe på 6 kW, vil have en middelpriis på:

$$6 \text{ kW} \times 11.250 \text{ Kr./kW} = 67.500 \text{ Kr.}$$

¹⁴ BR10 – Kap.: 8.6.4 Varmepumper og køleanlæg stk. 6

¹⁵ BR10 – Kap.: 8.6.4 Varmepumper og køleanlæg stk. 6

¹⁶ Varmepumper – Vær sikker på, at du køber et kvalitetsprodukt, der passer til netop dit hus

Serviceeftersyn

Det anbefales at få efterset varmepumpeanlægget med jævne mellemrum. Generelt anbefales det, at anlægget efterses én gang årligt. Dette eftersyn skal udføres af en kompetent montør.

- Hvis anlægget har en kølemiddelfyldning på over 1 kg skal det efterses mindst én gang årligt af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype.
- Har anlægget en kølemiddelfyldning på over 2,5 kg skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma.¹⁷

Omkostninger

Teknologisk Institut bruger en årlig serviceudgift på 750 kr.¹⁸ i deres beregninger. Dog er de reelle serviceomkostninger ved rundspørge fundet noget højere (ca. 1.450kr).¹⁹

Etableringskrav

Pladskrav

Ud over selve varmepumpen og varmtvandsbeholderen skal der også tages højde for tilslutningen til det eksisterende varmesystem. I forbindelse med tilkoblingen til ude-delen skal der føres fremløb og returløb ud gennem væggen.

For størst mulig effekt skal afstanden mellem ude-delen og inde-delen være så kort som mulig. I forbindelse med tilkobling til det eksisterende varmesystem skal der tilføjes en volumetank. Dette er for udligning af temperaturen til varmesystemet og for at garantere tilstrækkelig energi ved afrimning. For systemer med varmtvandsbeholder skal volumetankens volumen være 10 liter pr. kW varmepumpeeffekt.

Derudover skal der også påmonteres ekspansionsbeholder på systemet samt diverse ventiler.

Pladskravet til varmepumpen er 1 meter x 2,8 meter (grundplan) og en tilgængelig frihøjde på minimum 2 meter.

Denne plads skal være tilgængelig op ad en ubenyttet væg.

Teknikrummet skal have tilstrækkeligt med plads til de krævede komponenter. Dette sker ved at følge pladskravsanbefalingerne. For overskuelige installationsforhold er det derfor vigtigt, at pladskravene overholdes. Desuden skal der være adgang til ude-delen. Dette betyder, at udedelen bør placeres i området lige udenfor teknikrummet, da frem- og returløb fra varmesiden skal føres til udedelen. Ved en sammenligning af forskellige varmepumper, findes nedenstående anslåede dimensioner.

Indenfor	Dybde [m]	Bredde [m]	Højde [m]
Varmepumpe	0,68	0,61	1,2
Varmtvandsbeholder	0,72	0,69	1,7

Tabel 2: Dimensioner for varmepumpens inde-dele

¹⁷ Den lille blå – Om varmepumper: Side 160

¹⁸ <http://www.varmepumpeinfo.dk/18578>

¹⁹ Intern undersøgelse - Prisniveau – Service VP

Udenfor

For placering af udedelen er der forskellige elementer, som der skal tages hensyn til. Da enheden benytter luftcirkulation for at kunne fungere optimalt skal den stå frit. Dette betyder at den skal placeres på et solidt underlag, og at der er nogle minimumskrav til afstande til andre objekter. Over ude-delen kræves der en total frihøjde på 3 meter, og der skal være 2 meters frirum til hver side af enheden. Ved forsiden af enheden skal der som minimum være 1,5 meters frirum og bagtil minimum 0,3 meter. Dette betyder at ude-delen optager ca. 12,5 m².

Det bør undgås at placere ude-delen i nærheden af vinduer, da der er støj forbundet med at etablere en luft/vand enhed. Støjudbredelsen for en given varmepumpe kan estimeres ved hjælp af energistyrelsens støjberegner.²⁰

Desuden skal der tages højde for det vand som vil forekomme ved afrimning af udedelen. Dette skal kunne ledes væk uden risiko for at beskadige bygningen. Derfor kan det være nødvendigt at etablere en faskine for at sikre en kontrolleret afledning og nedsivning af vandet.

Tekniske etableringskrav

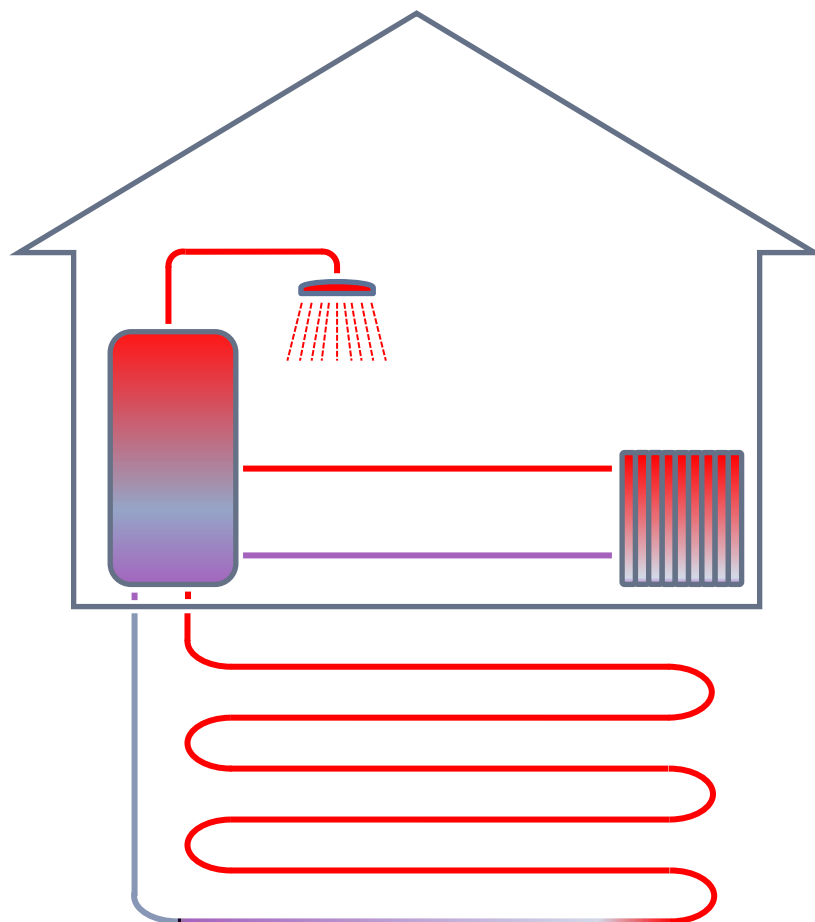
Der kræves et to-strengs varmeanlæg for at kunne etablere varmepumpen. Hvis det eksisterende anlæg tidligere har været benyttet med en høj fremløbs temperatur, kan det være nødvendigt at udskifte radiatorer til større hedeblade, da et varmepumpeanlæg fungerer med en relativt lav fremløbstemperatur. Varmepumpen er mest effektiv, hvis bygningens varmesystem er et gulvvarmesystem, da den lave fremløbstemperatur er mere ideel ved gulvvarme opvarmning.

For at kunne etablere anlægget kræves følgende:

- Tilstrækkelig plads i teknikrummet (se Tabel 2)
- Tilgang til husets varmesystem. Her skal systemet fremstå med afspærrings ventiler på både frem- og returløb.
- Tilgang til husets brugsvandsforsyning - dette gør sig gældende for både koldt og varmt vand
- 3-fase strømforsyning til varmepumpen
- Det krævede udendørs grundareal
- Afløb ved installationer til vand fra sikkerhedsaggregat
- Der skal kunne placeres en udeføler på bygningens nordside
- Mulighed for afledning af vand fra afrimning af ude-delen
- Ude-delen skal kunne placeres uden at være til gene for naboer (minimum 5-10 meter fra skel)

²⁰ <http://www.ens.dk/DA-DK/FORBRUGOGBESPARELSER/INDSATSIBYGNINGER/VARMEPUMPER/STOEJBEREGNER/Sider/Forside.aspx>

Væske / vand-varmepumpen



Figur 2: Væske/vandvarmepumpesystem

Funktion

Væske/vand varmepumper er kendetegnet ved, at der anvendes væske som varmeoptager og vand som varmeafgiver. Typisk konstrueres de som indendørs opstillede units, hvor varmeoptageren er placeret udendørs nedgravet i jorden i frostfri dybde. Væske/vand varmepumpen producerer både varmt brugsvand og varmt vand til et vandbåret opvarmningssystem. For væske/vand varmepumper (jordvarmeanlæg) skal anlæg mindst have en normeffektfaktor - jf. Energistyrelsens energimærkningsordning - afhængig af størrelse og om anlægget forsyner gulvvarme:

Størrelse	Normeffekt-faktor
0 – 3 kW	3,0
3 – 6 kW	3,6
> 6 kW	3,7

Tabel 3: BR10-krav til normeffektfaktor ved gulvvarme²¹

For væske/vand varmepumper (jordvarmeanlæg) skal anlæg mindst have en normeffektfaktor - jf. Energistyrelsens energimærkningsordning - afhængig af størrelse og om anlægget forsyner radiatorer:

²¹ BR10 – Kap.: 8.6.4 Varmepumper og køleanlæg stk. 4

Størrelse	Normeffektfaktor
0 - 3 kW	2,6
3 - 6 kW	2,8
> 6 kW	3,0

Tabel 4: BR10-Krav til normeffektfaktor ved radiatorer²²

Levetid

Levetiden for en varmepumpe er en meget vigtig faktor, når anlægget skal sammenlignes med eksempelvis oliefyr. Erfaringer viser, at gode varmepumpeanlæg, som er installeret og dimensioneret korrekt, i langt de fleste tilfælde har en levetid, der er længere end 15 år.²³ Væske/vand varmepumpen er ikke i samme grad som luft/vand varmepumpen påvirket af udeklimaet, da dennes ude-del er nedgravet og ligger i et temperatur- og klimamæssigt stabilt miljø. Alle bevægelige mekaniske dele af systemet er placeret indenfor, og er dermed ikke disponeret for vejrlig.

