

Mini- og mikrokraftvarme, Teknologi, potentiale og barrierer

Projektrapport

Oktober 2006

Mini- og mikrokraftvarme, teknologi, potentiale og barrierer

Jan de Wit

Dansk Gasteknisk Center a/s
Hørsholm 2006

Titel : Mini- og mikrokraftvarme, teknologi, potentiale og barrierer

Rapport kategori : Projekt rapport

Forfatter : Jan de Wit

Dato for udgivelse : Oktober 2006

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 726.85; H:\726\85-TCG Strategi mini-mikro KV\Rapport\rapport_FINAL.doc

Sagsnavn : Mini- og mikro KV

ISBN : 87-7795-297-9

Indholdsfortegnelse	Side
1 Forord.....	3
2 Resume og konklusion.....	5
3 Indledning	8
4 Status mini- og mikrokraftvarme	10
5 Metode, afgrænsning.....	11
6 Resultater	13
6.1 Teknologi.....	13
6.2 Potentiale	17
6.3 Barrierer	22
7 Afregningsforhold for kraftvarme.....	32
7.1 Generelt.....	32
7.2 Økonomiberegninger	33
7.3 Udnyttelse af varmegrundlag.....	37
7.3.1 Traditionel kraftvarmedimensionering.....	37
7.3.2 Varmebaseret minikraftvarmedimensionering.....	37
7.3.3 El-baseret minikraftvarmedimensionering.....	38
8 Anbefaling til videre arbejde	40
9 Referencer	42

Bilag

Bilag 1: Uddrag fra resume og konklusion på tilsvarende potentialeundersøgelse fra febr. 2000

Bilag 2: Potentialebestemmelse ud fra ENS energidatabase

Bilag 3.1 Spørgeskema

Bilag 3.2: Besvarelser fra energiselskaber

Bilag 3.3: Besvarelser fra ejere

Bilag 3.4: Besvarelser fra anlægsleverandører

Bilag 3.5: Besvarelser fra interesseorganisationer

Bilag 3.6: Besvarelser fra energirådgivere

Bilag 4: Skema vedr. økonomiberegning

AppendiksTeknologibeskrivelser

Appendiks 1.1: Stempelmotorbaserede units

Appendiks 1.2: Stirling-motorbaserede units

Appendiks 1.3: Brændselsceller

Appendiks 1.4: Rankine cycle

Appendiks 2: ”Mindre kontra større kraftvarmeheder i energimæssigt perspektiv”
Konferenceindlæg/artikel, Jan de Wit, DGC 2001

1 Forord

Denne rapport er baseret på en række aktiviteter igangsat af de danske naturgasselskaber (Teknisk Chefgruppe). Der rapporteres i nærværende rapport forhold vedr.

- Teknologi/produkter
- Potentiale ("Gasområdet", "det åbne land")
- Barrierer

Energistyrelsen har medvirket i forbindelse med opgørelsen af potentialet. Denne opgørelse er grundlæggende baseret på Energistyrelsens database over danske ejendommers årlige energiforbrug.

Projektet har kunnet udnytte teknikker, udarbejdet i forbindelse med en tidligere potentialeopgørelse /1/ samt igangværende arbejde omkring optimal indpasning af brændselscellebaserede kraftvarmeanlæg /5/.

Rapporten har foreligget i udkast til drøftelse og diskussion mellem projektets parter i nov./dec. 2005. Disse drøftelser har ført til ønsket om beregninger vedr. driftsøkonomi med de aktuelle pris- og afgiftsforhold. Dette arbejde er udført i januar-maj 2006.

Projektledelsen takker for aktiv deltagelse fra en lang række aktører inden for området. En særlig tak rettes til Energistyrelsen for hjælp i forbindelse med kortlægning af muligt anlægspotentiale ved hjælp af "Energidata".

Projektmedarbejdere

DGC

Jan de Wit (projektleder)

Niels Bjarne Rasmussen

Ianina Mofid

Lars H. Andersen

Henrik Iskov (kvalitetssikring)

Energistyrelsen

Mikkel Sørensen

Jesper Lorentzen

Hørsholm, oktober 2006

Jan de Wit

Projektleder

Afd. for Energiteknik og Sikkerhed

Bjarne Spiegelhauer

Afdelingschef

Afd. for Energiteknik og Sikkerhed

2 Resume og konklusion

Nærværende undersøgelse har afdækket, at der fortsat findes et stort potentiale for installation af mini/mikrokraftvarme uden for de kollektivt varmforsynede områder i Danmark.

Undersøgelsen har med udgangspunkt i Energistyrelsens database over danske huses energiforbrug afdækket mulighed for et mini/mikrokraftvarmepotentiale på op mod i alt ca. 2000 MW_e alene til rumopvarmningsformål i henholdsvis ”naturgasområdet” samt ”det åbne land”. Kun huse, der har helårsstatus, samt huse med centralvarmeanlæg, er medtaget i ovennævnte potentiale; områderne har i alt ca. 660.000 sådanne huse. Det er forudsat, at kraftvarmeenhederne skal have ca. 4500 årlige fuldlast ækvivalens driftstimer.

Undersøgelsen har koncentreret sig om kraftvarmeenheder mindre end 15 kW_e, og ovennævnte potentiale vedrører alene sådanne.

Installation af kraftvarme i disse områder vil naturligvis øge kraftvarmedækningen i Danmark og forventeligt give besparelse af fossilt brændsel og CO₂. Installation af 1000 MW_e vil forventeligt årligt spare ca. 1 mio. ton CO₂.

Enhederne vil typisk skulle have en enhedsstørrelse på ca. 1.5 kW_e. Sådanne enheder er nu på markedet i kommercielle versioner. De baserer sig på henholdsvis traditionel stempelmotor- og på Stirling-motorteknologi. I Storbritannien har gasselskabet E.ON UK/Powergen ordret i alt ca. 80.000 sådanne enheder til opstilling i private hjem. I Tyskland er skabt forhold, der gør installation af små kraftvarmeenheder gunstig.

Opstilling af mange sådanne små enheder vil bl.a. kunne

- Erstatte bekostelig el-netudbygning
- Leverer en mulig række netservices
- Udgøre nødstrøms- og måske black-startenheder i lokale netceller
- Styres centralt som en art ”virtual power plants”
- Lette markedsindtrængning for brændselsceller

En række produkter er som nævnt kommercielt tilgængelige, mange nærmer sig markedsintroduktion, og på sigt forventes brændselsceller at blive kan-

didater til dette marked. I rapporten er foretaget en international screening for commercial og near-commercial gasfyrede KV-enheder i den aktuelle effektklasse.

Projektet har med udsendelse af spørgeskemaer til en lang række forskellige aktører på området (energisekskaber, anlægsleverandører, anlægsejere, interesseorganisationer mv.) undersøgt, hvilke barrierer disse ser for succesrig implementering af mini/mikrokraftvarme.

Denne afdækning af barrierer har givet et ganske godt billede af, hvor man mener "hurdlerne" for yderligere installation er, og hvilke indsatsområder, brændsler mv. der skal sættes på. For mange af de forespurgte forhold er der god overensstemmelse i svarene, også fra forskellige aktører. For et mindre antal punkter er der forskelligt syn på sagerne.

Projektet har forsøgt at indhente afregningspriser for sådanne mini/mikrokraftvarmeanlæg i forskellige anvendelsessegmenter (privat, erhverv mv.). Det har vist sig ganske vanskeligt at få specielt elafregningspriser oplyst. Man har, for et helt specifikt anlæg, gerne ville oplyse priser og muligheder, men ikke ønsket at fremkomme med generel udmelding for forskellige kundekategorier. Sådant udgør klart en barriere i forhold til produktion/salg af sådanne enheder. Projektet fandt frem til et enkelt selskab, der på deres hjemmeside havde eksempler på afregningspriser mv. /13/.

"SKAT" har udarbejdet konkrete kortfattede vejledninger med henblik på afgiftsforholdene for mini/mikro KV-egenproducenter.

De udførte driftsøkonomiske analyser, at der med de anvendte afregningspriser og afgiftsforhold (maj 2006) under gunstigste forhold og med en årlig driftstid på ca. 8000 timer kan opnås en årlig driftsindtægt på mellem 5000-8000 kr pr kWe. Analyserne viser også, at såvel det eksisterende/supplerende kedelanlægs- og kraftvarmeanlæggets totalvirkningsgrad også er ganske væsentlige for et godt økonomisk resultat.

Med de gældende afgiftsforhold, vil anlægget skulle dimensioneres til at arbejde uden el-export til eldistributionsnet for at opnå bedst driftsøkonomi. Dette betyder at KV-anlægget bliver relativt lille og kun udnytter en mindre del af varmegrundlaget i forhold til mere traditionel KV-dimensionering.

Det vil med sådan dimensionering ikke kunne opnås det før omtalte KV potentiale på ca. 2000 MW_e.

Nugældende afgifts/afregnings-regler indeholder bestemmelser der vil kunne udgøre en hindring for effektiv tredjeparts ejerskab (flådedrift).

I overensstemmelse med projektets oprindelige aktiviteter sigtes mod at afholde et møde med en række forskellige aktører. På dette møde forventes det at få diskuteret og konkretiseret en række af de i projektet fundne anførte forhold. Et punkt til drøftelse kunne være at få mini- og mikrokraftvarmes muligheder som værktøj i relation til EU's kraftvarmedirektiv /2/. I positivt fald kunne der lægges en fælles strategi for indsats og initiativer for fjernelse af hindringer/barrierer for implementering af mini- og mikrokraftvarmeanlæg.

3 Indledning

EU har i 2004 vedtaget Kraftvarmedirektivet /2/, efter hvilket medlemslandene forpligtes til at fremme brug af kraftvarme, herunder også mini- og mikroanlæg. Direktivet skal være implementeret i national lovgivning senest februar 2006.

Som bekendt har Danmark en lang tradition for kraftvarmeforsyning fra de centrale elværker, dette er suppleret med yderligere decentral kraftvarmeudbygning de seneste 15-20 år. Resultat er blevet, at Danmark er et af de europæiske lande med højest kraftvarmeandel af elproduktionen, ca. 55 %. Set fra ”varmesiden” er det sådan, at ca. 80 % af den danske fjernvarme er et resultat af kraftvarmeproduktion.

Nævnte EU-direktiv forpligter landene til at opgøre potentialet for kraftvarme. Et af de segmenter, hvor der fortsat er et kraftvarmepotentiale, er mini- og mikrokraftvarmeområdet. Selv om anlæggene hver effektmæssigt er små, ligger der antals- og effektmæssigt et betragteligt teknisk potentiale. En generel KV-restpotentialeundersøgelse fra år 2000 /1/ opgjorde det samlede restpotentiale for kraftvarme til opvarmningsformål til i alt ca. 2600 MW_e, hvor en betragtelig del af installationspotentialet lå på mini/mikrokraftvarmeområdet.

Der er i Danmark de seneste 15 år etableret et antal naturgasfyrede mikrokraftvarmeanlæg. Herudover har der i en årrække været pæn anvendelse af sådanne på rensningsanlæg over det ganske land, hvor så brændselsgassen har været gas fra rådnetanke. Anlæggene har typisk været baseret på traditionelle stempelmotorer, oftest industri- eller automobilbaserede drivmaskiner.

Der har i Danmark også været gennemført flere enkeltstående tests af forskellige nyere typer anlæg, uden at storstilet implementering kan siges at være opnået. Der udvikles løbende nye og bedre anlæg baseret på otto-, diesel- og Stirling-motorer, turbiner og brændselceller. Samtidig kan det forudses, at brug af gas til opvarmningsformål i nye huse vil komme under pres, idet det nye Bygningsreglements krav til bygningers energiforbrug vil give så lave gasforbrug, at etableringen af stik i fremtiden ikke vil kunne betale sig. En mulig vej til et øget gasforbrug pr. etableret (nyt og gammelt) stik er kombineret el- og varmeproduktion i de enkelte huse.

Små kraftvarmeenheder har typisk en lavere elvirkningsgrad end tilsvarende større kraftvarmeenheder. Det burde derfor alt andet lige synes at være en fordel at slutte flere huse sammen og da investere i en større kraftvarmeenhed med bedre virkningsgrad. Sluttes man flere huse sammen, opnås af ovennævnte grund en større elproduktion, og yderligere elproduktion ved at der nu også er et varmedistributionstab som skal dækkes. Har man varmedistributionstab i størrelsesordenen 30-40 %, hvilket næppe vil være urealistisk i de her undersøgte områder, vil løsningen med de individuelle kraftvarmeenheder faktisk kunne være en energimæssig attraktiv løsning. Dette er der nærmere redegjort for i Appendiks 2.

Formålet med nærværende projekt har været:

- At afdække mini/mikrokraftvarme installationspotentialer i Danmark.
- At skaffe overblik over produkter (commercial og near-commercial).
- At afdække evt. barrierer/nødvendige udviklingstiltag for implementering.

I denne rapport er set på alle ovennævnte forhold. Det er tanken, at rapporten skal tjene som udgangspunkt for fortsatte drøftelser, hvor en række udvalgte punkter nærmere afdækkes.

Drøftelser og de deraf afledte aktiviteter er at betragte som en fase 2. Arbejdet skal gerne sluttelig føre til, at der skaffes vidensgrundlag for fastlæggelse af en strategi for indpasning af mini/mikrokraftvarme i energiforsyningen.

4 Status mini- og mikrokraftvarme

DGC bekendt er der medio 2005 i alt ca. 45 naturgasfyrede kraftvarmeanlæg mellem 5 og 50 kW_e i drift eller driftsklare. Enheder på ca. 15 og 20 kW_e udgør antalsmæssigt og mht. samlet installeret effekt tyngden heri. Nævnte enheder fordeler sig på ca. 6 forskellige produkter.

Anlæggene er overvejende opstillet på højskoler, idrætsskoler, institutioner og plejehjem. De fleste af anlæggene er opstillet i perioden 1988-1996, ganske få er opstillet i år 2000, og herefter er kun 2 nye anlæg etableret. Sidstnævnte 2 nye anlæg er etableret i år 2005 og er baseret på et nyt dansk produkt (EC-Power XRGBI 12).

Et antal mindre kraftvarmeanlæg er etableret i tilknytning til gårdbiogasanlæg. DGC kender ikke det eksakte tal, men skønner, at der formentlig er tale om ca. 15 i effektfragmentet 5-50 kW_e.

Der er også opstillet et antal mindre kraftvarmeanheder baseret på gas fra rådnetanke på rensningsanlæg. DGC har ikke kunnet fremskaffe et eksakt tal herfor, men vurderer, at der kan være tale om 50-100 enheder i den aktuelle effektklasse.

Herudover er der etableret et mindre antal anlæg på andre brændsler (fx olie og LPG). DGC kender ikke det præcise tal herfor, men anslår, at der er tale om i alt mindre end 15 anlæg i den aktuelle effektklasse.

5 Metode, afgrænsning

I nærværende undersøgelse fokuseres på mini/mikrokraftvarme, ydelsesmæssigt afgrænset til kraftvarmeanheder op til 15 kW_e.

Teknologi/produktoversigt

Der er foretaget opstilling af de af DGC kendte mini/mikrokraftvarmeprodukter i effektområdet op til 15 kW_e, bl.a. med støtte i /6/ og /9/.

Herudover er foretaget omfattende søgning på Internettet ved hjælp af anerkendte søgemaskiner. Der er ikke foretaget afgrænsning mht. teknologi eller brændsel.

Det er tilstræbt at opliste ”commercial” eller ”near-commercial” produkter, hvor producenten/leverandøren heraf har egen hjemmeside. For enkelte af produkterne er foretaget opringning til fabrikant eller leverandør for at få bekræftet oplysninger eller med forespørgsel om supplerende ditto. Produktoplysninger for de fleste af produkterne er taget fra hjemmesider og/eller valide rapporter. Hvor der foreligger 3-parts-afprøvning mht. virkningsgrad og emission, er denne således anvendt.

Potentialeopgørelse

I potentialeopgørelsen er alene set på ejendomsopvarmning i bygninger, der ligger uden for de kollektivt fjernvarmeforsynede områder. Der er taget udgangspunkt i disse ejendommers årlige energiforbrug til opvarmning. Der er herefter foretaget omregning af denne til varighedskurve for det aktuelle bygningssegment. Med hensyn til effektstørrelse af kraftvarmeanhederne er antaget, at disse i pågældende ejendomstype skal kunne opnå mere end 4500 fuldlast ækvivalenstimer årligt, og dette er da indplaceret i varighedskurven. Der er indregnet et el/varme produktionsforhold på ca. 1:2. For erhvervsbygninger er tillagt et varmtvandsforbrug på ca. 5 %, for øvrige bygningstyper ca. 15 %. Der er generelt tillagt et varmedistributionstab på 15 %, idet Energistyrelsens database angiver nettovarmeforbrug.

Ud fra det herved fundne potentiale er foretaget vurdering af den forventede teknisk realisable andel heraf samt økonomisk attraktive ditto. Dette redegøres der nærmere for i resultatkapitlet.

Der foretages en vurdering af CO₂-besparelsen baseret på det fundne potentiale. Det er her vanskeligt at afgøre præcis, hvilken elproduktion der fortrænges. Der er anvendt den CO₂-emission pr. kWh el, der oplyst med de senest offentliggjorte el-deklarationer for øst- og vest Danmark.

Den CO₂-emissionen, der er knyttet til det ekstra brændselsforbrug for elproduktionen på mini/mikrokraftvarmeenhederne, er tillagt som et miks af olie/naturgas CO₂-emission.

Barrierer

Afdækning af barrierer er indledningsvist foretaget ved udarbejdelse af et spørgeskema. Dette er sendt til en række forskellige aktører, som fx:

- Energiselskaber
- Producenter
- Anlægsejere
- Installatører
- Interesseorganisationer
- Energirådgivere

Spørgeskemaet kan ses i Bilag 3.1.

Der er udsendt i alt 26 spørgeskemaer og modtaget respons fra 17 af adressaterne. I alt er 11 fuldt udfyldte skemaer modtaget. Der har været kontakt til en række af de adspurgte i forbindelse med besvarelse/udsendelse af spørgeskemaet.

6 Resultater

I Afsnit 6.1, 6.2 og 6.3 præsenteres de fundne resultater inden for projektets tre aktivitetsområder. For en række af resultaterne findes uddybende materiale i rapportens bilag og appendikser.

6.1 Teknologi

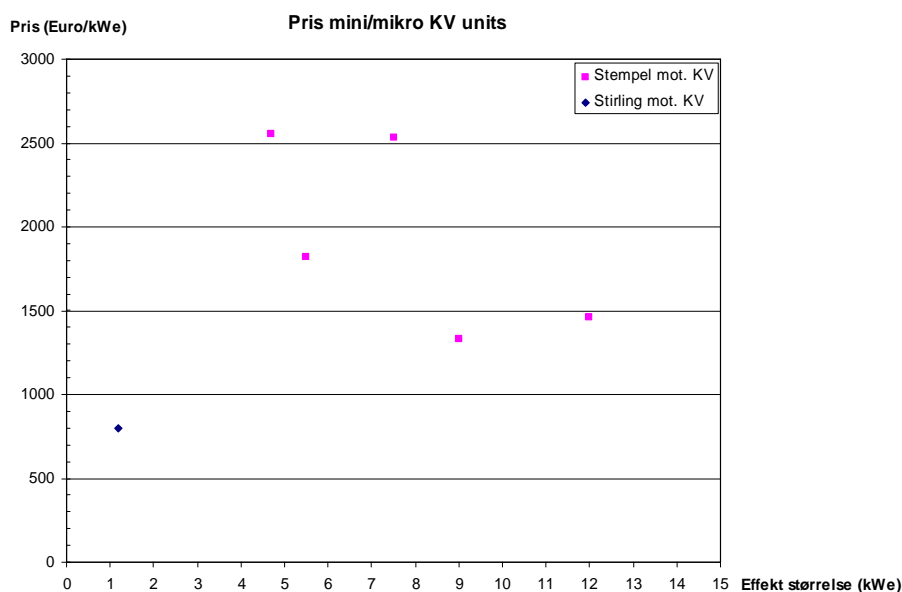
Der er foretaget en omfattende søgning efter ”commercial” eller ”near-commercial” mini- og mikrokraftvarmeprodukter i det aktuelle effektområde op til 15 kW_e.

De fundne produkter falder inden for følgende teknologier:

- Stempelmotorbaserede units
- Stirling-motorbaserede units
- Brændselscellebaserede units
- Rankine cycle units

Der er fundet i alt ca. 30 forskellige ”commercial” eller ”near-commercial” kraftvarmeenheder i det aktuelle effektinterval. Visse af disse fås i flere effektudgaver. Alle er oplistet på systematisk vis i rapportens Appendiks 1.1-1.4.

De fleste ”commercial” units er motorbaserede (8 forskellige stk.). Elvirkningsgraden for disse er mellem 20 og 30 % (i forhold til nedre brændværdi) i det aktuelle effektområde. Enhedspriserne ligger mellem 1500 og 2500 Euro pr kW_e, se Figur 1 med præsentation af enhedspris.



Figur 1

Der er generelt ikke angivet meget mht. D/V-udgift. DGC har tidligere udført undersøgelser, der viser, at hvis der ved udviklingen af enhederne ikke er fokuseret herpå, vil D/V-udgift for motorbaserede anlæg i drift kunne ligge på 20-30 øre/kWh. Dette forventes ikke at være tilfældet for de bedste af de angivne enheder; her kan forventes D/V-udgift ned mod 15 øre/kWh, dog har ingen af leverandørerne angivet noget eksakt herom.

Der mangler ligeledes oplysning om installationsudgifter. DGC vil her anbefale, at der udføres et antal case-beregninger for de mest lovende installationssegmenter, hvor såvel afregnings- og afgiftsforhold som installationsomkostninger vurderes, se rapportens resume og konklusion samt afsnit vedr. anbefalinger til fortsatte aktiviteter. Denne anbefaling er ikke begrænset til motorbaserede enheder.

Enhederne vil oftest være i stand til at honorere de danske emissionskrav samt tyske TA-Luft. En række af enhederne angives at kunne honorere 1/2 TA-Luft, hvilket vil være skrapere end de danske krav.

For de Stirling-motorbaserede enheder ses generelt færre "commercial" enheder i den aktuelle effektklasse, faktisk er der kun fundet 2 stk. på henholdsvis 1 og 8 kW_e. Disse har en elvirkningsgrad på 12-25 % (i forhold til

nedre brændværdi), hvilket generelt er lavere end for de stempelmotorbaserede. Der er en række produkter på omkring 1 kW_e under udvikling.

For brændselscellebaserede KV-anlæg gælder, at mange er under udvikling, og at disse størrelsesmæssigt oftest er i effektområdet 1-5 kW_e. Ingen er dog at betragte som kommercielle; de test, der p.t. foregår i felten, er at betragte som præliminære field tests, og anlægspriserne, der er opgivet herfor, skal ses som ikke-kostægte referencepriser. Prisen for enhederne er reelt flere gange højere end for øvrige teknologier. Det kræver yderligere udvikling samt masseproduktion at få priserne ned på niveau med (eller under) øvrige teknologier. Her har teknologien dog forventeligt muligheder, idet de kendte teknologier i vidt omfang er moden teknologi og derfor ikke har samme potentiale for markant yderligere prisreduktion.

De fundne brændselscellebaserede kraftvarmeprodukter viser, at kraftvarmeenhederne udvikles i regi af såvel brændselscellefirmaer som kedelfabrikanter og energiselskaber.

Søgningen efter mini/mikrokraftvarmeteknologier/-produkter har afdækket, at der findes et antal produkter (0,5-10 kW_e), som helt eller delvist baseres på Rankine Cycle princippet. Rankine Cycle er den proces, der anvendes på traditionelle store centrale kraftværker. Arbejdsmediet i de små anlæg er enten vand/damp eller et organisk medie. Kun et produkt er kommercielt (1.2 kW_e); dette anvender vanddamp som arbejdsmedie. Der er ikke nogle præcise angivelser for elvirkningsgrad for enhederne, totalvirkningsgraden angives dog til op mod 93 %. Se nærmere om de enkelte produkter i Appendiks 1.4.

Tabel 1 fra tyske ASUE gengiver en tabel, der sammenstiller virkningsgrad, emission og pris for mindre kraftvarmeenheder (data er fra år 2000). Resultaterne her viser, at der skal foretages en "dobbelt op" for enhedspriser, hvis disse skal inkludere installation. Tabellen viser, at Stirling-baserede enheder ikke synes at være billigere. Dette er i modsætning til det ene prissatte Stirling-baserede produkt i indeværende undersøgelse, men lyder sandsynligt ud fra et teknisk synspunkt. De Stirling-motorbaserede kraftvarmeenheder er ikke teknisk eller produktionsmæssigt enklere end enheder baseret på traditionel stempelmotorteknologi.

Tabel 1

Reference number		Micro CHP									Larger CHP		
		Reciprocating engines					Stirling engines			Fuel cells *		Recipr. Engine	Comb. Cycle w/CHP
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1kW	3-6 kW ($\lambda=1$)	3-6 kW lean (HighNOX)	3-6 kW lean (HighNOX cond)	3-6 kW lean (LowNOX)	0,8 kW	3 kW	9,5 kW	PEMFC	SOFC	50 kW			
Capacity (Default)													
Electric	kW _{el}	1.0	4.7	5.5	5.5	5.0	0.8	3.0	9.5	4.7	1.0	50.0	
Thermal	kW	3.25	12.5	13.9	14.9	12.6	6.0	15.0	28.5	12.5	2.7	98	
Efficiency (Default)													
Electric	-	20%	25%	25%	25%	25%	10%	15%	24%	32%	32%	30%	45%
Total	-	85%	88%	88%	93%	88%	85%	90%	96%	85%	85%	85%	** 84%
Efficiency (min)*													
Electric	-		25%	25%	25%	25%	10%	15%	22%	28%	28%	28%	45%
Total	-		84%	84%	88%	84%	80%	85%	88%	80%	80%	82%	** 77%
Efficiency (max)*													
Electric	-		25%	25%	25%	25%	12%	19%	24%	32%	32%	33%	49%
Total	-		95%	95%	99%	95%	90%	94%	98%	90%	90%	87%	** 84%
NO_x emission													
Default	mg/Nm ³		125	300	300	135	70	15	15	3	3	125	95
Bandwidth	mg/Nm ³		50-400	70-400	70-400	60-200	-	15-80	15-80	-	-	50-400	n. a.
Investment costs (module + installation)	EUR/kW _{el}	5,148	3,389	2,928	3,139	3,208	3,662	4,689	3,004				
Operation and maintenance costs	Cent/kWh _{el}	3.5	3.0	2.6	2.6	2.6	2.0	1.5	1.5				
Economic Lifetime		80,000 hours or 15 years, whatever is lower											
All efficiencies are seasonal efficiencies. * plus hot stand-by loss ** includ. distribution losses													

Table : Economic and environmental parameters of micro CHP technologies. Sources: Manufacturers' information, own estimates based on operational experience with many installed systems as well as bibliographical review (ZSW, 2000; ASUE, 2003; ASUE/ Energierferat der Stadt Frankfurt/Main, 2001). Cost estimates in 2000 prices.

Små kontra større kraftvarmeanheder

De små kraftvarmeanheder har, hvad angår de p.t. kommercielle, en noget lavere elvirkningsgrad end større kraftvarmeanheder. Det kunne derfor måske umiddelbart ud fra en energibetragtning synes mere hensigtsmæssigt at koble forbrugsstederne sammen til forsyning fra en lidt større kraftvarmeanhed. Nu vil det, for de forsyningsområder, der i denne undersøgelse er i fokus (bl.a. "det åbne land"), givetvis gælde, at der oftest er "pæn" geografisk afstand mellem bebyggelserne.

Der er i Appendiks 2 vist, at "husstands" kraftvarmeanheder med lavere elvirkningsgrad godt energi- og exergimæssigt kan være ligeværdig med en mere højeffektiv kraftvarmeanhed, afhængigt af det energitab, der knytter sig til varmedistributionen i et lokalnet. Varmetab i den aktuelle størrelsesorden (25-40 %) vil forventeligt blive aktuelle for de forsyningsområder, der her er tale om.

6.2 Potentiale

Potentialeundersøgelsen har afdækket de ejendomssegmenter med størst teoretiske og praktisk (centralvarmeanlæg) realiserbare potentiale. Det opsummerede talmateriale er gengivet i rapportens Bilag 2.

Gasområde (i alt 381.000 helårsejendomme med centralvarme):

For ”gasområdet” er undersøgt kraftvarmeinstallationspotentialet for en række bygningskategorier. Den tilhørende gennemsnits kraftvarmeanlægseffekt er udregnet. For visse segmenter fremkommer undertiden kraftvarmegennemsnitsstørrelser, der overstiger denne undersøgelses effektgrænse på 15 kW_e. Hvis gennemsnitsstørrelsen falder i området 15-20 kW_e, er halvdele af potentialet hertil dog alligevel medregnet, idet en række af klassens enheder nødvendigvis må være mindre end gennemsnittet. Der vil jo endvidere på pågældende lokalitet kunne installeres en enhed på 15 kW i stedet. Denne vil da få lidt flere årlige driftstimer end de forudsatte 4500 fuldlast ækvivalenstimer.

For naturgasområdet gælder, at der er installeret et vist antal kraftvarmeanlæg. Der foreligger ikke oplysning om, hvilket årsforbrug for den enkelte bygningstype, disse eksisterende installationer knytter sig til. Det må formodes, at der oftest er tale om lidt større enheder (> 15 kW_e), se statusoplysningerne i Afsnit 4. Dette giver ikke anledning til signifikant usikkerhed omkring det samlede potentiale al den stund, at parcelhuse (hvor der p.t. ikke er installeret mikrokraftvarme) udgør markant det største potentiale.

I tabellen herunder er de 7 største potentialesegmenter for naturgasområdet oplistet.

Tabel 2

	Restpotentiale (MW _e)	Gennemsnits KV- anlægseffekt (kW _e)
Parcelhus	731	2.4
Række- og kædehuse	126	3
Erhverv/industri	109 ^{*)}	19.4
Etageejendomme	62 ^{*)}	17.1
Stuehuse	23	4.4
Hotel og service	18	12.3
Døgninstitution	11	8.5
Kulturhuse	10	8.9
<i>I alt</i>	<i>Ca. 1100</i>	

^{*)} Kun halvdelen af potentialet er medregnet, da gennemsnit er større end 15 kW_e.

Det ses, at enfamiliehuse effektmæssigt udgør et markant kraftvarmeinstallationspotentiale.

Samlet oversigt over mini/mikrokraftvarme installationspotentiale for alle bygningskategorierne:

Tabel 3

Kraftvarmeanlægsstørrelse, gennemsnit (kW _e)	Rest kraftvarmepotentiale (MW _e)	Antal anlæg
0.8	2	2500
1.8	365	203.000
3.1	466	150.000
20	254 ^{*)}	12.700 ^{*)}
<i>I alt</i>	<i>Ca. 1100</i>	<i>368.000</i>

^{*)} Kun halvdelen af potentialet er medregnet, da gennemsnits kraftvarmeanlægsstørrelse er større end 15 kW_e.

Det ses af foregående tabel, at der ligger et betragteligt anlægs/installationspotentiale (MW_e) i effektområdet 2-3 kW_e i "naturgasområdet".

Det åbne land (i alt 281.000 helårsejendomme med centralvarme):

I tabellen herunder er oplyst de fundne mini/mikrokraftvarme installationspotentialer for ejendomme i det åbne land. Der er fratrukket ejendomme, hvor der ikke er centralvarmeanlæg samt fritidshuse.

Tabel 4

	Restpotentiale (MW _e)	Gennemsnits kraftvar- meanlægseffekt (kW _e)
Parcelhus	405	2.4
Stuehus	366	3.9
Erhverv/landbrug	167	14.8
Erhverv/industri	69	13.4
Kontor/handel	43	12.9
Hotel og service	17	11.9
Andet	43	
<i>I alt</i>	<i>Ca. 1100</i>	

Der er alene medtaget de varmebehov, der medgår til rumopvarmning. For de erhvervsrelaterede ejendomsstyper vil således kunne være et yderligere varmepotentiale knyttet til evt. procesformål.

Det ses, at parcel- og stuehuse udgør et markant installationspotentiale.

Effektstørrelsesmæssigt er den samlede fordeling for bygninger med centralvarmeanlæg i det ”åbne land” følgende:

Tabel 5

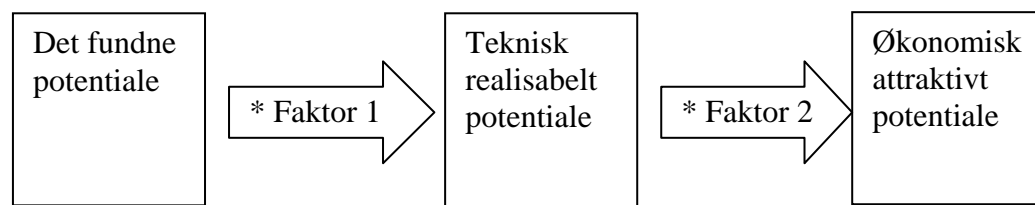
Kraftvarmeanlægsstørrelse, gennemsnit (kW _e)	Rest kraftvarmepotentiale (MW _e)	Antal anlæg
0.7	1	1400
1.8	182	101.000
3.5	542	155.000
15.5	385	25.000
<i>I alt</i>	<i>Ca. 1100</i>	<i>282.000</i>

Det ses, at der for helårsejendommene i det ”åbne land” ligger MW_e-tyngdepunktet for passende mini/mikroenhedsstørrelse på ca. 3½⁺ kW_e.

Realiserbart potentiale

De ovenstående analyser har afdækket, hvor stort et teoretisk og i vist omfang teknisk realiserbart mini/mikrokraftvarme installationspotentiale, der foreligger, baseret på energiforbrug, forsyningsformer/-planer samt tilgæn-

gelighed af centralvarmeanlæg. For at nå frem til det realiserbare potentiale skal der da tages hensyn til yderligere teknisk mulighed for tilslutning samt sluttelig, hvorvidt det er økonomisk attraktivt at installere sådant. Dette er illustreret grafisk herunder.