Jordvarmekredsløb

Slange

I Danmark benyttes ofte vandrette jordslanger ved etablering af jordvarmeanlæg. Det skyldes, at anlægget er simpelt og relativt billigt at etablere. Prisen på lægning af vandrette jordslanger er ca. 50-100 kr. pr. meter afhængig af tilgængelighed og jordens beskaffenhed.

Slanger lægges typisk i en dybde fra 0,6 m til 1,5 m. Lægges jordslangen højt, vil temperaturen være højere om foråret og efteråret, end hvis den ligger dybt. En dybtliggende slange vil derimod have en højere temperatur om vinteren end en højtliggende slange. Varmeledningsevnen i jorden bliver højere, hvis der er meget vand i jorden, og derfor er det godt, hvis man kan placere slangen, hvor der er et stort vandindhold i jorden, f.eks. i engområder eller hvor grundvandet står højt. Det er dog vigtigt at understrege, at 1 meter vandret slange ikke direkte kan sammenlignes med 1 meter lodret slange. Den lodrette slange dimensioneres til at indhente betydeligt mere energi end en vandret jordslange (35W/m mod 6W/m).²⁴

For at et vandret jordslangeanlæg skal kunne fungere korrekt, er det en forudsætning, at der ikke hentes mere energi ud af jorden, end der tilføres jorden på årsbasis. I modsat fald vil der ophobes is omkring slangen, og effektiviteten af anlægget vil falde markant. Vejledende maksimale belastning af jorden er ca. 40kWh/m² per år.²⁵

Jordslangen udlægges som et eller flere parallelle løb med den samme løbslængde. Det, der bestemmer længden af det enkelte slangeløb, er (udover varmebehovet i bygningen) tryktabet i slangen. Ved at anlægge flere parallelle og dermed kortere slangeløb, vil man minimere tryktabet i systemet. Tryktabet har indflydelse på cirkulationspumpens energiforbrug, og derfor vil man gerne have så lavt et tryktab i jordslangesystemet, som muligt. Tryktabet i jordslangesystemet må aldrig overstige det maksimale tryktab, der er specificeret af varmepumpefabrikanten. Normalt bør længden pr. slangeløb ikke være mere end 150 meter. Den samlede slangelængde og energioptaget er afhængigt af jordbundsforholdene. Energioptaget fra jordslangen er højest i våd jord og lavest i sandjord, hvor vandet ledes bort hurtigt.²⁶ Dette beskrives dog i yderligere detaljering i afsnittet om jordbundsforhold.

²² BR10 – Kap.: 8.6.4 Varmepumper og køleanlæg stk. 5

²³ Varmepumper – Vær sikker på, at du køber et kvalitetsprodukt, der passer til netop dit hus

²⁴ Den lille blå – om varmepumper

²⁵ Den lille blå – om varmepumper: Kap. 5.1.1

²⁶ Den lille blå – om varmepumper: Kap. 5.1.1

Boring

Lodrette jordslanger som energioptager er interessante, fordi de i modsætning til vandrette jordslanger ikke kræver så meget jordareal. Dette gør, at denne type energioptagere også kan benyttes på relativt små parcelhusgrunde. Den primære grund til, at de ikke er særligt udbredte i Danmark, er, at prisen for etablering ikke har været konkurrencedygtig i forhold til vandrette jordslanger. Men prisen for etablering nærmer sig 400 kr./m²⁷, hvilket gør optagertypen interessant. Prisen er dog meget afhængig af undergrund og boremetode. Som energioptager benyttes oftest U-rør.

Lodrette varmeoptagere virker ved, at de optager den varme som ledes til slangen primært ved grundvandstrømning i jorden og sekundært ved varmeledning i jorden.

Mængden af boremeter er afhængig af husets årlige varmebehov, så ved et stort varmebehov er det nødvendigt at etablere flere borehuller. Afhængigt af jordbundsforhold og boremetode kan kombinationen af antal borer og længden af disse variere. Dog kan man generelt sige, at såfremt energioptageren dimensioneres for kort, vil det medføre en kort levetid og en - med tiden - dalende effektivitet for anlægget.

De normale dimensioneringsregler, der benyttes i Norge og Tyskland, dikterer et dimensionerende energioptag på 35 W/m. Energioptaget kan typisk svinge mellem 20 W/m for tørt sand og op til 65 W/m i fugtig jord. Længden af borehullerne kan variere fra 20 til 200 meter.²⁸

Følgende vejledende dimensioneringsskema produceret af HEF EnergiTeknik giver et overblik over det nødvendige antal borer afhængigt af jordbundsforhold og varmepumpeeffekt.

Vejledende antal borestrengte á 40 m til jordvarmeanlæg							
Varmepumpe-type	Nominel varmeeffekt 0/45 °C	Nominel kuldeydelse 0/45 °C	Geologiske forhold Tør undergrund		Geologiske forhold Våd undergrund uden vandgennemstrømning		Våd undergrund med vandgennemstrømning
			Energibrønd alene	Energibrønd kombineret med energifanger eller solvarme*	Energibrønd alene	Energibrønd kombineret med energifanger eller solvarme*	Energibrønd alene
			25 W/m	35 W/m	35 W/m	45 W/m	40 W/m
			Borestrengte stk.	Borestrengte stk.	Borestrengte stk.	Borestrengte stk.	Borestrengte stk.
VV5DC	5,6	3,9	4	3	3	2	2
VV7DC	7,3	5,1	5	4	4	3	3
VV9DC	9,1	6,4	6	5	5	4	4
VV12DC	10,7	7,6	8	5	5	4	5
VV16DC	15,4	10,9	11	8	8	6	7
2 X VV9DC	18,2	12,8	13	9	9	7	8
2 X VV12DC	21,4	15,1	15	11	11	8	9
2 X VV16DC	30,8	21,7	22	16	16	12	14
3 X VV16DC	46,2	32,6	33	23	23	18	20
4 X VV16DC	61,6	43,5	44	31	31	24	27

*Solfangerareal: 8 m² pr. varmepumpe. Antal energifangere: 1 stk. pr. varmepumpe.

Tabel 5: Vejledende dimensioneringsskema for jordvarmeboringer (HEF EnergiTeknik og DVI)

Der findes herudover et skema for vejledende energioptag gennem lodrette borer, udviklet af den tyske ingeniørforening. Dette skema forholder sig til jordart og timemæssig belastning af boringen. Samlet set fås en ydelse på borer på ca. (35W/m x 1800h) - (35W/m x 2400h) = 63-84 kWh/m, hvilket er op til dobbelt så godt som ved vandrette slanger.

²⁷ Erfaringstal

²⁸ Den lille blå – om varmepumper: Kap. 5.1.2

Mulige specifikke udvindingsværdier for lodrette jordvarmeboringer

- Kun varmeudvinding (varme inkl. varmt brugsvand)
- Længden af den enkelte jordvarmeboring skal være mellem 40 og 100 m
- Mindste afstand mellem to jordvarmeboringer skal være:
- Mindst 5m for jordvarmeboringer i længden 40 til 50 m
- Mindst 6m for jordvarmeboringer i længden >50 til 100 m
- Jordvarmeboringerne består af dobbelte U-rør med DN 20, DN 25 eller DN 32 eller koaksiale sonder med en minimumdiameter på 60mm
- Gælder ikke for et større antal mindre systemer på et begrænset område

Undergrund	Specifik varmeudvinding	
	For 1800 timer	For 2400 timer
<i>Generelle vejledende værdier:</i>		
Dårlig undergrund (tørt sediment) ($\lambda < 1.5 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$)	25 W/m	20 W/m
Normal stenet undergrund og vandmættet sediment ($\lambda < 1.5\text{-}3.0 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$)	60 W/m	50 W/m
Konsolideret klippe med høje varmeledningsevne ($\lambda > 3.0 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$)	84 W/m	70 W/m
<i>Individuelle jordtyper og sten:</i>		
Grus, sand, dry	< 25 W/m	< 20 W/m
Grus, sand, vandmættet	65-80 W/m	55-65 W/m
Ved stærk grundvandsstrømning i grus og sand, og ved individuelle systemer	80-100 W/m	80-100 W/m
Ler, lerbord, fugtigt	35-50 W/m	30-40 W/m
Kalksten (massiv)	55-70 W/m	45-60 W/m
Sandsten	65-80 W/m	55-65 W/m
Kiselholdige vulkanske bjergarter (ex. granit)	65-85 W/m	55-70 W/m
Vulkanske bjergarter (ex. basalt)	40-65 W/m	35-55 W/m
Gnejs	70-85 W/m	60-70 W/m
<i>Værdierne kan variere betydeligt på grund af stenstrukturer såsom sprækker, foliation, forvitring, oa.²⁹</i>		

Tabel 6: Varmeudvinding under forskellige jordbundsforhold

Database for jordbundsforhold

Når man påtænker at etablere et brinekredsløb, er det nødvendigt først at danne sig et overblik over de lokale jordbundsforhold. Hvis det drejer sig om en lodret boring, er det nødvendigt at undersøge forholdene i dybere lag. Dette kan gøres ved at tilgå jupiterdatabasen, som er en del af GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland)³⁰. I områder med en større tæthed af boringer, kan der dannes et relativt sikkert billede af grundvands- og jordbundsforholdene ud fra Jupiter databasens oplysninger. Hvis der derimod ikke er tilstrækkelige eksisterende boringer, må man basere sin viden ud fra geologiske kort samt gennem rådgivere.