De udførte analyser mht. installationspotentiale dækker i et vist omfang det teknisk realiserbare, idet tilgængelighed af et centralvarmeanlæg samt helårsanvendelse er indregnet. Af yderligere forhold vil være brændselstilgængelighed, varmeakkumulering og øvrige pladsmuligheder samt el-nettets egnethed. Så faktor 1 i ovenstående grafiske fremstilling anslås her til ca. 0,70.

Dette betyder et teknisk realiserbart mini/mikrovarmepotentiale i forbindelse med rumopvarmning på

$$0,70 * (1100 + 1100) MW_e = 1550 MW_e$$

Dette forudsætter naturligvis, at der er teknisk egnede produkter tilgængelige. Situationen er den, at der i et antal år har været udmærkede kraftvarmeheder (til flere brændsler) på markedet med en effekt ned til ca. 5 kW_e. Disse vil teknisk kunne dække en del af det fundne installationspotentiale. Først nu er der kommet enheder på omkring 1 kW_e med passende el-ydelse. Så her i 2005 må et begrænset antal anlæg i den aktuelle effektklasse kunne siges at være tilgængelige.

Det er meget vanskeligt at talsætte faktor 2. Anvender man den faktiske mini/mikroinstallation som udgangspunkt, fås en meget lav værdi. Dette skyldes givetvis at:

- Der ikke har været anlæg tilgængelige.
- Der ikke har været ført målrettet oplysningskampagner herom over for potentielle brugere.
- ”Udbytte/risiko”-forhold for lille.

For visse af segmenterne i omstående analyse er foretaget en vis installation af kraftvarmeenheder (hotel, institutioner mv.). Dette viser, at økonomien her kan være acceptabel.

Et gæt på faktor 2, hvor der ikke på nogen vis føres yderligere information eller andre tiltag, kan da være 0,1.

Målrettet oplysning/markedsføring mv. over for udvalgte segmenter vil måske kunne hæve denne til 0,2, i hvert fald for en række af ejendomssegmenterne.

Hvis der lægges en aktiv støtteindsats over for en række installationssegmenter, vil der måske kunne opnås 0,3 på kort sigt og op mod 0,5 på længere sigt.

Potentialet synes med ovenstående at være fra ca. 150 MW_e til ca. 800 MW_e.

Generelt vil det være således, såfremt der installeres og sælges flere anlæg, kommer prisen herpå forventeligt ned, ditto vil gælde service/vedligehold. I UK har Powergen lavet købsordre på 80.000 stk. 1.2 kW_e Whisper Tech Stirling-motorbaserede kraftvarmeenheder til installation over 5 år. Prisen for disse enheder synes hermed at være kommet ned på under ca. 15.000 DKK. For 5-6 år siden kostede indkøb af en enkelt enhed ca. 10 gange så meget.

DGC anbefaler, at der med nuværende regler for tilslutning og afregning foretages en række case-beregninger for et antal udvalgte installationssegmenter for at fastlægge aktuelle forhold omkring økonomi for forskellige anlægssegmenter.

CO₂-besparelse

Installation af mini/mikrokraftvarme i de segmenter og forsyningsområder, der er undersøgt, vil opstillingsmæssigt ikke gå ind og fortrænge andre kollektive varmforsyningsformer i de aktuelle undersøgte områder.

El-produktionen fra disse enheder vil kunne fortrænge såvel central, decentral som VE-baseret elproduktion. For at kvantificere CO₂-gevinsten ved elproduktion anvendes en CO₂-emissionsfaktor (ca. 500 g CO₂/kWh), der er

i overensstemmelse med seneste offentliggjorte el-deklarationer for den nuværende elproduktion i henholdsvis Øst- og Vestdanmark.

El-produktionen fra nye enheder vil nok i højere grad fortrænge fossilt baseret produktion, og hermed vil tallet for CO₂-besparelse da skulle være højere.

Der medgår dog nu ekstra (fossilt) brændsel til (el-)produktionen på de (nye) små kraftvarmeenheder. Antages det, at der anvendes såvel olie som naturgas hertil, vil dette betyde en øget CO₂-emission på ca. 280 g/kWh_e.

Med ovennævnte værdier/antagelser og de anvendte teknisk baserede antagelser

Tablet 6

Årligt driftstimer ^{*)}	4500	Timer/år
Gennemsnitlig elvirkningsgrad	27	% ^{*)}
Gennemsnitlig varmevirkningsgrad	55	% ^{*)}

^{*)} fuldlast ækvivalenstimer

^{**)} i forhold til nedre brændværdi

fås en netto CO₂-gevinst på i alt ca.:

- *1 mio. ton pr. år for installation af 1000 MW_e mini/mikro KV-enheder.*

Implementering af mini/mikrokraftvarmeenheder vil, hvor de fortrænger rent kedelbaseret varmeproduktion, kunne forøge emissionen af en række andre komponenter såsom NO_x, CO samt uforbrændte kulbrinter. Dette er givetvis situationen, hvor naturgasbaseret kedelproduktion fortrænges, men ikke nødvendigvis er gældende, hvor der fortrænges produktion fra ældre oliefyringsanlæg og/eller fastbrændselsfyring. Dette er p.t. ikke talsat, idet det må nærmere fastslås, hvilken produktion der fortrænges.

6.3 Barrierer

I det følgende er grafisk vist resultaterne fra de modtagne spørgeskemaer. Spørgeskemaets udformning samt mailingliste kan ses i Bilag 2.1.

I diagrammerne herunder er alle modtagne besvarelser sammenstillet. I rapportens Bilag 3.2-3.6 er foretaget samme grafiske præsentation, dog underopdelt på henholdsvis energiselskaber, anlægsejere osv.

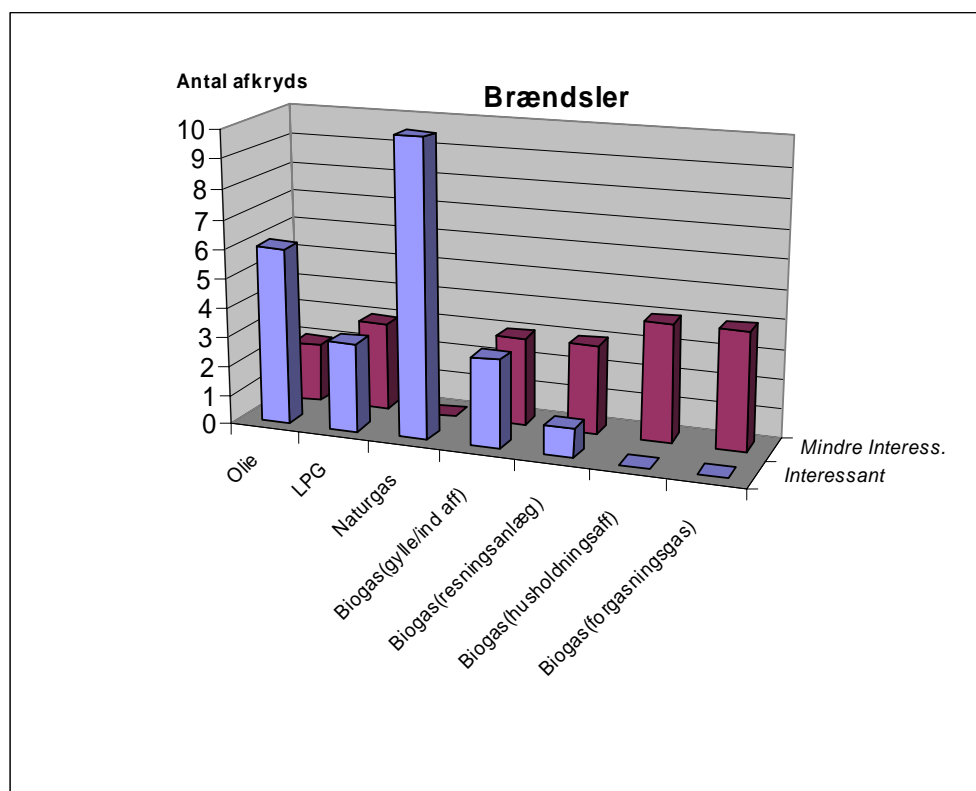
Der er udsendt i alt 26 spørgeskemaer til relevante parter inden for følgende segmenter:

- Energiselskaber
- Leverandører
- Brancheforeninger
- Anlægsejere
- Energirådgivere

Det udsendte spørgeskema er gengivet i Bilag 3.1, heraf fremgår også udsendelseslisten.

Der er i alt modtaget respons fra 17 af disse (ca. 65 %), heraf 11 udfyldte skemaer. Alle ovenstående grupper er repræsenteret blandt besvarelserne.

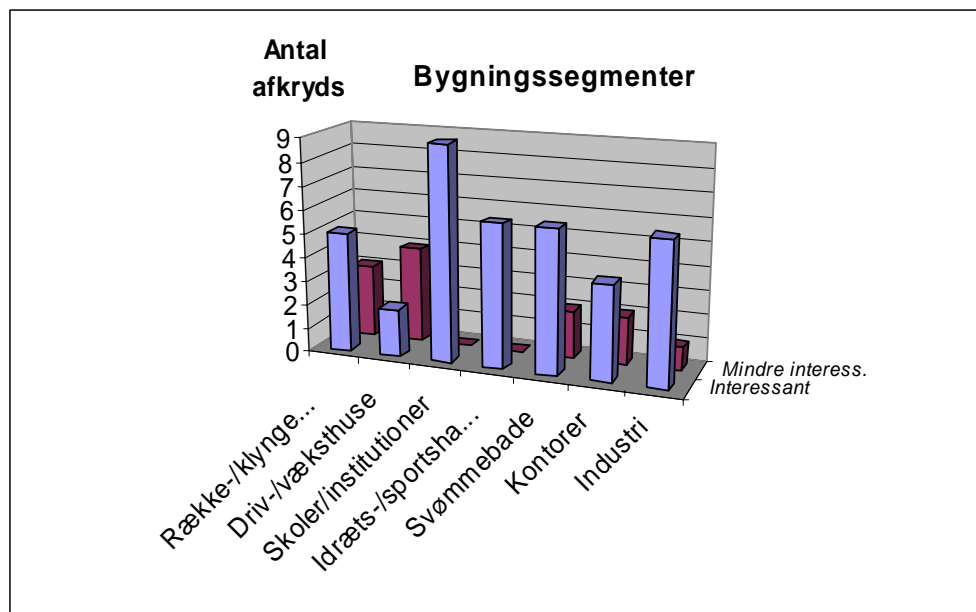
Besvarelserne på disse skemaer er indtastet i et regneark, og på baggrund heraf er udført grafisk præsentation af besvarelserne. Præsentationen omfatter de samlede besvarelser, som det vil fremgå i indeværende afsnit. Der er også foretaget opdeling af besvarelserne fra de ovennævnte segmenter, disse er gengivet i rapportens Bilag 3.2-3.6.



Figur 2

Der er blandt besvarelserne enighed om, at naturgas er det mest interessante brændsel i det aktuelle effektinterval for mini/mikrokraftvarme op til 15 kW_e. Dog indikerer besvarelserne også tydelig interesse for oliebaseret mini/mikrokraftvarme.

Der ses en vis interesse for LPG som brændsel og for evt. biogas i form af gylle-/industriaffaldsgas.



Figur 3

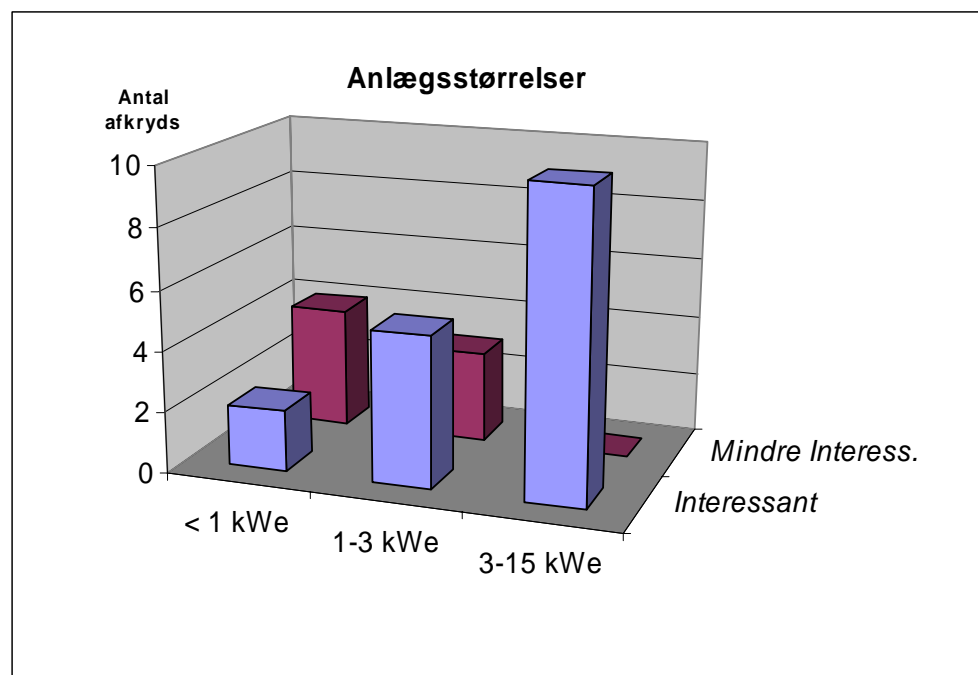
De mest interessante bygningssegmenter i forbindelse med installation af mini/mikrokraftvarme er iht. besvarelserne:

- Skoler/institutioner
- Idrætscentre/svømmebade
- Industri

En mere begrænset interesse ses for:

- Kontorbyggeri
- Række-/klyngehuse

Væksthuse nyder ikke speciel bevågenhed for anlæg i den aktuelle effektstørrelse.



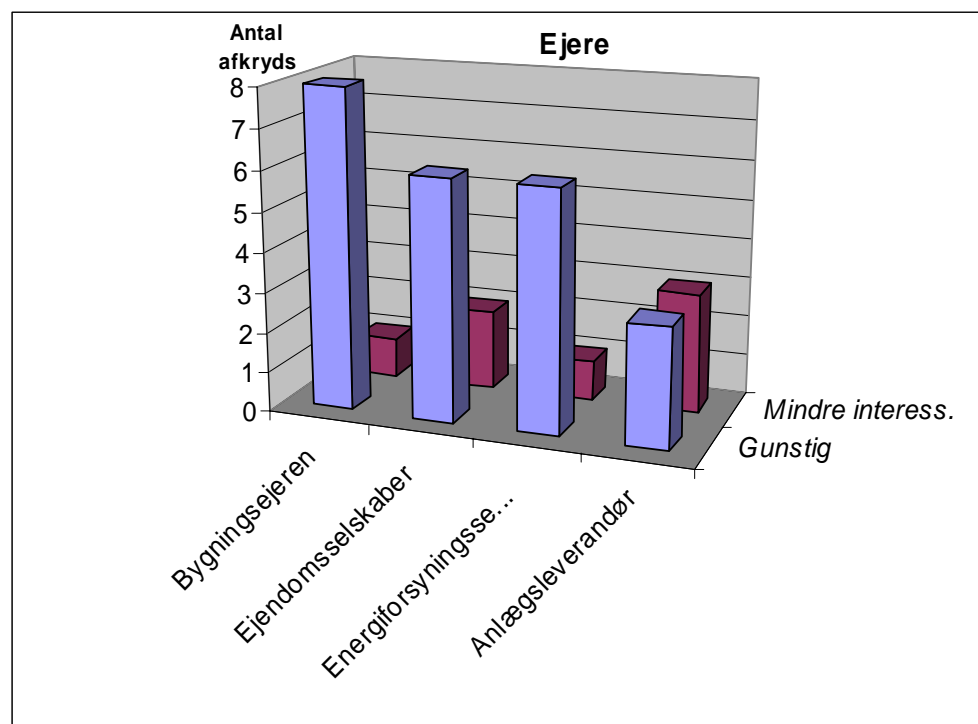
Figur 4

Besvarelserne viser følgende prioriterede interesse vedr. anlægsstørrelser:

- 3-15 kW_e
- 1-3 kW_e
- < 1 kW_e

De to første effektklasser matcher ganske godt det anlægseffektområde, hvor potentialeundersøgelsen har vist, at der antalsmæssigt er et betragteligt uudnyttet restkraftvarmepotentiale.