Der findes flere muligheder for at tilgå databaser indeholdende geografisk relaterede oplysninger om jordbundsforhold i Danmark. Herunder nævnes nogle af de vigtigste at forhold sig til i relation til jordvarmeboringer.

- **Jupiter-databasen**
 - Oversigt over eksisterende boringer, og oplysninger herom.
- **GERDA (GEOfysisk Relationel DATABASE)**

²⁹ Verein Deutscher Ingenieure – VDI 4640 Blatt 2 / Part 2

³⁰ <http://www.geus.dk/jupiter/index-dk.htm>

- Landsdækkende database for geofysiske data inden for råstof- og miljøområderne.
- **Danmarks digitale jordartskort**
 - Det digitale kort er overvejende baseret på den generelle geologiske kortlægning af Danmark, som på nuværende tidspunkt dækker over 80 % af Danmarks samlede landareal.
 - Det digitale kort er fremstillet med henblik på anvendelse i et Geografisk Informations System (GIS), og det er således muligt at integrere kortet med andre digitale kort og geografiske data.
- **Danmarks Miljøportal**
 - Interaktivt temakort med drikkevandsinteresser. Her findes også informationer fra Jupiter-databasen.

Boremetoder

Der findes mange forskellige boremetoder og borerigge. Disse varierer selvsagt meget i forhold til, hvilke jordbundsforhold der eksisterer i det pågældende område. Når man blot nævner en metode, kan den dække over flere typer af specialrig, men et bud kan være:

- Skylleboring med dobbeltroterende borerør
 - Her bores inde i et ydre borerør (den specialrig, som firmaet Geodrilling har, og som er den eneste her i landet).
 - Efter boringen trækkes det indre rør op – borehole heat exchangers (plastslanger) monteres, hvorefter det ydre rør trækkes op.
- Almindelig skylleboring
 - Uden foringsrør – det er "mudderkagen" og en høj densitet af boremudderet, der forhindrer borevæggen i at styrte sammen.
 - Det giver som regel et "for stort" hul til jordvarmeboringer, hvor vi jo helst skal have så lille en borediameter som muligt.
 - Denne metode anvendes traditionelt til vandforsyningsboringer.
 - PC-drilling bruger denne metode til jordvarmeboringer
- Sonic drill
 - Det er en vibrationsmetode, som Arkil benytter, og hvor de efterlader stålrør i jorden. Jordslangerne føres og indstøbes så efterfølgende i disse stålrør.
- "Down the hole hammer"
 - Det er en form for trykluftbor, som er meget brugt i Sverige og andre steder, når der skal bores i fast klippe.
- Så er der skrå boringer som HEF-boreriggen udfører (nu firmaet www.mdmultiflex.dk). Det er også skylleboringer med roterende dobbeltrør – som geodrillings metode – her er riggen bare en anden, der kan bore de skrå boringer, foruden de lodrette.³¹

Priser på boringer

Prisen på en boring varierer en del, afhængigt af hvilken type boring der er tale om. Ofte vil prisberegningssmetoden have mange fællestræk. Der vil være et fast gebyr for mobilisering, og derudover vil der være variable omkostninger afhængige af antallet af boremeter.

³¹ Inga Sørensen, VIA UC Horsens

Et priseksempel for 300 meter lodret boring kan således se ud som følger:

Mobilisering	4.500	Kr.
Arbejdsløn	250	Kr./m
Samlet pris for boring ex. moms	79.500	Kr.

Tabel 7: Priseksempler for lodrette borer

Ud over selve borearbejdet vil der være yderligere etableringsomkostninger så som:

Rørmaterialer	40	Kr./m
Samlebrønd	3.900	Kr.*
Samlerkit/manifold	7.500	Kr.*
Gravearbejde ex. al belægning, græs og sand	6.500	Kr.*
Samlet pris for mat. og gravearbejde ex. moms	29.900	Kr.

Tabel 8: Etableringsomkostninger ved lodrette borer

*Afhængigt af størrelsen af boringen

Her ses det, at den samlede pris for 300 meter lodret boring i dette eksempel vil blive:

Samlet pris for boring ex. moms	79.500	Kr.
Samlet pris for mat. og gravearbejde ex. moms	29.900	Kr.
I alt ex. moms	109.400	Kr.

Tabel 9: Samlet prisestimat ved lodrette borer

Pris på borerig

Ved samtale med udførende entreprenør er følgende oplysninger blevet givet. Til udførelse af borerig benyttes en borerig af mærket WellDrill 3020 CRS. På denne borerig er monteret et specielt borehoved, som muliggør konventionel rotationsboring samt boring ved vibrering. Dette borehoved er fremstillet i Holland og koster ca. 1.000.000,-.

Den samlede pris for boreriggen inklusiv borehoved er ca. 3.500.000 kr. Denne borerig bliver transporteret i en lastbil som, udover opbevaringsplads til borerig og tilbehør, indeholder boliglignende faciliteter til borebemandingen. Det blev vurderet af entreprenøren, at der alt i alt var udstyr for ca. 6.000.000 kr. til 7.000.000 kr. til rådighed for dem, for at de kunne udføre opgaven.

Ifølge entreprenøren skal boreriggen være i drift i minimum 120 dage om året for at være rentabel. Entreprenøren mente at de i gennemsnit ville kunne bore mellem 50 og 100 meter i døgnet, afhængig af undergrunden.

Det blev desuden diskuteret, hvad det ville koste at indkøbe en borerig udelukkende til brug i forbindelse med lodrette jordvarmeboringer. Her var vurderingen fra entreprenøren, at en sådan vil koste ca. 1.500.000 kr. til 2.500.000 kr.

Entreprenøren vurderer, at man kan lave en komplet jordvarmeboring til et parcelhus på én dag. Hertil kommer så etablering af brønd og samling af jordvarmeslanger og lignende.

Disse ovenstående tal taget i betragtning, kan man vurdere rentabiliteten af at eje egen borerig. Herunder findes et beregningseksempel over driftsomkostningerne for en borerig.

Investering borerig:	Indkøbspris	Levetid	Lånerente	Årlig omkostning
Borerig	kr. 3.000.000	10 år	6 %	kr. 407.603,87
Drift & vedligeholdelse				kr. 150.000,00
Basisomkostninger				kr. 557.603,87
Omkostninger pr. installation:				
Mobilisering				kr. 5.000,00
Basisomkostninger				kr. 4.646,70
Materialer, indkøb				kr. 15.000,00
Arbejds løn(2*12 timer á 400kr)				kr. 9.600,00
Samlede omk. pr. installation				kr. 34.246,70
Forudsat antal boreriger pr. år: 120 stk. Boremeter(ex. 14x20): 280 meter Pris pr. meter: 122 kr. *I dette eksempel er der ikke taget højde for afskrivninger o.lign				

Tabel 10: Prisestimat

Sammenlignet med vandrette slanger, hvor salgsprisen er 50-100 kr./m., er der mulighed for, ved optimal drift af en borerig, at opnå tilsvarende salgspriser med et fornuftigt dækningsbidrag. Her tages hensyn til at varmeoptaget i boreriger er ca. dobbelt så højt som for vandrette slanger.

Fælles jordvarmeanlæg

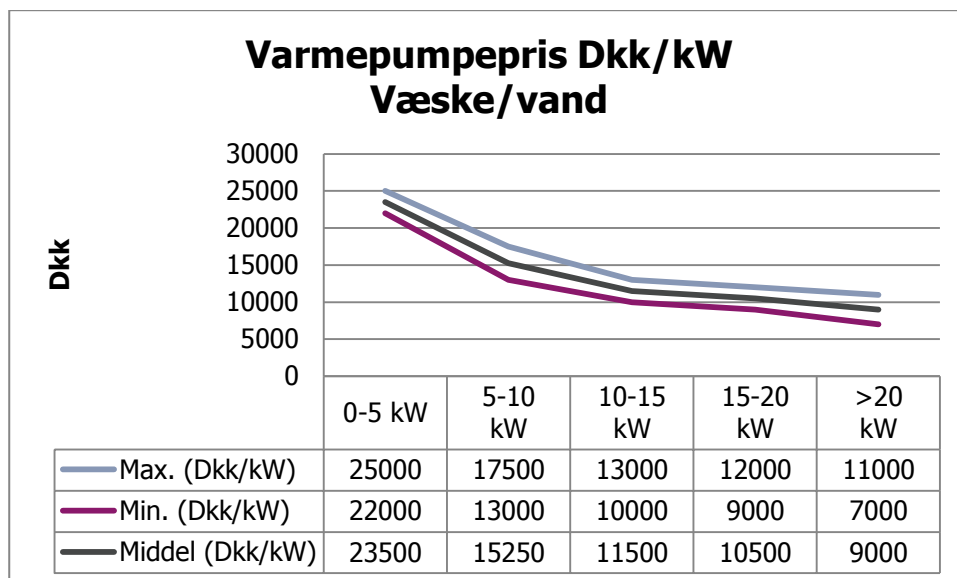
Ved at flere husstande går sammen om at etablere et fælles jordvarmekredsløb, kan der opnås væsentlige økonomiske besparelser samt andre fordele. Omkostningerne ved at etablere ét fælles anlæg vil være lavere end ved flere små anlæg, hvor der samtidig kan sikres besparelser ved storindkøb/rammeaftaler på varmepumper og VVS-arbejder i de enkelte huse. Et fælles jordvarmeanlæg kan levere vand med en mere ensartet temperatur, hvilket baner vej for en højere effektivitet hos de tilsluttede varmepumper. Der vil derudover være en række praktiske og administrative gevinster for de enkelte husejere, ved at et fælles laug står for myndighedsgodkendelser, samt efterfølgende drift og tilsyn.