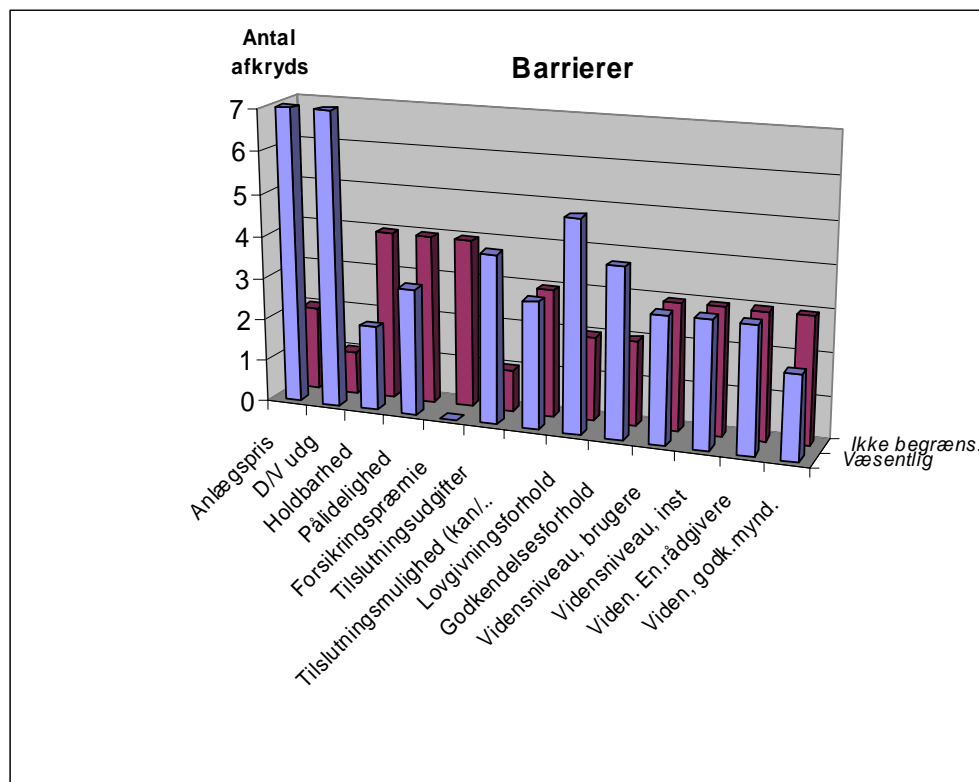
De foretrukne effektområder matcher også udmærket, hvor der begynder at komme produkter på markedet, som fx det japanske Honda motorbaserede ECOWILL 1 kW_e produkt eller Whisper Tech 1 kW_e Stirling-motorbaserede produkt. Se produktmuligheder i rapportens Appendiks 1.1-1.4.



Figur 5

Besvarelsen af spørgeskemaerne angiver, at bygningsejeren foretrækkes som ejer af kraftvarmeanlægget. Herefter følger energiforsyning eller ejendomsselskab som foretrukken ejer. Der er begrænset interesse for anlægsleverandør som ejer.

Dette er i vidt omfang i overensstemmelse med hidtidig praksis i Danmark. Der ses således ikke blandt indsenderne af besvarelserne interesse for stor-driftsmuligheder og produktionskontrol, fx i forbindelse med ejerskab fra energiselskaber.

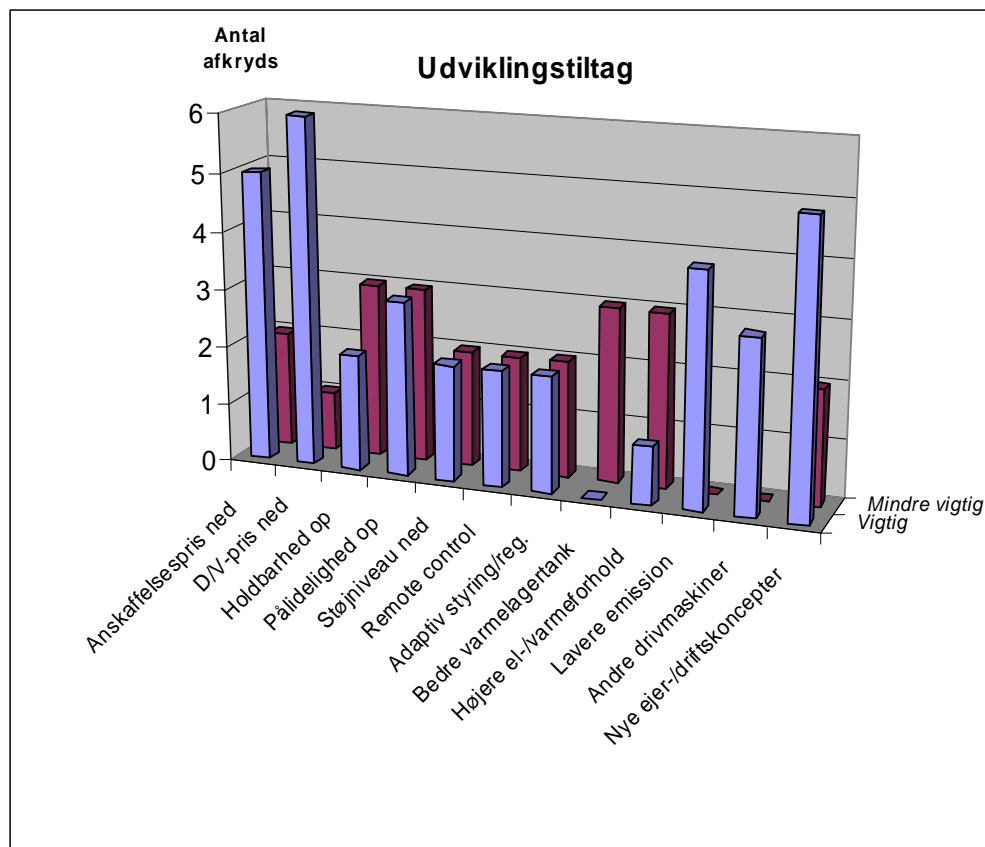


Figur 6

Det, der blandt besvarelsene klart ses som største barrierer for udbredelse af mini/mikrokraftvarme, er anlæggenes relativt høje anskaffelsespris og driftsomkostninger. Herefter angives lovgivnings-/godkendelsesforhold og tilslutningsafgifter også at være en væsentlig hurdle.

Forsikringsbetaling, holdbarhed er forhold, der ikke anses for problematiske.

Vidensniveauet hos brugere, installatører samt energirådgivere angives i en række af besvarelsene at være en hurdle; et tilsvarende antal har dog typisk angivet, at det ikke anses som en væsentlig hurdle.



Figur 7

Det angives meget tydeligt i besvarelserne, at drifts- og vedligeholdsprisen ønskes ned. Denne pris har naturligvis direkte betydning for produktionsprisen for el (og varme) fra enheden. Der er endvidere angivet, at det også anses for væsentligt, at anskaffelsespris for enhederne nedbringes.

Nye ejer-/driftskoncepter gives som udviklingsaktivitet også høj prioritet. Den besvarelse står delvis lidt i modsætning til besvarelser tidligere vedr. ejerskab, hvor nye ejerkoncepter ikke syntes at mønstre overordentlig tilslutning. Den øgede interesse her under punktet udviklingstiltag kan da i højere grad gå på ønsket om nye driftskoncepter.

Der ses interesse for lavere emission og udvikling eller promovering af andre drivmaskiner end de p.t. anvendte.

Kommentarer fra besvarelserne af spørgeskemaet

Herunder er oplyst de kommentarer, der supplerende er anført i tilknytning til det udsendte spørgeskema.

Brændsler

- VEnzin eller andet flydende VE-brændsel bør ind.

Bygningssegmenter

- Døgninstitutioner.
- Gårde i område 4.
- Offentlige institutioner.
- Industrien, og sikkert større anlæg, er det interessante restpotentiale.

Anlægsstørrelser

- Kraftvarme skal være ”makrokraftvarme”.

Ejere

- Leasingmodel bør tilbydes.

Barrierer

- Mangel på klare rammer samt entydig og lovmæssig udmøntning af disse.
- El-tilslutningen er problemet (pris, krav, modvilje mv.).
- Flere mener, at det er u hensigtsmæssigt, at udmøntning af politiske bestemmelser vedr. netadgang lægges i hænderne på elselskaberne.
- Tyskland har taget godt fat på området, der er klare regler, positiv stemning og rimelig afregning.
- Bygherrer kan være barriere.

Udviklingstiltag

- VE-brændsel samt evt. kombination med varmepumper.
- Særligt for anlæg under 10 kW_e skal der være tale om ekstrem moden teknologi, for at denne ikke skal ”dø” i serviceomkostninger.

Andet

- Varmeplan lægger forventeligt begrænsninger.
- En række aktører mener, i lyset af ovenstående, ikke, at der er plads og eller at implementering vil kolliderer med varmeplan og nuværende forsyningsformer.
- Biogasdrevne anlæg bør være større (> 100 kW_e).

DGC-kommentar til visse af ovenstående betragtninger

Potentialeafdækningen i nærværende rapport gør rede for evt. potentiale i segmentet ”gårde i det åbne land” samt har inddraget ”offentlige-/døgninstitutioner”.

Den bekymring/komplikation, der af nogle ses i relation til varmforsyningsplaner/evt. fortrængning af fjernvarme, er der taget højde for i potentialeafdækningen. Denne går netop udenom kollektivt varmforsynede områder.

Potentialeundersøgelsen har ikke, på besvarestidspunktet, været svarerne bekendt.

Kommentaren vedr. industrien som et interessant rest kraftvarmepotentialeområde er korrekt, størrelsesmæssigt (for KV-enhederne) falder dette udenfor indeværende undersøgelse, men er eksempelvis afdækket i /1/.

7 Afregningsforhold for kraftvarme

7.1 Generelt

Der er i Danmark skabt mulighed for at være egen el-producent. Man kan tilslutte sit el-produktionsanlæg til el-distributionsnettet og udveksle (dvs. købe og sælge) el via det lokale el-distributionsselskab. Den producerede el kan evt. udelukkende bruges i eget system.

De fleste af de større igangværende kraftvarmeanlæg er baseret på i væsentligt omfang at skulle dække et lokalt varmebehov; hele den heraf afledte el-produktion sælges via el-distributionsnet. Denne driftsform har været en forudsætning for opnåelse af de tidligere produktionsafhængige el-produktionstilskud på 2/7/8/10 øre/kWh_e. De decentrale kraftvarmeanlæg har oftest været dimensioneret til at kunne levere ca. 90 % af det årlige varmebehov i det tilsluttede fjernvarmenet. Dette har kunnet gøres med ca. 4000-5000 årlige fuldlast driftstimer for KV anlægget.

Mindre KV-anlæg anvender ofte det såkaldte nettoafregningsprincip. Dette kræver, at man anmelder sit kraftvarmeanlæg til nettoafregning. Man vil da alene skulle betale pristillæg (elafgift mv.) for den andel el, der indkøbes via forsyningsnettet. Anlægget skal være ejet 100 % af forbrugeren og være beliggende på forbrugsstedet /11/.

Mange KV-anlæg på skoler/institutioner mv. er installeret, så (el-) produktionen anvendes til at fortrænge indkøbt (afgiftsbelagt). Hvis dette princip anvendes, skal den andel af gassen, der går til el-produktionen, afgiftsbelægges, se opsummering senere i dette afsnit. Anlæggets dimensioneres og drives ofte, så der ikke sker salg til elnet. Denne dimensioneringsform giver, set ud fra et kraftvarmeplanlægnings synspunkt, mindre anlæg, end man ved vanlig dimensionering kunne have installeret.

I 2004 og 2005 er sket en række ændringer for salg til net fra de decentrale el-producenter. El skal som udgangspunkt sælges baseret på gældende aktuel markedspris. Dette gælder for alle *nye* anlæg. Nye anlæg får ikke pristillæg eller elproduktionstilskud.

Man kan herudover få betaling fra (el-) systemoperatørerne for at yde en række andre services fra sit kraftvarmeanlæg, såsom reservekapacitet, regulerings effekt mv. Også disse services afregnes baseret på indkomne tilbud

og kræver indtil videre, at man tilbyder en effekt, der er væsentlig større end mini/mikrokraftvarmeanlæg.

Det vil næppe være realistisk dagligt at skulle indmelde produktionsmuligheder og tilbudspriser for mini/mikrokraftvarmeanlæg. En række energiselskaber tilbyder faste afregningspriser og/eller at gå ind og pulje sådanne anlæg og samlet byde leverancer fra disse.

Pris og (administrative) afgiftsforhold for nye mini/mikrokraftvarmeanlæg (< 150 kWe) kan iht. /12/ opsummeres som følger:

1. Hvis el forbruges internt, og el-produktionen dermed principielt ikke afgiftsbelægges, skal der betales fuld afgift (fyringsafgift) på den indkøbte gas til såvel el- som varmeproduktionsdelen. Gasforbruget behøves således ikke opdeles mellem el- og varmeproduktion. Der betales fuld CO₂-afgift for den indkøbte gas.
2. Hvis el sælges til det offentlige net, skal der for den del af gassen, der er medgået til elproduktion, ikke betales normal afgift. For den del af gassen, der er anvendt til varmeproduktion, betales normal fyrings- og CO₂-afgift.

Ovenstående er trådt i kraft 1. januar 2006.

Hvis man sælger ”overskudsel” ud via elnettet, skal man for naturgasfyrede nye kraftvarmeanlæg selv sørge for og bekoste denne afsætning via en produktionsbalanceansvarlig (PBA) /11/.

7.2 Økonomiberegninger

Projektet har indsamlet en række aktuelle afregningspriser for el og gas. Indsamling af gaspriser har været enkel; typisk har disse kunnet fås på gasselskabernes hjemmesider. Det samme gælder priser for leveret el fra net, også disse er typisk veludspecificerede på elselskabernes hjemmesider og/eller prisblade.

Det har været noget vanskeligere at få oplyst afregningspriser for el-salg til net fra mindre egenproducenter generelt. En række elselskaber har efterfølgende tilbudt at ville oplyse disse for helt konkrete anlæg, men ikke til forskellige markedssegmenter/kundekategorier (fx identisk med tidligere

nævnte takstblade) generelt. Et enkelt selskab /13/ har et eksempel på hjemmesiden med afregningsforhold for et mindre kraftvarmeanlæg.

Ved læsning af vejledninger fra Energistyrelsen, ELTRA/ELKRAFT System (nu Energinet.dk) og "SKAT" /10/, /11/ & /12/, ses det imidlertid, at der for nye anlæg ikke kan påregnes særligt gunstige el-afregningspriser ved salg til net; tværtimod ses udgifter i forbindelse med afsætning via produktionsbalanceansvarlig (PBA).

For nye anlæg vil netto afregningsprincippet givetvis være det mest fordelagtige.. Her anvendes den producerede el internt, og fortrænger således indkøbt afgiftsbelagt el. Brugere, der betaler fuld energiafgift, vil opnå bedst driftsøkonomi. Det anvendte brændsel til produktionen vil da, som vanligt, være fuldt afgiftsbelagt.

Det står klart, at det er produktionen/fortrængningen af el, der skal give en indtægt, som kan forrente den ekstra anlægsinvestering i kraftvarmeanlægget. Dette betyder, at der gerne skal opnås et højt årligt driftstimental, gerne fx 8000 timer/år. Kraftvarmeanlægget skal således dimensioneres til en art base-load (el-baseret) på den aktuelle installation for at opnå bedst mulig driftsøkonomi ved sin primærdrift. Anlægget vil da i mange tilfælde formentlig blive mindre, end hvis man havde taget varmegrundlaget som basis for kraftvarmeproduktionen.

På de følgende sider er for et 1 kW_e kraftvarmeanlæg vist resultatet af økonomiberegninger med tilhørende følsomhedsanalyse. Beregningerne er gennemført for en bruger, der er fuldt afgiftsbelagt.

I Bilag 4 er gengivet et enkelt eksempel (heraf inddata ark) på de udførte beregninger.

Økonomiberegning, private

Tabel 6 Forudsætninger

Inddata	Værdi	Enhed	Bemærkninger
El-ydelse, KV	1	kW _e	
Varmeydelse, KV	2	kW	
Totalvirkningsgrad, KV	90	% (nedre brændværdi)	
Årligt driftstimental, KV	8000	Timer	Fuldlast
Andel el-salg til net	0	%	
Vedligeholdelsesudgift, KV	0,2	Kr./kWh _e	
Gaspris	8,5	Kr./m ³ n	
Elpris (fortrængt el)	2	Kr./kWh	
Årlig fast meromkostning, gas?	600	Kr./år	
Årlig fast meromkostning, el?	500	Kr./år	
Virkningsgrad, kedelanlæg	105	% (nedre brændværdi)	
Gaspris for kedel	8,5	Kr./m ³ n	Samme som for KV

Ovenstående vil give et driftsoverskud på **ca. 4500 kr./år.**

I Tabel 7 er vist, hvorledes ændringer i en række enkeltparametre i ovenstående påvirker det årlige driftsresultat:

Tabel 7 Følsomhedsberegning, basisberegning som anført i Tabel 6

Komponent	Ændring	Ændring i årligt driftsoverskud	Bemærkninger
Årligt driftstimental	-2000 h	-1392 kr.	
D/V-udgift, KV	-0,1 kr./kWh _e	+800 kr.	
Årlig fast meromkostning, målere, abonnement mv.	-1100 kr./år	+1100 kr.	
Øget elvirkningsgrad, KV	+16 %	+422 kr.	Dvs. fra 30 % til 35 %
Virkningsgrad, kedel	-20 %	+2770 kr.	Til virkningsgrad 85 %
Virkningsgrad, (tot) KV	-11 %	-2576 kr.	Til virkningsgrad 80 %
Elpris	-25 %	-1200 kr.	Elpris ekskl. afgifter (= -15 øre/kWh)

Konklusion:

Generelt ses, at der med de anvendte afregningspriser og afgiftsforhold (maj 2006) under gunstigste forhold og med en årlig driftstid på 8000 timer kan opnås en årlig driftsindtægt på mellem 5000-8000 kr pr kW_e. Med et sådant driftsoverskud skal merinvesteringen i kraftvarmeanlægget gerne være under 25.000-40.000 kr. pr. kW_e for at give en rimelig tilbagebetalingstid for investeringen.

Hidtidige erfaringer med mindre kraftvarmeanlæg har vist, at det kan være vanskeligt at holde den nævnte årlige driftstid, når planlagt og uplanlagt service (og deraf afledt ventetid) skal udføres

Følsomhedsanalysen (Tabel 7) viser, at det er væsentligt at holde et højt årligt driftstimetalt samt at såvel kedlens som kraftvarmeanlæggets totalvirkningsgrad ved produktion er væsentlig for det årlige driftsresultat. En høj totalvirkningsgrad for kraftvarmeanlægget og/eller en ringere totalvirkningsgrad for kedelanlægget vil give kraftvarmeenheden et signifikant forbedret driftsresultat.

Reduktion af kraftvarmeanlæggets drifts- og vedligeholdelsesudgift (D/V) til 0,1 kr./kWh_e vil kunne forbedre det årlige driftsresultat med små 1000 kr. En lidt større årlig gevinst kan opnås, hvis der ikke er ekstra årlige faste meromkostninger forbundet med afregning af kraftvarmeinstallationen.

Det kan måske umiddelbart undre, at en væsentlig forbedring af anlæggets elvirkningsgrad ikke giver en større gevinst end de anførte 422 kr./år. Dette skyldes, at anlægget arbejder el-styret og jo forsat er på 1 kW_e, el-produktionen er dermed den samme, og gevinsten kommer da ved, at det højeffektive kedelanlæg nu tager en større del af varmeproduktion. Havde anlægget været udlagt varmestyret, ville det nu el-effektmæssigt have kunnet være større, og den årlige el-produktion været større (på samme varmegrundlag).

Økonomiberegning, erhverv

Foretages en økonomiberegning som ovenstående for erhvervsvirksomheder, hvor der vil være delvis afgiftsfritagelse for el og gas, fås et væsentligt ringere årligt driftsresultat. Det vurderes på denne baggrund, at markedsegmentet for mini/mikrokraftvarme med nugældende afgifts- og afreg-

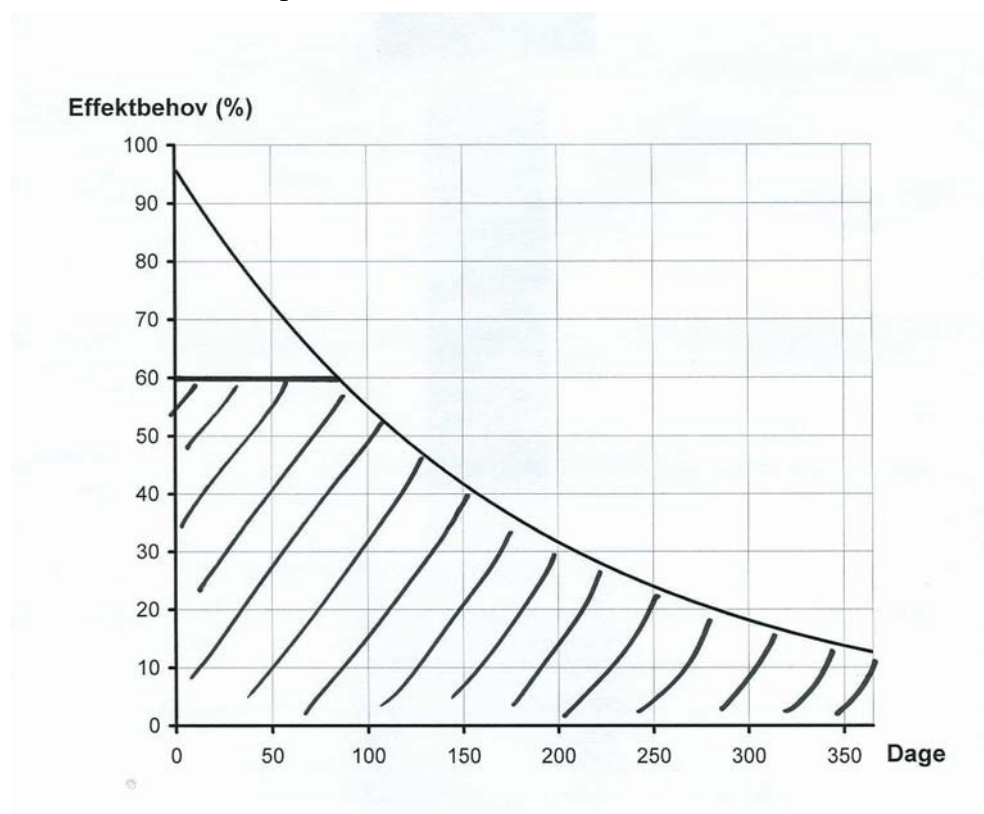
ningsregler skal være fuldt afgiftsbelagte kunder dvs. private og/eller institutioner med lignende afgiftsforhold.

7.3 Udnyttelse af varmegrundlag

Herunder gives eksempler på, hvad forskellig dimensionerings- og driftsstrategi betyder for anvendelse af et givent varmegrundlag.

7.3.1 Traditionel kraftvarmedimensionering

Her dimensioneres anlægget, så det varmeeffektmæssigt kan dække ca. 60 % af effektbehovet for et givent forbrugsted. Dette vil betyde, at ca. 90 % af det årlige varmeforbrug da kan dækkes af kraftvarmeenheden, at der givetvis vil skulle sælges el til offentligt net og at driften opnås med et årligt fuldlast driftstimetotal på ca. 4500.

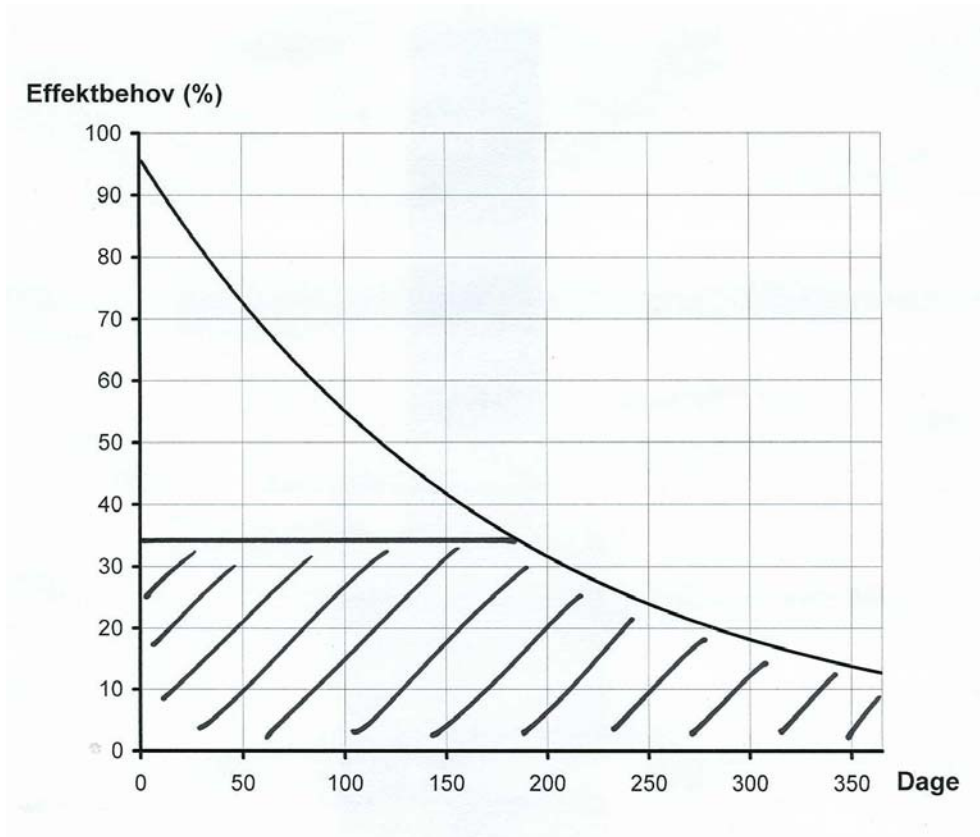


Figur 8 Traditionel kraftvarmedimensionering/drift. Det skraverede areal udgør KV-varmegrundlagsudnyttelsen.

7.3.2 Varmebaseret minikraftvarmedimensionering

Baseret på modelberegninger i /5/ er på Figur 9 vist, hvilken udnyttelse af varmegrundlaget man vil kunne få med en base-load varmebaseret driftsstrategi for et kraftvarmeanlæg i et enfamiliehus. Man vil forventeligt kunne

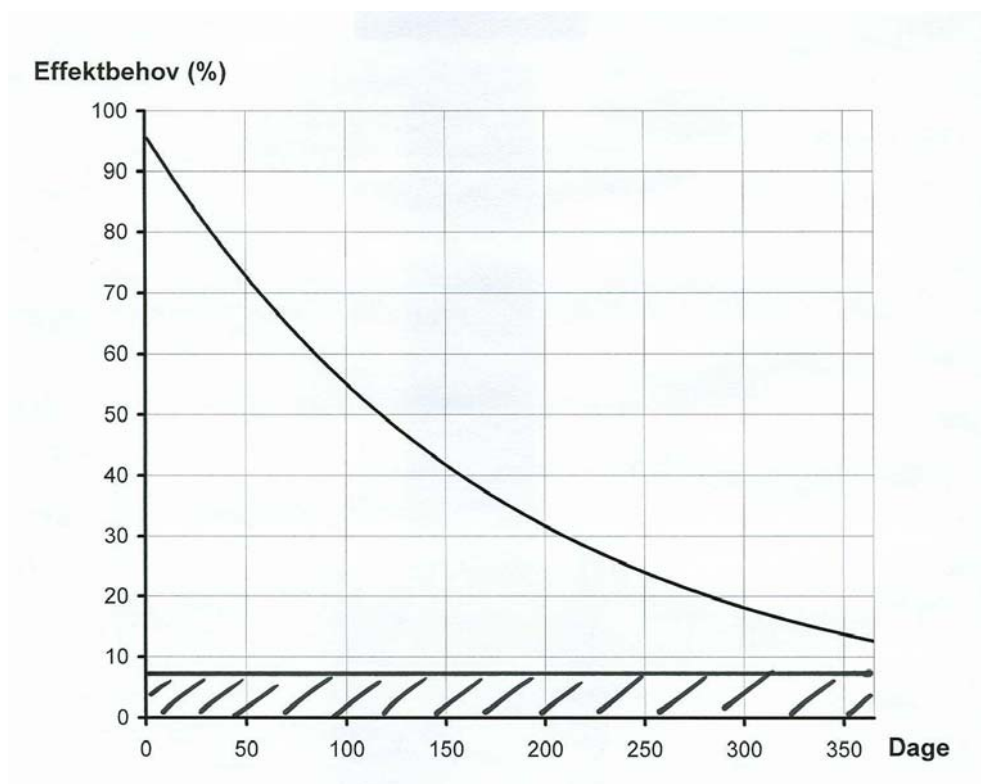
køre lidt varme load following (dvs. ikke udelukkende base-load) og vil da opnå en højere dækning end vist.



Figur 9 Base-load varmebaseret dimensionering/drift. Det skraverede areal udgør varmegrundlagsudnyttelsen. Ifald en vis varme load following realiseres opnås forøget dækning.

7.3.3 El-baseret minikraftvarmedimensionering

I Figur 10 er vist, hvilken varmedækning man vil få for en el-baseret base-load dimensionerings- og styringsstrategi for et minikraftvarmeanlæg (modelberegning i /5/). Minikraftvarmeanlægget vil da skulle være meget lille og udnytter varmegrundlaget dårligt som kraftvarmepotentiale.



Figur 10 El-baseret minikraftvarmedimensionering. Det skraverede areal angiver varmegrundlagsdækningen.

8 anbefaling til videre arbejde

Kommercielle eller ”near-commercial” mini- og mikrokræftvarmeteknologier er afsøgt ved hjælp af søgning på Internettet; de fundne teknologidata anses for dækkende for ”state of art”. Der kan formentlig ved yderligere søgning fremdrages flere produkter, dog forventes teknologidata for disse i vidt omfang at være identiske med de fundne produkter. En mulig supplerende aktivitet kunne være at rette direkte henvendelse til alle de fundne produkters ”ophav” for om muligt at få de manglende data.

Det tekniske potentiale for installation af mini/mikrokræftvarme i Danmarks nugældende energiforsyningsdækning er fundet med udgangspunkt i de mest præcise databaser, der er tilgængelige. Det helt præcise tal for økonomisk installationspotentiale vil kræve indsigt i afregningsforhold for den enkelte bygning. Sådant foreligger ikke, og har ikke fuldstændigt kunnet afdækkes inden for det aktuelle projekts rammer. Dog, man kunne evt. nærme sig et sådant økonomisk estimat ved fx at gennemføre en række case-beregninger for repræsentative installationssegmenter, fx:

- Private
- Skole/sportscenter/plejehjem
- Mindre virksomhed

Afdækningen af barrierer har givet et ganske godt billede af, hvor man mener ”hurdlerne” for yderligere installation er, og hvilke indsatsområder, brændsler mv. der skal sættes på. For mange af de forespurgte forhold er der god overensstemmelse i svarene, også fra forskellige aktører. For et mindre antal punkter er der forskelligt syn på sagerne.

Projektet har forsøgt at indhente afregningspriser for sådanne mini/mikrokræftvarmeanlæg i forskellige anvendelsessegmenter (privat, erhverv mv.). Det har vist sig ganske vanskeligt at få specielt elafregningspriser oplyst. Man har, for et helt specifikt anlæg, gerne ville oplyse priser og muligheder, men ikke ønsket at fremkomme med generel udmelding for forskellige kundekategorier. Sådant udgør klart en barriere i forhold til produktion/salg af sådanne enheder. Projektet fandt frem til et enkelt selskab, der på deres hjemmeside havde eksempler på afregningspriser mv. /13/.

”SKAT” har udarbejdet konkrete kortfattede vejledninger med henblik på afgiftsforholdene for mini/mikro KV-egenproducenter.

I overensstemmelse med projektets oprindelige aktiviteter sigtes mod at afholde et møde med en række forskellige aktører. På dette møde forventes det at få diskuteret og konkretiseret en række af de i projektet fundne anførte forhold. Et punkt til drøftelse kunne være at få mini- og mikrokraftvarmes muligheder som værktøj i relation til EU’s kraftvarmedirektiv /2/. I positivt fald kunne der lægges en fælles strategi for indsats og initiativer for fjernelse af hindringer/barrierer for implementering af mini- og mikrokraftvarmeanlæg.

9 Referencer

- /1/ "Potentialeundersøgelse for kraftvarme", Henrik Iskov, DGC, kunde-rapport, februar 2000.
- /2/ "EU Kraftvarmedirektiv" (Direktiv 2004/8/EF af 11. februar 2004), 2004.
- /3/ Energistyrelsens database "Energi data", www.ens.dk.
- /4/ "Afprøvning af mikrokraftvarmeværker", Claus Nørregaard, TechWi-se, under ELTRA-PSO programmet (år 2000, ELTRA-projekt 12505.07).
- /5/ "Mini/mikrokraftvarme, forudsætninger for installation", EFP 2004-projekt vedr. reformere/brændselscelleanlæg, delrapport 1, dateret maj 2005 (projekt under færdiggørelse/-rapportering), DGC et al.
- /6/ "MICROMAP, Mini and Micro CHP-Market Assesment & Develop-ment Plan", ECD Energy and Environment/CogenEurope projekt, 2001-2002.
- /7/ NESA/Dansk Shell: Afprøvning af et antal 5 kW_e kraftvarmeunits, afsluttet 2002. Status kan bl.a. findes på <http://mkv.dgc.dk> under igangværende/afsluttede projekter.
- /8/ "Afprøvning af EC-Power naturgasdrevet mini KV-enhed", Dansk Gasteknisk Center, juni 2005.
- /9/ Center for mini- og mikrokraftvarmes hjemmeside: <http://mkv.dgc.dk>.
- /10/ Retningslinier for nettoafregning af egenproducenter (Version 2.0); Elkraft System & Eltra, februar 2005.
- /11/ Afregning af elproducerende anlæg, Energistyrelsen, Notat, marts 2005.
- /12/ Mikrokraftvarmeanlæg - Forenkling mv. af afgiftsreglerne, december 2005; Skat, Nyhedsbrev, december 2005.
- /13/ www.energimidt.dk.