Den største besparelse ligger hos de boliger, der ikke har et tilstrækkeligt areal til at etablere vandrette jordslanger, og derfor har dyre lodrette boreriger som alternativ til den fælles løsning. Disse boliger udgør ifølge en opgørelse fra 2011 ca. 20 % af boligerne der ikke har, eller forventes at få, kollektiv varmforsyning.³²

I forbindelse med dette projekt, kan der være ræson i at fjernvarmeværket etablerer og ejer et fælles jordvarmeanlæg. Da det udelukkende er varmeudbyderen der har en interesse i at systemet fungerer med en høj virkningsgrad.

³² COWI/Energistyrelsen: "Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for olie fyr".

Økonomi



Figur 3: Den lille blå om varmepumper Fig. 7.3

Priser på investeringer i er overslagspriser, og der bør i hvert enkelt tilfælde indhentes et tilbud fra en varmepumpeinstallatør (eller flere tilbud fra flere installatører). Priserne er inkl. nedtagning og skrotning af oliefyr.

Serviceomkostninger

For at sikre en lang levetid på varmepumpeanlægget er det vigtigt, at man får anlægget efterset jævnlige - helst én gang årligt - af en kompetent montør. Varmepumpeanlæg med en kølemiddelfyldning over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Et jordvarmeanlæg skal kontrolleres mindst én gang årligt og resultatet af kontrollen skal opbevares i mindst fem år og skal fremvises til kommunen, hvis de forlanger det.³³

Kilder opgør omkostningen til ca. 750kr³⁴ og vi har i projektet ved en mindre undersøgelse, fundet omkostninger på ca. 1.450kr.³⁵

Etableringskrav

Pladskrav

I forbindelse med tilkoblingen til brinekredsen og husets varmesystem (fremløb, returløb, koldt brugsvand og varmt brugsvand) kræves der en del plads. Denne plads er nødvendig, da der skal være plads til rørføring, ekspansionsbeholder på varmesystemet samt ekspansionsbeholder på brinekredsen. Pladskravet til varmepumpen er 1 meter x 2,8 meter (grundplan) og en tilgængelig frihøjde på minimum 2 meter. Denne plads skal være tilgængelig op ad en ubenyttet væg.

Teknikrummet skal have tilstrækkeligt med plads til de krævede komponenter. Dette sker ved at følge pladskravsanbefalingerne. Slangene fra brinekredsen skal komme ind i bygningen og føres lodret op gennem

³³ Den lille blå – Om varmepumper: Side 160

³⁴ <http://www.varmepumpeinfo.dk/18578>

³⁵ Intern undersøgelse - Prisniveau – Service VP

gulvkonstruktionen. Dette er for at have et stabilt udgangspunkt for rørføringen. I det ideelle tilfælde er der som udgangspunkt minimum 1 meter fra brineslangerne til varmepumpen. Indenfor den meter vil det være muligt for montøren at opbygge tilslutningen til varmeanlæg og brinekredsen.

	Dybde [m]	Bredde [m]	Højde [m]
Varmepumpe	0,68	0,61	1,5
Varmtvandsbeholder	0,72	0,69	1,7

Tabel 11: Dimensioner for varmepumpens inde-dele

Da en væske/vand varmepumpe bruger jorden som varmekilde, og brinekredsen derfor er nedlagt i jorden, kræver denne type anlæg en del gravearbejde. Som hovedregel afsættes der 50 meter slange pr. kW dimensionerende varmetab. Ved et gennemsnitligt anlæg vil der derfor kræves ca. 300 m² grundareal for at kunne have plads nok til at nedgrave den krævede mængde slanger.

Tekniske etableringskrav

Der kræves et to-strengs varmeanlæg for at kunne etablere varmepumpen. Hvis det tidligere har været benyttet med en høj fremløbs temperatur, kan det være nødvendigt at udskifte radiatorer til større eller at etablere gulvvarme. Da et jordvarmeanlæg fungerer med en relativt lav fremløbstemperatur.

For at kunne etablere anlægget kræves følgende:

- Tilstrækkelig plads i teknikrummet
- Tilgang til husets varmesystem, her skal systemet fremstå med afspærringsventiler på både frem- og returløb.
- Tilgang til husets brugsvandsforsyning, dette gør sig gældende for både koldt og varmt vand
- Strømforsyning til varmepumpen
- Det krævede udendørs grundareal

Afløb ved installationer, til vand fra sikkerhedsaggregat

- Der skal kunne placeres en udeføler på bygningens nordside

Udgifter til etablering

Undersøgelser viser, at prisen for demontering af et eksisterende anlæg ligger på 2.000 kr. – 2.500 kr. ex. moms. Dertil kommer udgifter til tømning og bortskaffelse af det en eventuel olietank.

Flere faktorer afgør prissætningen for fjernelse af olietank. Ved opgravning af en olietank er tankens placering afgørende for prisen. Er den f.eks. nedgravet under en indkørsel, hvor belægningen skal genetableres, vil prisen være højere end hvis den er placeret på et areal, hvor der skal tildækkes efterfølgende. Der er ingen specifikke krav til afskaffelse af den brugte olietank, udover at den skal rengøres. Yderlige omkostninger kan derfor være forbundet dette. Udgifter til fjernelse af olietank kan beløbe sig i 2.000 kr. – 5.000 kr. ex. moms

Fleksibilitetspotentiale

Fleksibilitet kan opnås ved at lade varmepumpen tilføre varme til et varmelager, når elprisen er lav, for så at stoppe når elprisen er høj og lade den opbyggede overskudsvarme afgives fra varmelageret. Der vil være behov for styring af varmeanlægget samt for automatisk kommunikation med elskabet om, hvordan der bør styres. Jo større fleksibilitet der ønskes, og dermed jo større energimængde der ønskes lagret, jo større vil omkostningerne være.

I forbindelse med individuelle varmepumper er besparelsen ved at drifte varmepumpen - afhængigt af elprisen - mere eller mindre lig med omkostningerne til den nødvendige udbygning af systemet. Dog kan dette billede ændre sig i tilfælde af, at elpriserne gøres variable.³⁶

En intelligent styret varmepumpe vil kunne indstilles til at slå fra, når prisen på el er høj. Prisen på el er meget høj, når der er mangel på el i systemet, hvilket i øjeblikket sker i under 50 timer om året. For at kunne dække disse relativt sjældne situationer med meget lidt el til rådighed, er det nødvendigt at betale en forholdsvis høj pris for det samlede energisystem at have adgang til 'standby' el- produktionskapacitet. Hvis et stort antal varmepumper indstilles til at slå fra, når prisen på el er høj, kan omkostninger til reserveydelser reduceres betydeligt. En besparelse som kommer forbrugerne til gode på elregningen.³⁷

Varmeakkumulering i bygningen

For at definere bygningens fleksibilitetspotentiale, er det nødvendigt at kende bygningens varmekapacitet. Der findes også overslagsværdier baseret på bygningens generelle udførelse.

Anvendelse af bygningskonstruktionerne til varmelagring vil dog kræve, at beboerne accepterer en vis variation af rumtemperaturerne. Det vurderes, at en variation på $\pm 1-2$ °C vil være acceptabel, især hvis der er mulighed for at overstyre reguleringen ved specielle behov. Bygningsmassen vil fremover blive energimæssigt forbedret, hvilket vil betyde at det dimensionerende varmetab reduceres. Dette medfører også, at det tager længere tid før rumtemperaturerne opnår uacceptable grænser i tilfælde af afbrydelse eller forceret brug af varme.³⁸

Den potentielle varmeakkumulering i bygningen er væsentligt større end varmeakkumulering i buffertanke. Dog er varmeakkumulering i bygningen også generelt mere til gene for beboerne end varmeakkumulering i varmtvandsbeholder. En højere indetemperatur vil også medføre et øget varmetab igennem bygningen, da forskellen på ude- og indetemperaturen vil øges. Dette kan minimeres ved at isolere huset med henblik på udnyttelse af varmeakkumuleringsevnen i bygningen. Dette er undersøgt med udgangspunkt i behovet for fleksibilitet i elnettet.³⁹

³⁶ Renovering og varmepumper, Smart grid og lavtemperaturfjernvarme, Lars Olsen, Energi og Klima, Teknologisk Institut, december 2012

³⁷ [http://www.ens.dk/DA-](http://www.ens.dk/DA-DK/FORBRUGOGESPARELSER/INDSATSIBYGNINGER/VARMEPUMPER/VARMEPUMPEROMFLEKSIBELTELFORBRUG/Sider/Forside.aspx)

[DK/FORBRUGOGESPARELSER/INDSATSIBYGNINGER/VARMEPUMPER/VARMEPUMPEROMFLEKSIBELTELFORBRUG/Sider/Forside.aspx](http://www.ens.dk/DA-DK/FORBRUGOGESPARELSER/INDSATSIBYGNINGER/VARMEPUMPER/VARMEPUMPEROMFLEKSIBELTELFORBRUG/Sider/Forside.aspx)

³⁸ Renovering og varmepumper, Smart grid og lavtemperaturfjernvarme, Lars Olsen, Energi og Klima, Teknologisk Institut, december 2012

³⁹ Wind power integration using individual heat pumps e Analysis of different heat

Beskrivelse	Indvendige konstruktioner	Varmekapacitet Wh/K*m ²
Ekstra let	Lette vægge, gulve og lofter, fx skelet med plader eller brædder, helt uden tunge dele.	40
Middel let	Enkelte tunge dele, fx betondæk med trægulv eller porebetonvægge.	80
Middel tung	Flere tunge dele, fx betondæk med klinker og tegl- eller klinkebetonvægge.	120
Ekstra tung	Tunge vægge, gulve og lofter i beton, tegl og klinker.	160

Tabel 12: Bygningers varmekapacitet⁴⁰

Faseskiftende materialer

Der arbejdes meget med akkumulering af energi via faseskift. Faseskift er betegnelsen for, når materialer ændrer form fra fast til flydende og omvendt fra flydende til fast form. Det valgte materiale, som vil have et faseskift indenfor et valgt temperaturinterval i nærheden af den valgte indetemperatur, kan bruges som tilslagsmateriale i forskellige traditionelle byggematerialer som f.eks. gips og beton til at regulere temperaturen i bygningen. Bygningen vil absorbere energi uden at temperaturen øges, og vil så afgive energien i takt med at temperaturen vil prøve at falde.