BILAG 1**Uddrag fra resume og konklusion på tilsvarende potentialeundersøgelse fra februar 2000**

Undersøgelsen er lavet med tilsvarende metodik, dog er der i undersøgelsen fra 2000 også lagt vægt på potentialet for større industrielle kraftvarmeanlæg. Dette er ikke gjort i indeværende projekt, idet dette jo koncentrerer sig om mini- og mikrokraftvarmeanlæg.

Uddrag:

En samlet oversigt over det fundne potentiale for kraftvarme:

Område	Installeret kraftvarme [MW_e]	Potentiale [MW_e]
Industri, landbrug m.m.	460	1290
Ejendomsopv., gasområde	50	1650
Ejendomsopv., område 4	13	1270

Opgjort på denne vis sker der en vis dublering af energibehovet. Rumvarmebehovet til industriens ejendomme indgår såvel i industriopførelsen som i gasområde og Område 4 opførelsen.

Industriens rumvarmebehov er opgjort til 10448 TJ. Hertil svarer en potentiel kraftvarmeudbygning på ca. 320 MW_e. Den samlede ejendomsopvarming uden for industrien udgør herved $1650 + 1270 - 320 = 2600$ MW_e.

Uden dobbeltopførelse ser den samlede opførelse over kraftvarmepotentialet således ud:

Område	Installeret kraftvarme [MW_e]	Potentiale [MW_e]
Industri, landbrug m.m.	460	1290
Ejendomsopv., uden for industri	63	2600
I alt	523	3890

Ovenstående viser, at det samlede tekniske potentiale for kraftvarme uden for de centrale og de decentrale kraftvarmeområder er opgjort til 3890 MW_e (år 2000).

Det er væsentligt at holde sig for øje, at den her citerede undersøgelse som nævnt er fra år 2000 samt at den ikke har afgrænset et effektinterval.

BILAG 2**Potentialebestemmelse ud fra ENS energidatabase mv.**

På omstående side ses en opstilling af de sammenstillede analyseresultater vedr. installationspotentiale baseret alene på (varme-) energiforbrug samt de i hoved rapporten angivne forudsætninger vedr. aktuelt KV-effektområde, årlig driftstid og virkningsgrad.

Der er angivet besvarelse for områder uden kollektiv varmforsyning (fjernvarme) dvs. henholdsvis:

- ”Gasområdet”
- ”Det åbne land”

der er foretaget ”udrensning” for fritidshuse samt huse uden centralvarmeanlæg.

Se opgørelserne på de følgende sider.

Sammenfatning naturgas

Opvarmede ejendomme i DK

Kilder:

BBR ultimo 2004

Kommunernes indberetning af kollektive forsyningsområder til Energistyrelsen

Nettovarmebehov (NVB) er baseret på enhedsforbrugstal specifikke for bygningens alder, anvendelse og ejerform

Naturgas - total

Kollekt	Anvendelse	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]	Eksist. KV [MWe]	Rest pot. KV [MWe]
NG	110 Stuehus	Sum af Antal_Ejendomme	5579				
		Sum af NVB_GJ	724051	24	4,4	0,0	24
		110 Sum af Antal_Ejendomme	5579				
		110 Sum af NVB_GJ	724051				
	120 Parcelhus	Sum af Antal_Ejendomme	337682				
		Sum af NVB_GJ	23966197	805	2,4	0,0	805
		120 Sum af Antal_Ejendomme	337682				
		120 Sum af NVB_GJ	23966197				
	130 Række/kædehus	Sum af Antal_Ejendomme	42509				
		Sum af NVB_GJ	3815862	128	3,0	0,0	128
		130 Sum af Antal_Ejendomme	42509				
		130 Sum af NVB_GJ	3815862				
	140 Etagebolig	Sum af Antal_Ejendomme	9263				
		Sum af NVB_GJ	4709361	158	17,1	29,4	129
		140 Sum af Antal_Ejendomme	9263				
		140 Sum af NVB_GJ	4709361				
	150 Kollegium	Sum af Antal_Ejendomme	74				
		Sum af NVB_GJ	79481	3	36,1	0,0	3
		150 Sum af Antal_Ejendomme	74				
		150 Sum af NVB_GJ	79481				
	160 Døgninstitution	Sum af Antal_Ejendomme	470				
		Sum af NVB_GJ	689530	23	49,3	0,6	23
		160 Sum af Antal_Ejendomme	470				
		160 Sum af NVB_GJ	689530				
	190 And. helårsbolig	Sum af Antal_Ejendomme	317				
		Sum af NVB_GJ	81571	3	8,6	0,0	3
		190 Sum af Antal_Ejendomme	317				
		190 Sum af NVB_GJ	81571				
	210 Erhverv/landbrug	Sum af Antal_Ejendomme	897				
		Sum af NVB_GJ	707270	22	24,2	0,0	22
		210 Sum af Antal_Ejendomme	897				
		210 Sum af NVB_GJ	707270				
	220 Erhverv/industri	Sum af Antal_Ejendomme	11539				
		Sum af NVB_GJ	7305160	224	19,4	0,0	224
		220 Sum af Antal_Ejendomme	11539				
		220 Sum af NVB_GJ	7305160				
	230 Forsyningsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	691				
		Sum af NVB_GJ	119517	4	5,3	0,0	4
		230 Sum af Antal_Ejendomme	691				
		230 Sum af NVB_GJ	119517				
	290 And. prod.bygn	Sum af Antal_Ejendomme	207				
		Sum af NVB_GJ	95862	3	14,2	0,0	3
		290 Sum af Antal_Ejendomme	207				
		290 Sum af NVB_GJ	95862				
	310 Transportanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	787				
		Sum af NVB_GJ	235873	7	9,2	0,0	7
		310 Sum af Antal_Ejendomme	787				
		310 Sum af NVB_GJ	235873				
	320 Kontor/handel	Sum af Antal_Ejendomme	8939				
		Sum af NVB_GJ	6768574	208	23,2	4,1	204

320	Sum af Antal_Ejendomme		8939				
320	Sum af NVB_GJ		6768574				
330	Hotel og service	Sum af Antal_Ejendomme	1561				
		Sum af NVB_GJ	626114	19	12,3	0,0	19
330	Sum af Antal_Ejendomme		1561				
330	Sum af NVB_GJ		626114				
390	And. hand/serv.	Sum af Antal_Ejendomme	271				
		Sum af NVB_GJ	70903	2	8,0	0,5	2
390	Sum af Antal_Ejendomme		271				
390	Sum af NVB_GJ		70903				
410	Kulturbygning	Sum af Antal_Ejendomme	1416				
		Sum af NVB_GJ	409198	13	8,9	0,3	12
410	Sum af Antal_Ejendomme		1416				
410	Sum af NVB_GJ		409198				
420	Undervisning	Sum af Antal_Ejendomme	1309				
		Sum af NVB_GJ	2531167	78	59,3	5,7	72
420	Sum af Antal_Ejendomme		1309				
420	Sum af NVB_GJ		2531167				
430	Sygehus	Sum af Antal_Ejendomme	173				
		Sum af NVB_GJ	636691	21	123,6	5,4	16
430	Sum af Antal_Ejendomme		173				
430	Sum af NVB_GJ		636691				
440	Daginstitution	Sum af Antal_Ejendomme	1358				
		Sum af NVB_GJ	374724	11	8,5	0,0	11
440	Sum af Antal_Ejendomme		1358				
440	Sum af NVB_GJ		374724				
490	And. institution	Sum af Antal_Ejendomme	204				
		Sum af NVB_GJ	422248	13	63,5	3,5	9
490	Sum af Antal_Ejendomme		204				
490	Sum af NVB_GJ		422248				
510	Sommerhus	Sum af Antal_Ejendomme	4384				
		Sum af NVB_GJ	34581	1	0,3	0,0	1
510	Sum af Antal_Ejendomme		4384				
510	Sum af NVB_GJ		34581				
520	Feriebygning	Sum af Antal_Ejendomme	97				
		Sum af NVB_GJ	10889	0	3,8	0,2	0
520	Sum af Antal_Ejendomme		97				
520	Sum af NVB_GJ		10889				
530	Sportsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	1103				
		Sum af NVB_GJ	607728	19	16,9	1,7	17
530	Sum af Antal_Ejendomme		1103				
530	Sum af NVB_GJ		607728				
590	And. fritidsbygn	Sum af Antal_Ejendomme	560				
		Sum af NVB_GJ	63901	2	3,8	0,0	2
590	Sum af Antal_Ejendomme		560				
590	Sum af NVB_GJ		63901				
NG	Sum af Antal_Ejendomme		431390				
NG	Sum af NVB_GJ		55086453	1791	4,2	51,3	1740
Total	Sum af Antal_Ejendomme		431390				
Total	Sum af NVB_GJ		55086453				

**Naturgas - eks. sommerhuse/feriebygning/fritidsbygn
varmebehovsgrupper**

Kollekt	Anvendelse	NVB_Kategori	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]	Eksist. KV [MWe]	Rest pot. KV [MWe]	
NG	Grup	a) 0-30 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	3904					
			Sum af NVB_GJ	94588	3	0,8		3	
			Sum af Antal_Boliger_	2945					
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	223013					
		b) 31-70 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	229943					
			Sum af NVB_GJ	12806642	416	1,8		416	
		Sum af Antal_Boliger_	229160						

		Sum af Opvarmet_Areal_m2	26719700				
c) 71-200 GJ/år		Sum af Antal_Ejendomme	165524				
		Sum af NVB_GJ	15604608	507	3,1		507
		Sum af Antal_Boliger_	173048				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	31296020				
d) 201-3200 GJ/år		Sum af Antal_Ejendomme	25516				
		Sum af NVB_GJ	16243555	528	20,7		528
		Sum af Antal_Boliger_	102206				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	36584835				
e) 3200- GJ/år		Sum af Antal_Ejendomme	1449				
		Sum af NVB_GJ	10227689	333	229,5		333
		Sum af Antal_Boliger_	50159				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	21598498				
(Tom)		Sum af Antal_Ejendomme	13				
		Sum af NVB_GJ					
		Sum af Antal_Boliger_	25				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	8582				
NG Sum af Antal_Ejendomme			426349				
NG Sum af NVB_GJ			54977082	1788	4,2	51,1	1737
NG Sum af Antal_Boliger_			557543				
NG Sum af Opvarmet_Areal_m2			116430648				
Total Sum af Antal_Ejendomme			426349				
Total Sum af NVB_GJ			54977082				
Total Sum af Antal_Boliger_			557543				
Total Sum af Opvarmet_Areal_m2			116430648				
Total over 30 GJ/år, eks sommer/ferie/fritids-bygn.				1785	4,2	51,1	1733
Teknisk potentiale over 30 GJ/år, eks. sommer/ferie/fritids-bygn., med centralvarme				1621			

Heraf uden centralvarme					Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]	
Kollekt	Varmefor	Anver	Anvendelse	Data	Total		
NG	Gruppe1	110	Stuehus	Sum af Antal_Ejendomme	367		
				Sum af NVB_GJ	36391	1	3,3
		110	Sum af Antal_Ejendomme	367			
			110	Sum af NVB_GJ	36391		
		120	Parcelhus	Sum af Antal_Ejendomme	33940		
				Sum af NVB_GJ	2188237	74	2,2
		120	Sum af Antal_Ejendomme	33940			
			120	Sum af NVB_GJ	2188237		
		130	Række/kædehus	Sum af Antal_Ejendomme	6673		
				Sum af NVB_GJ	444219	15	2,2
		130	Sum af Antal_Ejendomme	6673			
			130	Sum af NVB_GJ	444219		
		140	Etagebolig	Sum af Antal_Ejendomme	632		
				Sum af NVB_GJ	136665	5	7,3
		140	Sum af Antal_Ejendomme	632			
			140	Sum af NVB_GJ	136665		
		150	Kollegium	Sum af Antal_Ejendomme	5		
				Sum af NVB_GJ	1962	0	13,2
		150	Sum af Antal_Ejendomme	5			
			150	Sum af NVB_GJ	1962		
		160	Døgninstitution	Sum af Antal_Ejendomme	7		
				Sum af NVB_GJ	7553	0	36,2
		160	Sum af Antal_Ejendomme	7			
			160	Sum af NVB_GJ	7553		
		190	And. helårsbolig	Sum af Antal_Ejendomme	30		
				Sum af NVB_GJ	4208	0	4,7
		190	Sum af Antal_Ejendomme	30			
			190	Sum af NVB_GJ	4208		
		210	Erhverv/landbrug	Sum af Antal_Ejendomme	25		
				Sum af NVB_GJ	4526	0	5,6
		210	Sum af Antal_Ejendomme	25			
			210	Sum af NVB_GJ	4526		
		220	Erhverv/industri	Sum af Antal_Ejendomme	735		
		Sum af NVB_GJ	174849	5	7,3		
220	Sum af Antal_Ejendomme	735					
	220	Sum af NVB_GJ	174849				
230	Forsyningsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	427				
		Sum af NVB_GJ	25476	1	1,8		
230	Sum af Antal_Ejendomme	427					
	230	Sum af NVB_GJ	25476				
290	And. prod.bygn	Sum af Antal_Ejendomme	53				
		Sum af NVB_GJ	13122	0	7,6		
290	Sum af Antal_Ejendomme	53					
	290	Sum af NVB_GJ	13122				
310	Transportanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	190				
		Sum af NVB_GJ	22301	1	3,6		
310	Sum af Antal_Ejendomme	190					
	310	Sum af NVB_GJ	22301				
320	Kontor/handel	Sum af Antal_Ejendomme	1003				
		Sum af NVB_GJ	238281	7	7,3		

320	Sum af Antal_Ejendomme		1003		
320	Sum af NVB_GJ		238281		
330	Hotel og service	Sum af Antal_Ejendomme	235		
		Sum af NVB_GJ	23483	1	3,1
330	Sum af Antal_Ejendomme		235		
330	Sum af NVB_GJ		23483		
390	And. hand/serv.	Sum af Antal_Ejendomme	93		
		Sum af NVB_GJ	5214	0	1,7
390	Sum af Antal_Ejendomme		93		
390	Sum af NVB_GJ		5214		
410	Kulturbygning	Sum af Antal_Ejendomme	354		
		Sum af NVB_GJ	51962	2	4,5
410	Sum af Antal_Ejendomme		354		
410	Sum af NVB_GJ		51962		
420	Undervisning	Sum af Antal_Ejendomme	55		
		Sum af NVB_GJ	16335	1	9,1
420	Sum af Antal_Ejendomme		55		
420	Sum af NVB_GJ		16335		
430	Sygehus	Sum af Antal_Ejendomme	20		
		Sum af NVB_GJ	3670	0	6,2
430	Sum af Antal_Ejendomme		20		
430	Sum af NVB_GJ		3670		
440	Daginstitution	Sum af Antal_Ejendomme	76		
		Sum af NVB_GJ	14112	0	5,7
440	Sum af Antal_Ejendomme		76		
440	Sum af NVB_GJ		14112		
490	And. institution	Sum af Antal_Ejendomme	26		
		Sum af NVB_GJ	2474	0	2,9
490	Sum af Antal_Ejendomme		26		
490	Sum af NVB_GJ		2474		
510	Sommerhus	Sum af Antal_Ejendomme	4055		
		Sum af NVB_GJ	30434	1	0,3
510	Sum af Antal_Ejendomme		4055		
510	Sum af NVB_GJ		30434		
520	Feriebygning	Sum af Antal_Ejendomme	46		
		Sum af NVB_GJ	1047	0	0,8
520	Sum af Antal_Ejendomme		46		
520	Sum af NVB_GJ		1047		
530	Sportsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	358		
		Sum af NVB_GJ	42916	1	3,7
530	Sum af Antal_Ejendomme		358		
530	Sum af NVB_GJ		42916		
590	And. fritidsbygn	Sum af Antal_Ejendomme	234		
		Sum af NVB_GJ	6744	0	1,0
590	Sum af Antal_Ejendomme		234		
590	Sum af NVB_GJ		6744		
NG	Sum af Antal_Ejendomme		49639		
NG	Sum af NVB_GJ		3496181	116	2,3
Total	Sum af Antal_Ejendomme		49639		
Total	Sum af NVB_GJ		3496181		

Heraf uden centralvarme

Kollekt	Anvendelse	Varme	NVB_Kategori	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]
NG	Gruppe1	Gruppe	a) 0-30 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	1921		
				Sum af NVB_GJ	43005	1	0,7
				Sum af Antal_Boliger_	1190		
				Sum af Opvarmet_Areal_m2	101282		
			b) 31-70 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	28667		
				Sum af NVB_GJ	1537510	51	1,8
				Sum af Antal_Boliger_	28217		

			Sum af Opvarmet_Areal_m2	3330651		
		c) 71-200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	13346		
			Sum af NVB_GJ	1233047	41	3,1
			Sum af Antal_Boliger_	14011		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	2539374		
		d) 201-3200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	1360		
			Sum af NVB_GJ	593079	20	14,4
			Sum af Antal_Boliger_	5380		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	1319836		
		e) 3200- GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	10		
			Sum af NVB_GJ	51315	2	169,7
			Sum af Antal_Boliger_	411		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	115307		
			NG Sum af Antal_Ejendomme	45304		
			NG Sum af NVB_GJ	3457956		
			NG Sum af Antal_Boliger_	49209		
			NG Sum af Opvarmet_Areal_m2	7406450		
			Total Sum af Antal_Ejendomme	45304		
			Total Sum af NVB_GJ	3457956	114	2,5
			Total Sum af Antal_Boliger_	49209		
			Total Sum af Opvarmet_Areal_m2	7406450		