Varmeakkumulering i buffertank

Anvendelse af en akkumuleringsbeholder vil også være en mulighed for at opnå fleksibilitet. Dette vil ikke have nogen umiddelbar komfortmæssig betydning på samme måde som ved brug af bygningskonstruktionerne til varmelagring. Der vil til gengæld være en investering til selve lageret, og der vil være behov for fysisk plads til dette, hvilket også i nogle tilfælde vil medføre en udgift.

Varmetabet fra buffertanken vil give en mindre varmetilførsel til det rum, hvor den er placeret. Dog kan det også give anledning til et ekstra kølebehov, i perioder med overtemperaturer.

Ved at etablere en buffertank vil man kunne minimere on/off-drift i perioder hvor opvarmningsbehovet ikke er stort.

Da vandtanken er kundens skal der ifm. tilbud og/eller fastsættelse af varmepris, gives et økonomisk incitament for at kunden skal vælge en stor vandtank.

Ved etablering af et solvarmeanlæg i samspil med varmepumpesystemet, vil det være en fordel at have en stor buffertank.

Varmeakkumulering koncentreret over korte perioder med billig strøm

Ønskes en buffertank, som kan benyttes til at afbryde varmepumpen, afhængigt af el-pris og vejrforhold, kan det være ønskeligt med en større varmepumpe, da denne både skal kunne dække opvarmning af buffertanken og af bygningen samtidigt, i situationer hvor der skal opbygges et varmelager.

En stor vandtank betyder et stort lager, som varmepumpen kan producere til, når produktionsomkostninger er lave (uanset det aktuelle behov), og som kan udskyde produktion i perioder, hvor produktionsomkostninger er høje (selv om der er et behov).

I meget kolde perioder er der dog ikke ekstra kapacitet af selve varmepumpen til at foretage lagring eller genopvarmning, med mindre det sker ved hjælp af el-patronen. En sådan brug af el-patroner medfører et stort elforbrug

⁴⁰ SBI-anvisning 213, tabel 8

på disse tidspunkter. Dette vil give en ekstra udfordring for elnettet. Ved at øge kapaciteten af selve varmepumperne vil brugen af el-patronerne kunne begrænses, når det er meget koldt. Vælges overdimensionering af varmepumpen, vil det være en god ide at have tilstrækkelig størrelse af buffertanken for at undgå for mange start/stop. Kapacitetsregulering vil også være en god ide.⁴¹

Varmeakkumulering over længere tid med lavere pumpeeffekt

Ønskes varmepumpesystemet dimensioneret for udjævning af varmeproduktionsskurven, vil man etablere en stor varmeakkumuleringstank, som man kan trække fra i peak perioder. Derved kan man dimensionere pumpen med en effekt som ligger lavere end normalt. Pumpen vil skulle dimensioneres, så den kører med en forholdsvis konstant effekt, og man vil på denne måde kunne driftsoptimere systemet, i dette specifikke driftsscenario.

I dette varmepumpescenario vil dynamiske elpriser og vejrudsigter ikke spille en afgørende rolle, og derfor vil man i et vidst omfang kunne se bort fra Smart Grid styring.

Effekt af tilføjelser til system

Solvarme

Ved at koble et solvarmeanlæg med et varmepumpeanlæg, vil der opstå en synergi mellem de to teknologier. Synergieffekten vil opstå da solvarmen kan bidrage til at øge varmepumpens virkningsgrad, primært om vinteren. Ved at køre brinen fra jordslangerne forbi solvarmeanlægget vil man opnå en lille men betydningsfuld forøgelse af temperaturen. Samtidigt vil solvarmeanlæggets virkningsgrad øges da anlægget, i det ovennævnte driftsscenario, vil arbejde i et lavere temperaturniveau.⁴²

Solceller

Ved etablering af solceller i forbindelse med et varmepumpeanlæg, vil der ikke opleves nogen nævneværdig synergieffekt i systemet. Man vil kunne få hele eller dele af det samlede elforbrug til varmepumpedriften produceret af solens energi, samtidigt med at man - via en el-patron - vil kunne udnytte solcelleproduceret el til opvarmning af brugsvand i sommerhalvåret. I perioder vil man dog være nødsaget til at aftage el fra elnettet, ligesom man i andre perioder vil aflevere el til elnettet, da solcellerne ikke nødvendigvis producerer el, når varmepumpen og boligen har behov. Hvis solcelleanlægget er dimensioneret med varmepumpedrift for øje, vil man på denne måde, over tid, kunne blive 'selvforsynende' med vedvarende energi.

Begrænsninger

Jordbundsforhold

Da væske/vandvarmepumper anvender en varmeoptager ved brug af slanger nedlagt vandret eller lodret i jord, vil anlæggets effektivitet være afhængig af de lokale geologiske forhold. Ved vurdering af det geologiske varmepotentiale i et givent område tages primært højde for to parametre; jordlagenes varmeledningsevne og deres specifikke

⁴¹ Renovering og varmepumper, Smart grid og lavtemperaturfjernvarme, Lars Olsen, Energi og Klima, Teknologisk Institut, december 2012

⁴² ON THE POTENTIAL OF USING HEAT FROM SOLAR THERMAL FOR HP EVAPORATORS

varmekapacitet. Varmekapaciteten er et udtryk for jordens evne til at lagre energi(varme). Jo højere varmekapacitet jo mere varme kan aflejringen rumme.

Varmedningsevnen er afhængig af jordlagenes indhold af grundvand. Jo højere varmedningsevnen er jo lettere transporteres varme (eller kulde) til boringen fra omgivelserne. Når man skal trække varme ud af jorden er en høj varmedningsevne en fordel.

Vand og fugtig jord kan oplagre og transportere megen energi og giver derfor de bedste forudsætninger for jordslanger og borer. Det er optimalt hvis der er en stor udskiftning af grundvandet i jorden. Dette vil betyde at der vil være et større kontinuert varmebidrag til jordslangerne. Sand har ikke samme evne som jord til at transportere vand, og det er derfor ikke optimalt at etablere jordvarme i områder med sandjord.⁴³

Klima

Luft/vandvarmepumpens effektivitet er afhængig af udeluftens termiske tilstand. Ved lave vintertemperaturer under -12° C, hvilket kun forekommer sjældent i Danmark, kan virkningsgraden falde til et niveau hvor en el-patron må overtage varmeproduktionen.

I modsætning til jord/vand anlægget skal luft/vandvarmepumpen afrime den varmeoptagende ude-del. Det gælder specielt i kolde og fugtige perioder af året.⁴⁴ Dette er en energikrævende proces, og kan opleves som værende støjmæssigt generende. Da vi i Danmark har en forholdsvis høj luftfugtighed i kolde perioder, kan denne afrimningsproces forekomme med korte mellemrum

Placering

Normalt er der ikke særlige forholdsregler i forbindelse med placering af en varmepumpe, dog kan der i enkelte tilfælde være støjmæssige udfordringer, som skal adresseres. Drejer det sig om væske/vand-varmepumper, vil der normalt ikke være problemer, idet disse ikke støjer mere end f.eks. et oliefyr. Man bør dog i alle tilfælde placere en varmepumpe så langt fra opholdsrum og specielt soverum som praktisk muligt. Drejer det sig derimod om en luft/vand-varmepumpe, vil den ofte have et væsentligt højere støjniveau end væske/vand-varmepumpen, hvilket kan resultere i støjgener i såvel eget, som naboens hus. Dette drejer sig selvsagt specielt om varmepumper placeret udendørs. Dette potentielle problem kan man forholde sig til ved at kontakte leverandør og/eller installatør og søge rådgivning på området.

Jordvarmeanlæg

Jordvarmeanlæg skal ifølge "Bekendtgørelsen om jordvarmeanlæg" overholde følgende placeringskrav:

- Et horisontalt anlæg med brine skal etableres mindst 50 meter fra et alment eller ikke-alment vandforsyningsanlæg, og mindst 5 meter fra et andet vandforsyningsanlæg.
- Et vertikalt anlæg skal etableres mindst 300 meter fra et alment eller ikke-alment vandforsyningsanlæg og mindst 50 meter fra et andet vandforsyningsanlæg.
- Et horisontalt anlæg med direkte fordampning skal etableres mindst 10 meter fra almene vandforsyningsanlæg og mindst 5 meter fra ikke-almene vandforsyningsanlæg.

⁴³ Energianlæg baseret på jordvarmeboringer – udvikling af markedsfremmende værktøjer og best practice – D3 Geologi og jordvarmeboringer.

⁴⁴ <http://www.varmepumpeinfo.dk/8403>

- Varmeslanger, der er placeret mindre end 1,5 m fra bygninger og mindre end 1 m fra vand- og kloakrør, skal være isoleret mod kondens.
- Varmeslanger i et horisontalt anlæg skal ligge mindst 0,6 m fra skel, medmindre der foreligger en skriftlig tilladelse fra naboejendommens ejer.
- Varmeslanger skal nedgraves, således at de har mindst 0,6 m jorddækning.
- Afstanden mellem boringer til vertikale anlæg skal være mindst 20 meter.⁴⁵

Kommunalbestyrelsen kan dog vælge at lempe eller skærpe enkelte eller flere af ovenstående krav.

Jordslanger/boringer

Når der nedlægges jordslanger/boringer er det nødvendigt at forholde sig til de problemer, der kan opstå fordi temperaturen i den cirkulerende væske (brinen) ofte vil være under 0 °C. Dette betyder, at der kan opstå frostskafer på de ting, som ligger for tæt på jordslangen/boringen. For at forhindre dette er det nødvendigt, at jordslangerne/boringerne placeres i en afstand på 1,5 m fra f.eks. vandleddninger, kloakledninger og fundamenter.

Når det drejer sig om jordvarmeanlæg, er der særlige regler, som er gældende for nedlægning af jordvarmeslanger, og det er altid nødvendigt at ansøge kommunen om tilladelse, inden man begynder at udføre arbejdet.

Hustype

Varmepumper begrænses ikke til enkelte hustyper udover de, i denne rapport beskrevne, generelle begrænsninger.

Isoleringsstandard

For at minimere energiforbruget til opvarmning, er der to primære faktorer, som skal adresseres. Effektiviteten af varmekilden, som tidligere nævnt ved beskrivelsen af normeffektfaktoren, og bygningens varmetab. Varmetabet er den mængde energi, der skal tilføjes bygningen for at holde en given konstant temperatur. Dette behov opgøres i kilowatttimer (W/m²) og er den effekt, som kræves for at holde en given temperatur i bygningen. Ved at minimere dette behov, minimeres samtidigt det nødvendige energiforbrug, og dermed også de samlede udgifter til opvarmning.

Ved et overslagsmæssigt skøn for det dimensionerende varmetab kan benyttes følgende værdier⁴⁶, idet varmetabet er angivet pr. m² bruttoareal (normalt vil det største tal være for bygninger med få etager):

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| • Bygninger omkring år1920 | 100 -160 W/m ² |
| • Bygninger omkring år1940 | 90 -150 W/m ² |
| • Bygninger omkring år1960 | 60 - 80 W/m ² |
| • Bygninger omkring år1980 | 40 - 55 W/m ² |
| • Bygninger omkring år2000 | 20 - 40 W/m ² |

Energi behovet kan minimeres på mange måder. Grundlæggende kan man tale om to områder, klimaskærm og brugs mønster. I dette afsnit fokuseres på klimaskærmen.

⁴⁵ BEK nr 1019 af 25/10/2009: Bekendtgørelse om jordvarmeanlæg – kapitel 3: Placering

⁴⁶ BYG-DTU: Varmeanlæg

Ved at efterisolere klimaskærmen mindskes energibehovet. Derfor er det også yderst fordelagtigt at efterisolere klimaskærmen inden varmeanlægget udskiftes. Ved udskiftning af varmeanlægget og en efterfølgende efterisolering vil man med stor sandsynlighed ende med et overdimensioneret varmeanlæg, og deraf følgende suboptimal virkningsgrad.

Opvarmning af en dårligt isoleret bolig, udelukkende, med en varmepumpe vil kræve at pumpen dimensioneres til det meget store energibehov. Hvis boligen skal efterisoleres på et senere tidspunkt, vil varmepumpen da være overdimensioneret. Derfor kan man med fordel dimensionere varmepumpen til det kommende forbrug og supplere med en anden, og lettere udskiftelig, energikilde såsom elvarme. Elvarmen vil udelukkende skulle supplere på de koldeste dage i løbet af året. Elvarmen vil være forholdsvis dyr, men etableringsomkostningerne vil være ubetydelige i det samlede regnskab.

Betyder renovering af klimaskærm noget for fleksibilitet?

Ved udvendig efterisolering af et byggeri vil varmeakkumuleringssevnen - og dermed fleksibiliteten - for byggeriet udnyttes mere effektivt. Dette skyldes at den afgivne varme som akkumuleres i bygningen vil afgive en større del af denne varme tilbage til bygningen, frem for at forsvinde ud gennem klimaskærmen.

Denne fleksibilitetsforbedring vil dog være afhængig af varmekapaciteten af det emne som efterisoleres (se **Fejl! envisningskilde ikke fundet.**).

Efterisolering vil resultere i at forbrugs peak vil blive minimeret, og forbrugskurven vil derfor nærme sig gennemsnitsforbruget. Det betyder at man vil kunne dimensionere systemet til en mere effektiv drift.

Radiatorer eller gulvvarme

Gulvvarme er bedre egnet til varmepumpesystemer grundet den lavere fremløbstemperatur.

Det kan dog være svært at sige om det er rentabelt at skifte radiatorer ud med gulvvarme. Rentabiliteten af et sådant tiltag er meget afhængig af omkostningerne forbundet med udskiftningen. Denne omkostning kan variere en del alt efter boligens generelle- og især gulvopbygning, og hvorvidt der i forvejen er planlagt større renovering af boligen. Dog viser undersøgelser i hvor høj grad effektiviteten øges ved udskiftning af radiatorer med gulvvarmen.

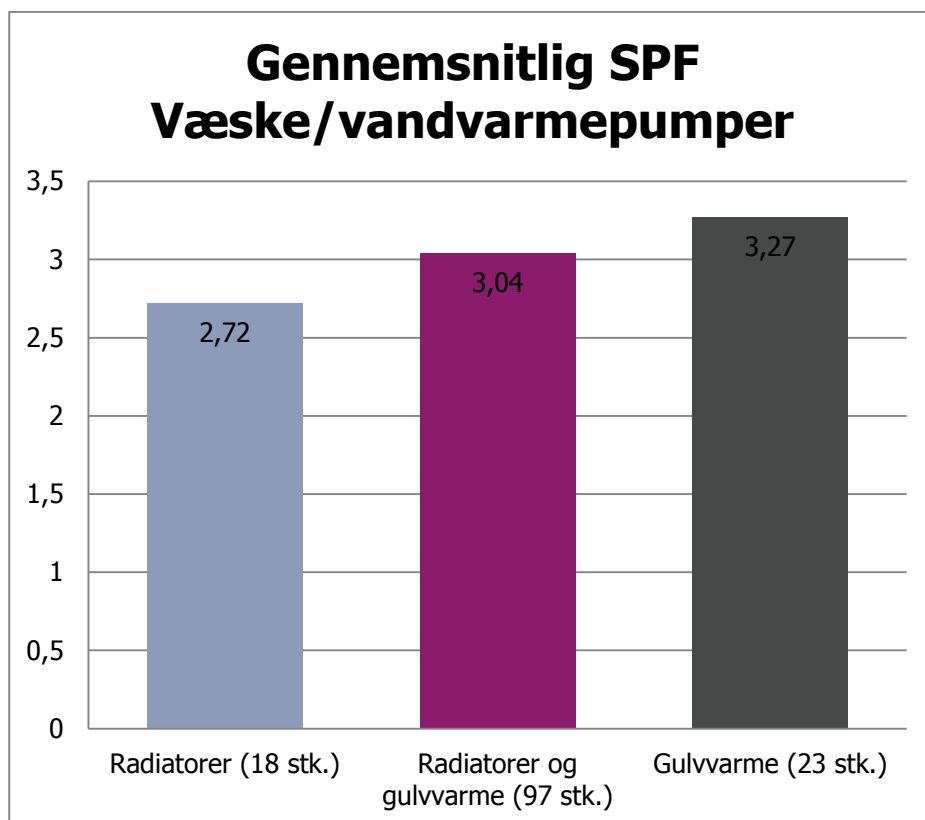
Der er dog ingen tvivl om, at gulvvarme vil være at foretrække til varmefordeling i forbindelse med varmepumpe i nybyggeri.

Væske/vandvarmepumpe

Ved brug af varmepumper til opvarmning har temperaturen, som varmen afgives ved, en væsentlig betydning. Ved varmeafgivning via radiatorer vil temperaturen ligge på ca. 55 °C i modsætning til varmeafgivning via gulvvarme, hvor temperaturen ligger på ca. 35 °C.

Denne forholdsvis store temperaturdifference vil have en betydning for varmepumpens effektivitet.

Som det ses på Figur 14 øges effektiviteten fra 2,72 til 3,27 ved brug af gulvvarme frem for radiatorer. Det svarer til en effektforøgelse på 20 %.