Total over 30 GJ/år, eks sommer/ferie/fritids-bygn.	113	2,6
--	------------	------------

Antal ejendomme med centralvarme=	381045
--	---------------

Sammenfatning - område 4

Opvarmede ejendomme i DK

Kilder:

BBR ultimo 2004

Kommunernes indberetning af kollektive forsyningsområder til Energistyrelsen

Nettovarmebehov (NVB) er baseret på enhedsforbrugstal specifikke for bygningens alder, anvendelse og ejerform

Område 4 total

Kollekt	Anvendelse	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]	Eksist. KV [MWe]	Rest pot. KV [MWe]
Ingen	110 Stuehus	Sum af Antal_Ejendomme	102395				
		Sum af NVB_GJ	11916408	400	3,9	0,0	400
	110 Sum af Antal_Ejendomme		102395				
	110 Sum af NVB_GJ		11916408				
	120 Parcelhus	Sum af Antal_Ejendomme	207403				
		Sum af NVB_GJ	15020212	505	2,4	0,0	505
	120 Sum af Antal_Ejendomme		207403				
	120 Sum af NVB_GJ		15020212				
	130 Række/kædehus	Sum af Antal_Ejendomme	9053				
		Sum af NVB_GJ	730521	25	2,7	0,0	25
	130 Sum af Antal_Ejendomme		9053				
	130 Sum af NVB_GJ		730521				
	140 Etagebolig	Sum af Antal_Ejendomme	1853				
		Sum af NVB_GJ	444291	15	8,1	4,4	11
	140 Sum af Antal_Ejendomme		1853				
	140 Sum af NVB_GJ		444291				
	150 Kollegium	Sum af Antal_Ejendomme	40				
		Sum af NVB_GJ	13299	0	11,2	0,0	0
	150 Sum af Antal_Ejendomme		40				
	150 Sum af NVB_GJ		13299				
	160 Døgninstitution	Sum af Antal_Ejendomme	344				
		Sum af NVB_GJ	320318	11	31,3	0,3	10
	160 Sum af Antal_Ejendomme		344				
	160 Sum af NVB_GJ		320318				
	190 And. helårsbolig	Sum af Antal_Ejendomme	703				
		Sum af NVB_GJ	167643	6	8,0	0,0	6
	190 Sum af Antal_Ejendomme		703				
	190 Sum af NVB_GJ		167643				
	210 Erhverv/landbrug	Sum af Antal_Ejendomme	11411				
		Sum af NVB_GJ	5510167	169	14,8	0,0	169
	210 Sum af Antal_Ejendomme		11411				
	210 Sum af NVB_GJ		5510167				
	220 Erhverv/industri	Sum af Antal_Ejendomme	5371				
		Sum af NVB_GJ	2341878	72	13,4	0,0	72
	220 Sum af Antal_Ejendomme		5371				
	220 Sum af NVB_GJ		2341878				
	230 Forsyningsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	1459				
		Sum af NVB_GJ	158824	5	3,3	0,0	5
	230 Sum af Antal_Ejendomme		1459				
	230 Sum af NVB_GJ		158824				
	290 And. prod.bygn	Sum af Antal_Ejendomme	492				
		Sum af NVB_GJ	117871	4	7,3	0,0	4
	290 Sum af Antal_Ejendomme		492				
	290 Sum af NVB_GJ		117871				
	310 Transportanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	502				
		Sum af NVB_GJ	171700	5	10,5	0,2	5
	310 Sum af Antal_Ejendomme		502				
	310 Sum af NVB_GJ		171700				
	320 Kontor/handel	Sum af Antal_Ejendomme	3755				
		Sum af NVB_GJ	1581812	49	12,9	0,8	48

320	Sum af Antal_Ejendomme		3755				
320	Sum af NVB_GJ		1581812				
330	Hotel og service	Sum af Antal_Ejendomme	1672				
		Sum af NVB_GJ	650983	20	11,9	0,0	20
330	Sum af Antal_Ejendomme		1672				
330	Sum af NVB_GJ		650983				
390	And. hand/serv.	Sum af Antal_Ejendomme	308				
		Sum af NVB_GJ	35528	1	3,5	0,0	1
390	Sum af Antal_Ejendomme		308				
390	Sum af NVB_GJ		35528				
410	Kulturbygning	Sum af Antal_Ejendomme	1928				
		Sum af NVB_GJ	388441	12	6,2	0,0	12
410	Sum af Antal_Ejendomme		1928				
410	Sum af NVB_GJ		388441				
420	Undervisning	Sum af Antal_Ejendomme	1075				
		Sum af NVB_GJ	1094467	34	31,2	0,4	33
420	Sum af Antal_Ejendomme		1075				
420	Sum af NVB_GJ		1094467				
430	Sygehus	Sum af Antal_Ejendomme	50				
		Sum af NVB_GJ	40127	1	27,0	0,2	1
430	Sum af Antal_Ejendomme		50				
430	Sum af NVB_GJ		40127				
440	Daginstitution	Sum af Antal_Ejendomme	455				
		Sum af NVB_GJ	98178	3	6,6	0,0	3
440	Sum af Antal_Ejendomme		455				
440	Sum af NVB_GJ		98178				
490	And. institution	Sum af Antal_Ejendomme	317				
		Sum af NVB_GJ	619208	19	59,9	3,8	15
490	Sum af Antal_Ejendomme		317				
490	Sum af NVB_GJ		619208				
510	Sommerhus	Sum af Antal_Ejendomme	185386				
		Sum af NVB_GJ	1556997	52	0,3	0,0	52
510	Sum af Antal_Ejendomme		185386				
510	Sum af NVB_GJ		1556997				
520	Feriebygning	Sum af Antal_Ejendomme	906				
		Sum af NVB_GJ	69217	2	2,6	0,6	2
520	Sum af Antal_Ejendomme		906				
520	Sum af NVB_GJ		69217				
530	Sportsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	1271				
		Sum af NVB_GJ	382873	12	9,2	0,0	12
530	Sum af Antal_Ejendomme		1271				
530	Sum af NVB_GJ		382873				
590	And. fritidsbygn	Sum af Antal_Ejendomme	1340				
		Sum af NVB_GJ	51628	2	1,3	0,0	2
590	Sum af Antal_Ejendomme		1340				
590	Sum af NVB_GJ		51628				
Ingen	Sum af Antal_Ejendomme		539489				
Ingen	Sum af NVB_GJ		43482591	1422	2,6	10,7	1412
Total	Sum af Antal_Ejendomme		539489				
Total	Sum af NVB_GJ		43482591				

**Område 4 - eks. sommerhuse/feriebygning/fritidsbygn
varmebehovsgrupper**

Kollekt	Anvendelse	NVB_Kategori	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]	Eksist. KV [MWe]	Rest pot. KV [MWe]
Ingen	Grupper	a) 0-30 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	6379				
			Sum af NVB_GJ	141245	5	0,7		5
			Sum af Antal_Boliger_	4066				
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	312321				
		b) 31-70 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	141296				
			Sum af NVB_GJ	7644654	250	1,8		250
			Sum af Antal_Boliger_	139370				

		Sum af Opvarmet_Areal_m2	15152165				
	c) 71-200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	177600				
		Sum af NVB_GJ	18909849	619	3,5		619
		Sum af Antal_Boliger_	179976				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	34500408				
	d) 201-3200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	26157				
		Sum af NVB_GJ	12380247	405	15,5		405
		Sum af Antal_Boliger_	42134				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	27922324				
	e) 3200- GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	415				
		Sum af NVB_GJ	2728754	89	215,1		89
		Sum af Antal_Boliger_	1417				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	6632969				
	(Tom)	Sum af Antal_Ejendomme	10				
		Sum af NVB_GJ					
		Sum af Antal_Boliger_	1				
		Sum af Opvarmet_Areal_m2	13161				
	Ingen Sum af Antal_Ejendomme		351857				
	Ingen Sum af NVB_GJ		41804749	1367	3,9	10,1	1357
	Ingen Sum af Antal_Boliger_		366964				
	Ingen Sum af Opvarmet_Areal_m2		84533348				
	Total Sum af Antal_Ejendomme		351857				
	Total Sum af NVB_GJ		41804749				
	Total Sum af Antal_Boliger_		366964				
	Total Sum af Opvarmet_Areal_m2		84533348				
	Total over 30 GJ/år, eks sommer/ferie/fritids-bygn.			1363	3,9	10,1	1353
	Teknisk potentiale over 30 GJ/år, eks. sommer/ferie/fritids-bygn., med centralvarme						1186

Heraf uden centralvarme						Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]
Kollekt	Varmeform	Anvendelse	Data	Total			
Ingen	Gruppe1	110	Stuehus	Sum af Antal_Ejendomme	11186		
				Sum af NVB_GJ	1013976	34	3,0
		110		Sum af Antal_Ejendomme	11186		
				Sum af NVB_GJ	1013976		
		120	Parcelhus	Sum af Antal_Ejendomme	48372		
				Sum af NVB_GJ	2987272	100	2,1
		120		Sum af Antal_Ejendomme	48372		
		120		Sum af NVB_GJ	2987272		
		130	Række/kæde	Sum af Antal_Ejendomme	3924		
				Sum af NVB_GJ	269999	9	2,3
		130		Sum af Antal_Ejendomme	3924		
		130		Sum af NVB_GJ	269999		
		140	Etagebolig	Sum af Antal_Ejendomme	385		
				Sum af NVB_GJ	73382	2	6,4
		140		Sum af Antal_Ejendomme	385		
		140		Sum af NVB_GJ	73382		
		150	Kollegium	Sum af Antal_Ejendomme	16		
				Sum af NVB_GJ	2792	0	5,9
		150		Sum af Antal_Ejendomme	16		
		150		Sum af NVB_GJ	2792		
		160	Døgninstitution	Sum af Antal_Ejendomme	17		
				Sum af NVB_GJ	5126	0	10,1
		160		Sum af Antal_Ejendomme	17		
		160		Sum af NVB_GJ	5126		
		190	And. helårsbol	Sum af Antal_Ejendomme	167		
				Sum af NVB_GJ	14302	0	2,9
		190		Sum af Antal_Ejendomme	167		
		190		Sum af NVB_GJ	14302		
		210	Erhverv/landb	Sum af Antal_Ejendomme	371		
				Sum af NVB_GJ	55128	2	4,6
		210		Sum af Antal_Ejendomme	371		
		210		Sum af NVB_GJ	55128		
		220	Erhverv/indust	Sum af Antal_Ejendomme	673		
				Sum af NVB_GJ	109587	3	5,0
		220		Sum af Antal_Ejendomme	673		
		220		Sum af NVB_GJ	109587		
		230	Forsyningsanl	Sum af Antal_Ejendomme	1186		
				Sum af NVB_GJ	56858	2	1,5
		230		Sum af Antal_Ejendomme	1186		
		230		Sum af NVB_GJ	56858		
		290	And. prod.byg	Sum af Antal_Ejendomme	206		
				Sum af NVB_GJ	12117	0	1,8
		290		Sum af Antal_Ejendomme	206		
		290		Sum af NVB_GJ	12117		
310	Transportanlæ	Sum af Antal_Ejendomme	198				
		Sum af NVB_GJ	14029	0	2,2		
310		Sum af Antal_Ejendomme	198				
310		Sum af NVB_GJ	14029				
320	Kontor/handel	Sum af Antal_Ejendomme	1039				
		Sum af NVB_GJ	154896	5	4,6		

320	Sum af Antal_Ejendomme		1039		
320	Sum af NVB_GJ		154896		
330	Hotel og service	Sum af Antal_Ejendomme	485		
		Sum af NVB_GJ	82649	3	5,2
330	Sum af Antal_Ejendomme		485		
330	Sum af NVB_GJ		82649		
390	And. hand/ser	Sum af Antal_Ejendomme	185		
		Sum af NVB_GJ	8331	0	1,4
390	Sum af Antal_Ejendomme		185		
390	Sum af NVB_GJ		8331		
410	Kulturbygning	Sum af Antal_Ejendomme	823		
		Sum af NVB_GJ	103043	3	3,8
410	Sum af Antal_Ejendomme		823		
410	Sum af NVB_GJ		103043		
420	Undervisning	Sum af Antal_Ejendomme	155		
		Sum af NVB_GJ	24981	1	4,9
420	Sum af Antal_Ejendomme		155		
420	Sum af NVB_GJ		24981		
430	Sygehus	Sum af Antal_Ejendomme	9		
		Sum af NVB_GJ	1928	0	7,2
430	Sum af Antal_Ejendomme		9		
430	Sum af NVB_GJ		1928		
440	Daginstitution	Sum af Antal_Ejendomme	103		
		Sum af NVB_GJ	11145	0	3,3
440	Sum af Antal_Ejendomme		103		
440	Sum af NVB_GJ		11145		
490	And. institution	Sum af Antal_Ejendomme	72		
		Sum af NVB_GJ	10453	0	4,5
490	Sum af Antal_Ejendomme		72		
490	Sum af NVB_GJ		10453		
510	Sommerhus	Sum af Antal_Ejendomme	179591		
		Sum af NVB_GJ	1467575	49	0,3
510	Sum af Antal_Ejendomme		179591		
510	Sum af NVB_GJ		1467575		
520	Feriebygning	Sum af Antal_Ejendomme	460		
		Sum af NVB_GJ	19647	1	1,4
520	Sum af Antal_Ejendomme		460		
520	Sum af NVB_GJ		19647		
530	Sportsanlæg	Sum af Antal_Ejendomme	761		
		Sum af NVB_GJ	96146	3	3,9
530	Sum af Antal_Ejendomme		761		
530	Sum af NVB_GJ		96146		
590	And. fritidsbyg	Sum af Antal_Ejendomme	980		
		Sum af NVB_GJ	18954	1	0,6
590	Sum af Antal_Ejendomme		980		
590	Sum af NVB_GJ		18954		
Ingen	Sum af Antal_Ejendomme		251364		
Ingen	Sum af NVB_GJ		6614316	220	0,9
Total	Sum af Antal_Ejendomme		251364		
Total	Sum af NVB_GJ		6614316		

Heraf uden centralvarme

Kollekt	Anvendelse	Varme	NVB_Kategori	Data	Total	Potentiel KV [MWe]	Gns. Pot. KV-størr. [kWe]
Ingen	Gruppe1	Grupp	a) 0-30 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	4997		
				Sum af NVB_GJ	107661	4	0,7
				Sum af Antal_Boliger_	3021		
				Sum af Opvarmet_Areal_m2	240816		
			b) 31-70 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	40308		
				Sum af NVB_GJ	2051721	68	1,7
				Sum af Antal_Boliger_	38971		

			Sum af Opvarmet_Areal_m2	4184370		
		c) 71-200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	23446		
			Sum af NVB_GJ	2328481	77	3,3
			Sum af Antal_Boliger_	23524		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	4447710		
		d) 201-3200 GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	1575		
			Sum af NVB_GJ	595521	20	12,6
			Sum af Antal_Boliger_	4814		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	1319024		
		e) 3200- GJ/år	Sum af Antal_Ejendomme	5		
			Sum af NVB_GJ	24756	1	164,7
			Sum af Antal_Boliger_	208		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	72538		
		(Tom)	Sum af Antal_Ejendomme	2		
			Sum af NVB_GJ			
			Sum af Antal_Boliger_	0		
			Sum af Opvarmet_Areal_m2	339		
		Ingen Sum af Antal_Ejendomme		70333		
		Ingen Sum af NVB_GJ		5108140	170	2,4
		Ingen Sum af Antal_Boliger_		70538		
		Ingen Sum af Opvarmet_Areal_m2		10264797		
		Total Sum af Antal_Ejendomme		70333		281524 =antal ejendomme
		Total Sum af NVB_GJ		5108140		
		Total Sum af Antal_Boliger_		70538		
		Total Sum af Opvarmet_Areal_m2		10264797		
Total over 30 GJ/år, eks sommer/ferie/fritids-bygn.					166	2,5
Antal ejendomme med centralvarme=					281524	

Spørgeskema

Mini/mikrokraftvarmeanlæg i Danmark

Spørgeskema

Introduktion

Formålet med dette spørgeskema er:

at afdække barrierer for en udvidet anvendelse af små kraftvarmeanlæg (effektstørrelse op til 15 kW_e).

Spørgeskemaet er sendt til en række energiforsyningsselskaber, leverandører, brancheforeninger samt anlægsejere, se liste sidst i dokumentet.

Spørgeskemaet er udarbejdet af Dansk Gasteknisk Center (DGC) som led i en undersøgelse om potentialet for små kraftvarmeanlæg finansieret af Energistyrelsen og de danske naturgasselskaber.