Figur 4: SPF for væske/vandvarmepumper m. forskellige varmeafgiversystemer⁴⁷

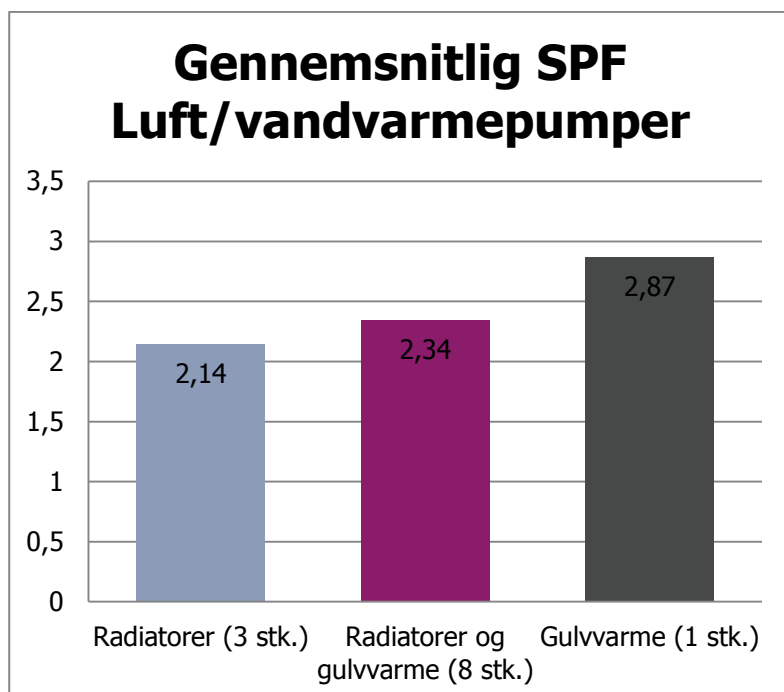
Luft/vandvarmepumpe

Ved brug af varmepumper til opvarmning har temperaturen som varmen afgives ved en væsentlig betydning. Ved varmeafgivning via radiatorer vil temperaturen ligge på ca. 55 °C i modsætning til varmeafgivning via gulvvarme, hvor temperaturen ligger på ca. 35 °C.

Denne forholdsvis store temperaturdifference vil have en betydning for varmepumpens effektivitet.

Som det ses på Figur 15 øges effektiviteten fra 2,14 til 2,87 ved brug af gulvvarme frem for radiatorer. Det svarer til en effektforøgelse på 34 %. Dog skal det her tages i betragtning, at datagrundlaget i dette tilfælde er minimalt.

⁴⁷ GODKENDELSE AF TILSKUDSBERETTIGEDE ANLÆG, MÅLING, DATAINDSAMLING OG FORMIDLING, August 2011, Svend V. Pedersen, Teknologisk Institut, Emil Jacobsen, Teknologisk Institut



Figur 5: SPF for luft/vandvarmepumper m. forskellige varmeafgivsystemer⁴⁸

Smart Grid Ready Varmepumpe fabrikater

En mindre del af varmepumpeproducenterne tilbyder servicering ved at serviceudbyderen og/eller installatøren via PC manuelt kan tilgå varmepumpen online. Her kan vedkommende aflæse diverse overvågningsparametre og genindstille varmepumpens styring ud fra disse.

Ingen af de undersøgte varmepumpeproducenter leverer på nuværende tidspunkt en central serverløsning, der kan tilgås af 3-partsudstyr eller tilbyder et åbent API, således at M2M fjernoptimering og -overvågning af varmepumpedriften kan tilvejebringes. Ingen af de undersøgte producenter tilbyder målinger af produceret varme eller optaget elforbrug. Dette kan dog relativt let påmonteres på fabrik og gøres tilgængeligt online via IT udstyr fra eksempelvis Develco, North Q, Green Wave Reality eller et udstyr som blev udviklet ifm. Energinet.dk's projekt.

Flere aktører har dog meddelt, at de selv sagt vil levere kundespecifikke versioner med bl.a. monterede måler, hvis kunden ønsker dette i fbm. med en ordre af rimelig størrelse. Man må formode, at hvis der viser sig et marked for central fjernoptimering af varmepumpedrift, så vil det være muligt for en overvejende del af varmepumpeproducenterne at udvikle en sådan styring med udgangspunkt i de nuværende online-styringssystemer. Dette kunne eksempelvis blive tilfældet ved et større OEM salg til det driftsselskab, der tænkes etableret med udgangspunkt i denne rapport.

⁴⁸ GODKENDELSE AF TILSKUDSBERETTIGEDE ANLÆG, MÅLING, DATAINDSAMLING OG FORMIDLING, August 2011, Svend V. Pedersen, Teknologisk Institut, Emil Jacobsen, Teknologisk Institut

Bosch

Bosch har en smartphone-applikation til styring og overvågning af deres varmepumper. Dette gælder varianterne Compress 6000 serien og Compress AWO.

Det er muligt både at fjernstyre luft/vand-varmepumper og jordvarmepumper. Varmepumpen regulerer sig selv, men komfortniveauet styres af smartphonen. Man kan bl.a. indstille:

- Rumtemperatur i °C - tilgængelig, hvis rumsensor er installeret
- Rumtemperatur efter skala, hvis rumsensor ikke er installeret
- Indstilling af varmtvandstemperatur
- Indstilling af ekstra varmt vand (on/off)
- Indstilling af feriefunktion (on/off)
- Indstilling af klokkeslæt-program
- Indstilling af temperaturniveau for klokkeslæt-program

App'en er tilgængelig til både Android og iPhone. Den fungerer kun sammen med en Bosch ProControl Gateway som installeres af installatør.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

Danfoss

Med tilbehøret Danfoss OnLine kan man via hvilken som helst internetopkoblet computer fjernstyre og overvåge et varmepumpesystem.

Programmet muliggør kommunikation mellem varmepumpesystemet og computeren i realtid. Er man bortrejst, kan man for eksempel sænke indendørstemperaturen i løbet af denne periode og hæve den igen lige inden hjemkomsten. Forskellige værdier kan gemmes i en database som grundlag for historik. Det er muligt at få vist et resumé i diagramform.

Danfoss OnLine kan sende en alarm via SMS eller e-mail, hvis der opstår en fejl. Programmet giver også mulighed for at fjernudføre visse former for servicearbejde. Værdier, der kan overvåges og styres:

- Rumtemperatur
- Udendørstemperatur
- Varmtvandstemperatur
- Driftsstatus
- Driftstider

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

Gastech

CTC EcoLogic PRO kan styre varmepumpen via sms eller kobles til et overordnet system med CTC BMS/Internet.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

IDM Terra

IDM Terra varmepumper styres ved hjælp af en såkaldt NAVIGATOR®-styring. Det er muligt at styre op til syv varmekredse individuelt – dvs. syv forskellige tidsprogrammer for opvarmning og syv forskellige temperaturzoner i boligen. Kan styre op til 5 kaskadekoblede varmepumper. Mulighed for styring via internettet, mobiltelefon, BUS eller direkte på enheden.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

IVT

IVT Anywhere er software som tillader at man kan betjene varmepumpen direkte via smartphone. Alle styrefunktioner er indbygget i applikationen.

Man kan f.eks. regulere temperaturen for varme og varmt vand.

Feriefunktionen indebærer at varmepumpen holder en temperatur på 15 °C når huset står tomt, og øger automatisk varmen afpasset til hjemkomst.

Ingen data lagres centralt. Al information findes i stedet i brugerens kommunikationsenhed. Datatrafikken, som sendes mellem smartphone og kommunikationsenheden, er forsøgt minimeret. Fjernstyringssystemet består af en gateway (kommunikationsenhed) og en applikation til smartphone.

Kommunikationsenheden kobles til varmepumpen og tilsluttes via et internetkabel. Systemet er tilpasset IVT varmepumper med Rego 1000. Denne styring sidder indbygget i IVT Greenline HE og IVT PremiumLine A.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.parts adgang.

Thermia

Thermia Online giver mulighed for at fjernstyre og overvåge varmepumpen fra hvilken som helst mobiltelefon, computer eller tablet.

Kalenderstyret temperaturstyring er muligt i form af en såkaldt feriestyring. Det er muligt at kontrollere om varmesystemet virker korrekt og hvilken temperatur hjemmet har. Hvis udbedringer er nødvendige, vil brugeren - eller installatør, modtage denne information via styringsenheden. Det er muligt at styre og overvåge flere enheder hvis nødvendigt; for eksempel et sommerhus med en varmepumpe.

Denne styringsenhed forbinder varmepumpen med en eksisterende internetforbindelse. Det er dog også muligt at forbinde via et mobilt 3G/4G modem.

- Overvåg varmepumpen når som helst.
- Alarm funktion – hvis et problem opstår, vil man automatisk modtage en notifikation.
- Alt data er lagret på en ekstern server – man kan logge på fra hvilken som helst enhed.

- Mulighed for at styre og overvåge adskillige andre installationer, f.eks., hvis du har et sommerhus.
- Fjernstyr varmepumpen uanset geografisk position.
- Mulighed for ændring af temperaturer og driftsparametre.
- Kalenderfunktion – temperatursænkning når man ikke er hjemme.
- Aktiviteshistorik.

Det er ikke oplyst, om der kan etableres 3.-parts adgang.

Stiebel

Via laptop eller pc kan man betjene varmepumpen og foretage indstillinger. Man kan via smartphone få adgang til anlægget eller kontrollere, om alt går, som det skal.

Det interaktive styringsapparat for varmepumpen knytter selvstændigt den direkte forbindelse til kundeservice.

Over et GSM- eller analogmodem kan service-partneren læse parametre og indstille dem på ny. Kan leveres som COMBIBOX-modul inklusive analogt eller GSM-modem forud ledningsforbundet i vægkabinettet (COMBOX analog / COMBOX GSM). Serviceprogrammet ComSoft optegner alle de informationer, der er relevante for kundeservice. Servicepartneren kan derved aflæse alle indstillinger og diagnosticere eventuelle fejl. Programmet støtter DCO-fjernovervågning aktivt.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

Vaillant

Kommunikationsenhed vrnetDIALOG 860 (Kommunikationsenhed med GSM-modem)

Kommunikationsenheden gør det muligt at fjernbetjene og overvåge varmeanlæg. Tænd/sluk-tider, varmekurver, rumtemperatur - alle relevante ændringer kan foretages via fjernbetjening af VVS installatøren. Anlæggets driftssikkerhed og funktion kan overvåges døgnet rundt - opstår der fejl, informerer systemet selv VVS installatøren.

- Fjernstyring, alarmering og diagnose på anlægget via internettet.
- Fjernstyring af anlægget - f.eks. ændring af driftsart, indstilling af opvarmningsperioder og temperaturer.
- Mulighed for at tilslutte ekstra tilbehør via ekstra porte til f.eks. alarmanlæg, temperaturovervågning etc.
- 2 porte til fleksibel styring af eksterne systemer hhv. apparater.
- Tilslutning af op til 16 gaskedler og tilsluttet styring, via eBUS.
- Det er ikke nødvendigt med speciel software på pc-en.

Det er ikke oplyst om der kan etableres 3.-parts adgang.

Viessmann

Viessmann Vitotrol applikationen tillader at fjernstyre et Viessmann varmesystem med Vitotronic styring.

Brugskrav

- Registrering på Viessmann Vitodata server
- Gratis og direkte adgang til internet med flatrate.

- DSL-router (LAN/WLAN) med DHCP-funktion aktiveret

Kompatible mobile enheder

Viessmann Vitotrol applikationen giver adgang / understøtter mobile enheder med et Apple styresystem iOS version 4.3 eller nyere:

- iPhone 4, iPhone 4S og iPhone 5
- iPad og iPad 2
- iPod touch med Retina skærm

Applikationen vil give adgang til følgende muligheder:

- Styring af rumtemperatur
- Varmtvandstemperatur
- Kalenderstyret temperaturstyring
- Timer-programmer for rumopvarmning
- Visning af driftsparametre inklusiv alle relevante temperaturer
- Visning af effektivitetsdata

Det er ikke oplyst, om der kan etableres 3.-parts adgang.

BILAG C Budgetgrundlag for forretningsmodellen

Denne rapport beskriver et samlet koncept, hvor et fjernvarmeværk udvider sit virkefelt til at sælge varme i en hel kommune, uanset om der kommer fjernvarmenet eller ej. I rapporten er der beskrevet de opgaver, som skal løses for at minimere de samlede omkostninger, flytte risici fra kunde til en professionel aktør og derigennem give de nye kunder, der ikke får fjernvarme, et attraktivt tilbud om varmeløse fra en varmepumpe ejet af fjernvarmeværket men placeret hos kunden.

Som grundlag for de økonomiske analyser har projektgruppen taget afsæt i et konkret varmeværk, Brædstrup Fjernvarme, som netop har en ambition om at bistå Horsens Kommune med at udfase oliefyr både inden for og uden for fjernvarmenettet. Prisestimer er drøftet med værket, hvor der implicit ligger nogle antagelser om, hvordan opgaverne forventes løst, f.eks. effektiv fjerndiagnose, stordrift ved indkøb, Internet-baseret overvågning og styring osv.

De gennemførte økonomi-beregninger skal betragtes som en samlet projekt-økonomi, hvor der ikke skelnes til om værket løser opgaverne eller lader eksterne parter bistå hermed. Principielt bør den indbyrdes arbejdsdeling ikke ændre på de økonomiske resultater, medmindre eksterne parter kan løse opgaven til en lavere omkostning.

Installationer pr. år	25	50	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Antal installationer inkl. evt. tab	25	73	562	1040	1510	1969	2420	2862	3294	3718	4109	4957	5338	5711	6077	6435	6787	7131	7468
Reinvesteringer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	50	500	500
Medarbejdere	1	2	5	6	8	9	10	11	11	12	13	14	15	15	16	16	16	17	18
År	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Omsætning																			
Tilslutningsbidrag	400.000	800.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000
Fast bidrag	9.800	29.204	224.620	416.128	603.805	787.729	967.974	1.144.615	1.317.723	1.487.368	1.643.621	1.982.748	2.135.093	2.284.391	2.430.704	2.574.090	2.714.608	2.852.316	2.987.269
Energibetaling	351.212	1.067.545	8.375.146	15.825.984	23.422.925	31.168.894	39.066.870	47.119.896	55.331.075	63.703.569	71.803.743	88.351.360	97.042.659	105.905.015	114.941.849	124.156.652	133.552.985	143.134.480	152.904.840
SG, indtægter	0	0	561.550	1.560.478	2.264.269	2.953.983	3.629.904	4.292.306	4.941.459	5.577.630	6.163.578	7.435.306	8.006.600	8.566.468	9.115.139	9.652.836	10.179.779	10.696.184	11.202.260
I alt Omsætning	761.012	1.896.749	17.161.316	25.802.590	34.290.999	42.910.606	51.664.748	60.556.817	69.590.257	78.768.567	87.610.942	113.769.414	123.184.352	132.755.874	142.487.691	152.383.578	162.447.372	172.682.979	183.094.369
Varekøb																			
Varmerpumper	1.246.875	2.543.625	18.161.483	18.524.712	18.895.206	19.273.111	19.658.573	20.051.744	20.452.779	20.861.835	21.279.071	40.308.641	41.114.814	41.937.110	42.775.852	44.722.153	46.729.196	68.091.115	69.452.937
Varmeroptagere	250.000	510.000	3.641.400	3.714.228	3.788.513	3.864.283	3.941.568	4.020.400	4.100.808	4.182.824	4.266.480	8.081.933	8.243.572	8.408.443	8.576.612	8.748.144	8.923.107	9.101.569	9.283.601
I alt varekøb	1.496.875	3.053.625	21.802.883	22.238.940	22.683.719	23.137.393	23.600.141	24.072.144	24.553.587	25.044.659	25.545.552	48.390.574	49.358.385	50.345.553	51.352.464	53.470.298	55.652.303	77.192.684	78.736.538
Dækningsbidrag I	-735.863	-1.156.876	-4.641.567	3.563.650	11.607.280	19.773.212	28.064.607	36.484.673	45.036.670	53.723.908	62.065.390	65.378.840	73.825.967	82.410.321	91.135.227	98.913.280	106.795.069	95.490.295	104.357.831
Driftsomkostninger																			
Eludgifter	166.630	504.998	3.950.177	7.442.445	10.982.642	14.571.621	18.210.248	21.899.407	25.639.994	29.432.920	33.077.864	40.581.154	44.442.105	48.358.102	52.330.114	56.359.129	60.446.152	64.592.204	68.798.324
Administrationsbidrag	2.227	6.637	51.045	94.565	137.215	179.011	219.972	260.114	299.452	338.004	373.513	450.580	485.200	519.128	552.377	584.962	616.895	648.189	678.857
Kundeoprettelse	1.795	3.590	35.895	35.895	35.895	35.895	35.895	35.895	35.895	35.895	35.895	71.790	71.790	71.790	71.790	71.790	71.790	71.790	71.790
Løn, teknik/adm	450.000	918.000	2.218.896	3.080.536	3.784.962	4.409.626	4.985.922	5.530.233	6.052.376	6.558.783	7.032.586	7.878.584	8.339.173	8.798.325	9.257.227	9.716.882	10.178.149	10.641.779	11.108.433
Markedsføring	0	0	1.000.000	1.061.208	1.082.432	1.104.081	1.126.162	1.148.686	1.171.659	1.195.093	1.218.994	1.243.374	1.268.242	1.293.607	1.319.479	1.345.868	1.372.786	1.400.241	1.428.246
Kontorhold	0	0	800.000	848.966	865.946	883.265	900.930	918.949	937.328	956.074	975.196	994.699	1.014.593	1.034.885	1.055.583	1.076.695	1.098.229	1.120.193	1.142.597
Diverse	0	0	1.000.000	1.061.208	1.082.432	1.104.081	1.126.162	1.148.686	1.171.659	1.195.093	1.218.994	1.243.374	1.268.242	1.293.607	1.319.479	1.345.868	1.372.786	1.400.241	1.428.246
I alt driftsomkostninger	620.651	1.433.224	9.056.013	13.624.823	17.971.524	22.287.579	26.605.292	30.941.968	35.308.363	39.711.862	43.933.042	52.463.556	56.889.346	61.369.443	65.906.049	70.501.194	75.156.786	79.874.638	84.656.493
Nettoresultat	-1.356.514	-2.590.100	-13.697.580	-10.061.173	-6.364.244	-2.514.367	1.459.315	5.542.704	9.728.306	14.012.046	18.132.348	12.915.284	16.936.621	21.040.878	25.229.178	28.412.086	31.638.283	15.615.657	19.701.338
Akkumuleret Overskud	-1.356.514	-4.000.875	-17.858.489	-28.634.002	-36.143.606	-40.103.717	-40.248.551	-36.315.788	-28.040.114	-15.149.672	2.376.689	15.387.040	32.939.143	55.297.586	82.738.668	114.460.301	150.676.995	172.319.732	198.913.859
Renter	-54.261	-160.035	-714.340	-1.145.360	-1.445.744	-1.604.149	-1.609.942	-1.452.632	-1.121.605	-605.987	95.068	615.482	1.317.566	2.211.903	3.309.547	4.578.412	6.027.080	6.892.789	7.956.554
Årligt Resultat	-1.410.775	-2.750.135	-14.411.919	-11.206.534	-7.809.988	-4.118.515	-150.627	4.090.073	8.606.702	13.406.059	18.227.415	13.530.766	18.254.187	23.252.781	28.538.725	32.990.498	37.665.362	22.508.446	27.657.893

#	Risiko:
1	Finansiering af de nødvendige investeringer
2	Dårlige betalere
3	Ejerskifte under aftale-perioden
4	Opsigelse af leasing-/lejeaftale
5	IT-plattform
6	Varmeanlæg/Teknologi
7	Nødvendige kompetencer
8	Upålidelige leverandører
9	Manglende salgssucces
10	Manglende alliancer med energiselskaberne