DGC vil naturligvis værdsætte omhyggelig besvarelse, og vi står selvfølgelig til rådighed for uddybning.

Kontaktperson

Jan de Wit, Fagansvarlig Kraftvarme

Direkte tlf. 45 16 96 21

Mail: jdw@dgc.dk

Brændsler

Hvilke brændsler, forventer I, er mest interessante for udbygning med små kraftvarmeanlæg (< 15 kW_e)?

(sæt x - evt. flere steder)

	Interessant	Mindre interessant
Olie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPG (flaskegas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturgas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biogas (gylle/industriaffald)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biogas (rensningsanlæg)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biogas (husholdningsaffald)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biogas (forgasningsgas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andet: _____

Bygningssegmenter

For hvilke bygningstyper, forventer I, at udbygning med små kraftvarmeanlæg (< 15 kW_e) er mest interessant?

(sæt x - evt. flere steder)

	Interessant	Mindre interessant
Række-/klyngehuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Driv-/væksthuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skoler/institutioner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Idræts-/sportshaller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svømmebade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontorer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Industri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andet: _____

Anlægsstørrelser

Hvilke anlægsstørrelser forventes at være mest interessante?

(sæt x - evt. flere steder)

	Interessant	Mindre interessant
Anlæg < 1 kW _e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlæg 1-3 kW _e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlæg 3-15 kW _e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ejere

Hvilke ejere af anlæggene vil være gunstige i relation til forøget udbygning med små kraftvarmeanlæg (< 15 kW_e)?

(sæt x - evt. flere steder)

	Gunstig	Mindre interessant
Bygningsejeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ejendomsselskaber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energiforsyningsselskaber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlægsleverandør	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andet: _____

Barrierer

Hvilke barrierer er p.t. begrænsende for udbygning med små kraftvarmeanlæg?

(sæt x - evt. flere steder)

	Væsentlig barriere	Ikke begrænsende
Anlægspris		
Drifts- og vedligeholdsudgifter		
Holdbarhed		
Pålidelighed		
Forsikringspræmie		
Tilslutningsudgifter		
Tilslutningsmulighed (kan/må man)		
Lovgivningsforhold		
Godkendelsesforhold		
Vidensniveau, brugere		
Vidensniveau, installatører		
Vidensniveau, energirådgivere		
Vidensniveau, godkendelsesmyndigheder		

Andet: _____

Udviklingstiltag

Hvilke forhold kræver efter jeres mening særlig F&U-opmærksomhed for udbygning med små kraftvarmeanlæg (< 15 kW_e)?

(sæt x - evt. flere steder)

	Vigtig	Mindre vigtig
Anskaffelsespris ned		
D/V-pris ned		
Holdbarhed op		
Pålidelighed op		
Støjniveau ned		
Remote control		
Adaptiv styring/regulering		
Bedre varmelagertank		
Højere el-/varmeforhold		
Lavere emission		
Andre drivmaskiner		
Nye ejer-/driftskoncepter		

Andet: _____

Spørgeskemaet er udfyldt af:

Navn: _____

Evt. firmanavn: _____

Direkte tlf.: _____

	Ja	Nej
Ønskes anonymitet vedr. besvarelse i rapportering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvis man accepterer, at der evt. må knyttes navn til udvalgte besvarelser, vil man få materialet til gennemsyn/accept.

Det udfyldte spørgeskema bedes returneret til:

Dansk Gasteknisk Center a/s

Att.: Jan de Wit

Neergaards Vej 5 B

2970 Hørsholm

eller e-mail: jdw@dgc.dk

senest d. 5. september 2005.

Spørgeskemaet er sendt til følgende:**Energiselskaber**

DONG, distribution øst
DONG, distribution vest
DONG Salg
Naturgas Fyn
Naturgas Midt-Nord/HNG
Københavns Energi
Shell
Statoil
NESA
Elsam Engineering

Brancheforeninger

FDKV
DFF
Brancheforeningen for Biogas
Dansk Industri
DEBRA
Tekniq

Leverandører

EC-Power
Frichs Kraftvarme Service
Graversen Autoteknik
Baxi

Anlægsjere

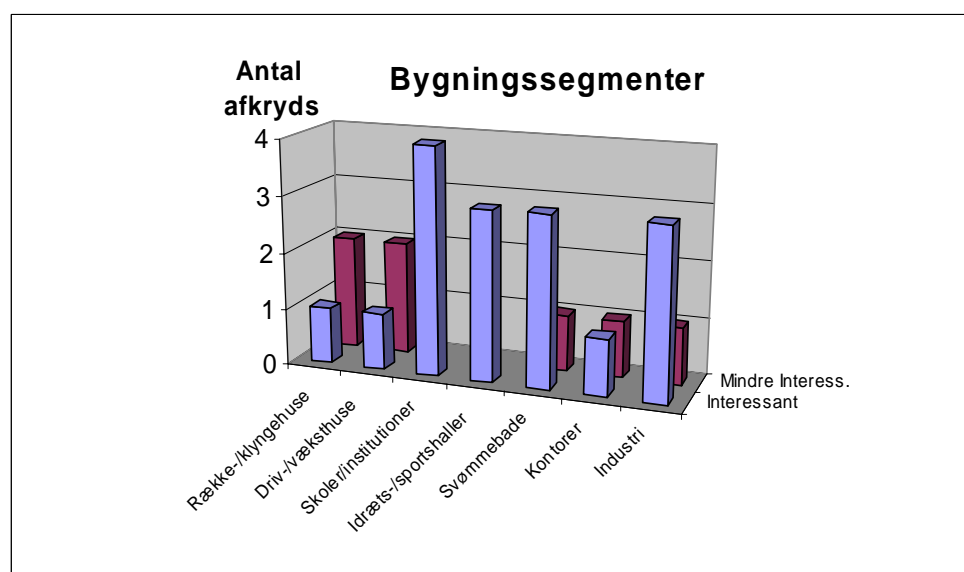
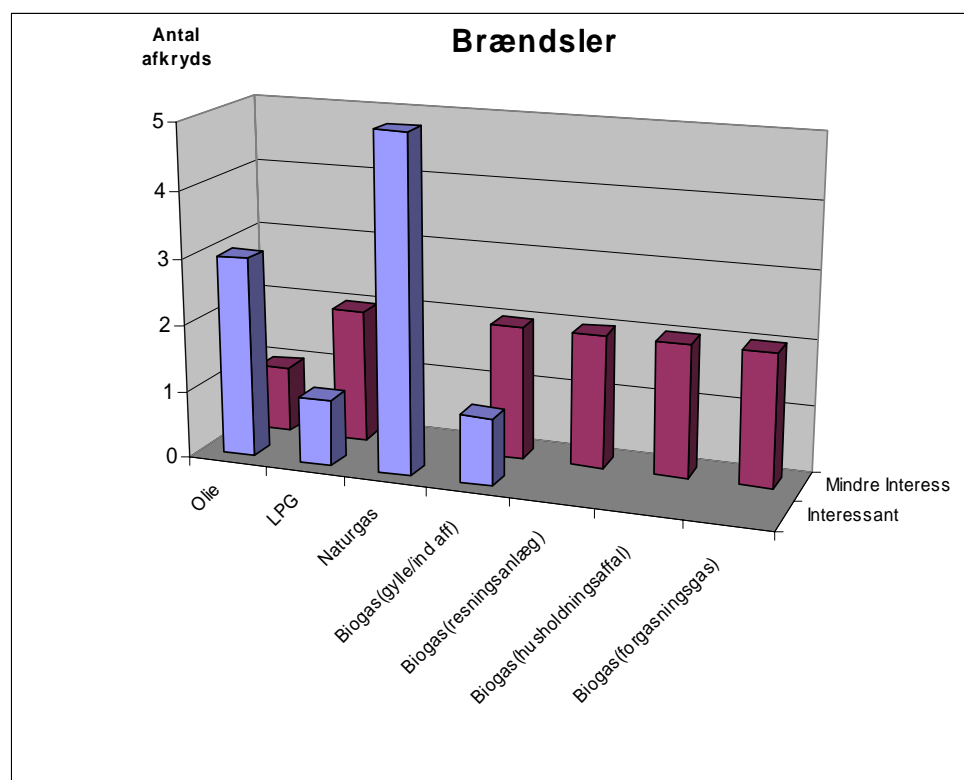
Plejecentret Bakkegården
Salling Ungdomsskole
Skælskør Folkehøjskole

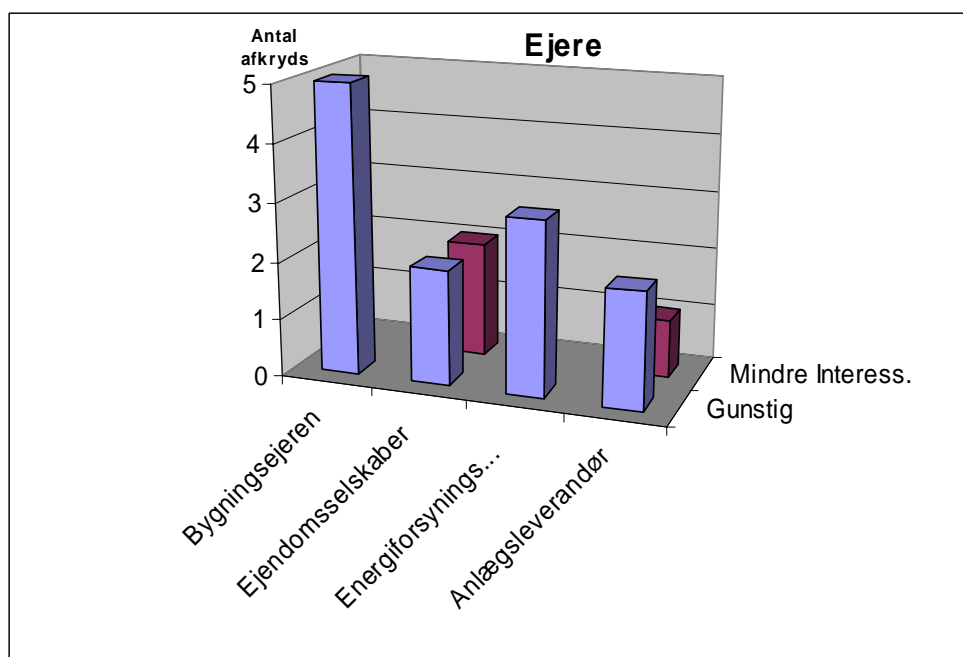
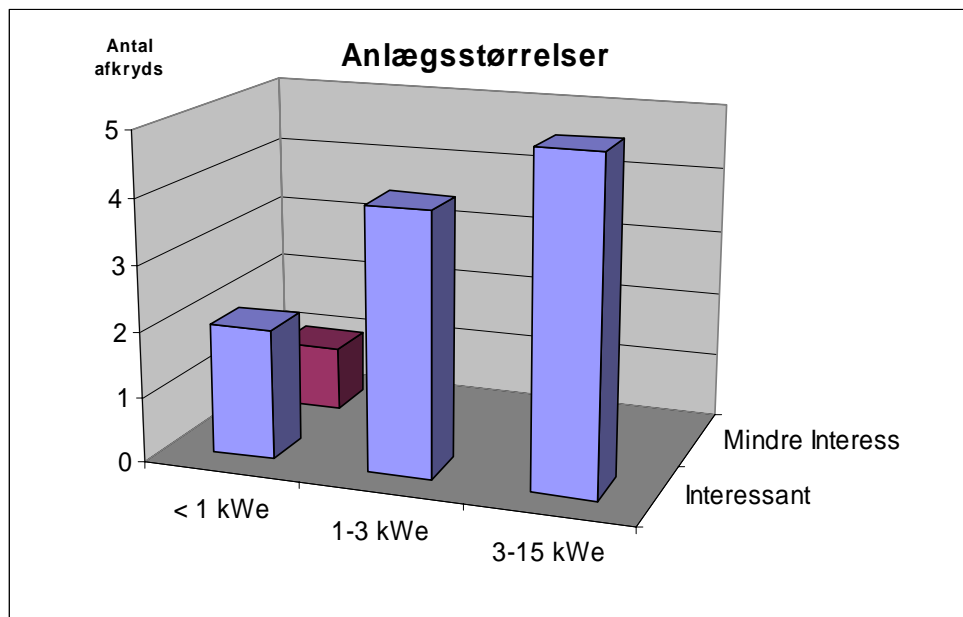
Energirådgivningscentre

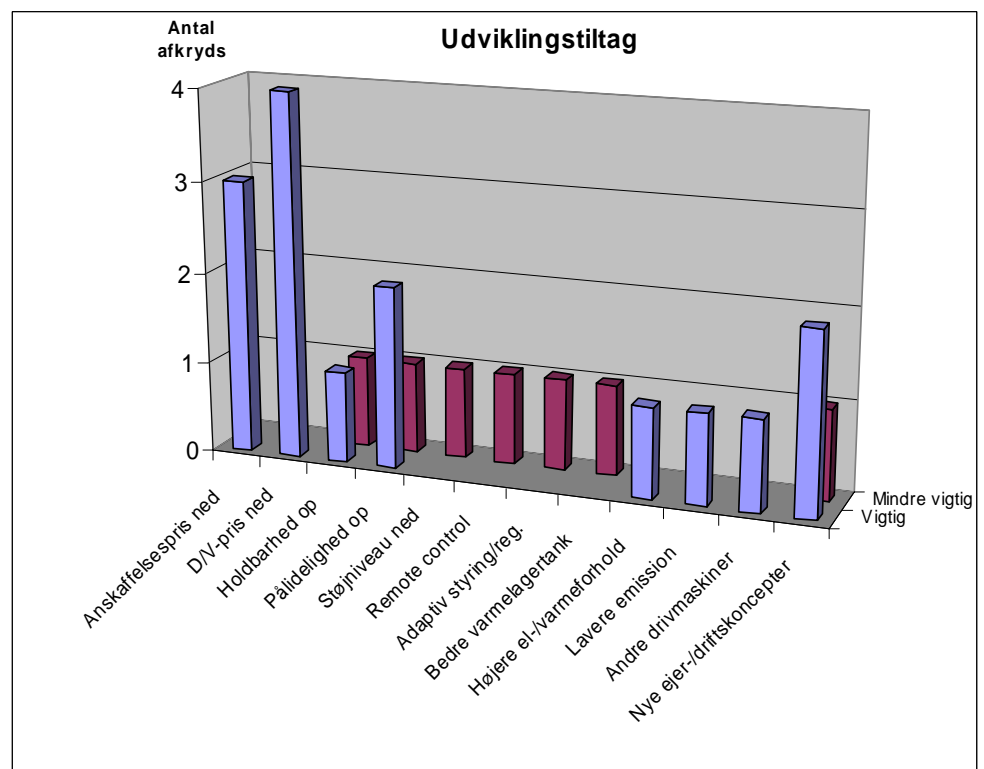
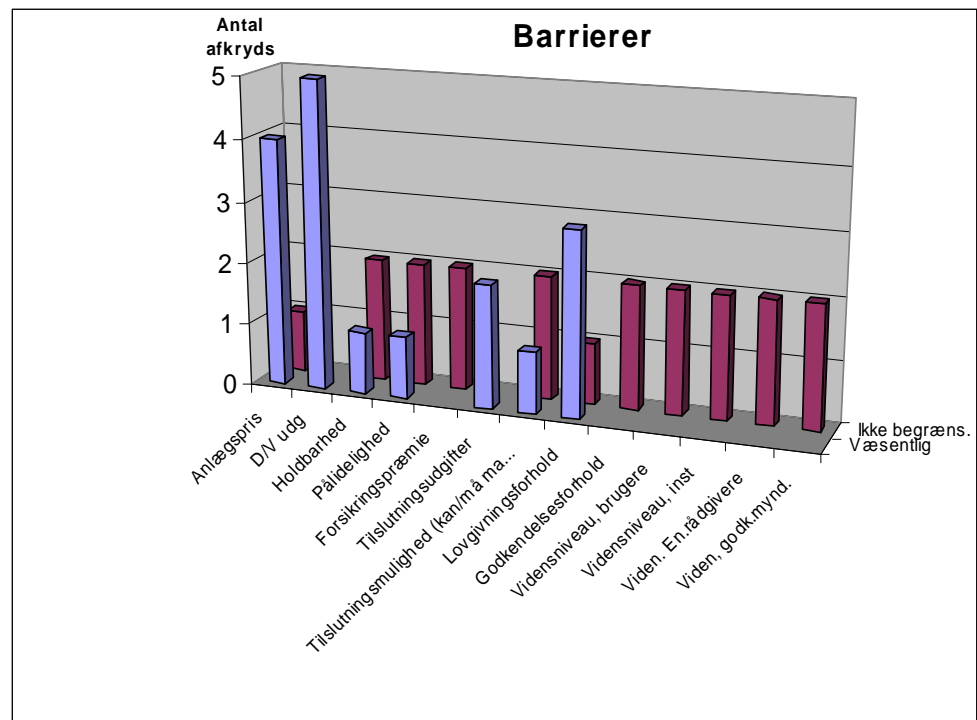
Energi Horsens
Energirådgivning Fyn

BILAG 3.2

Besvarelser fra energiselskaber

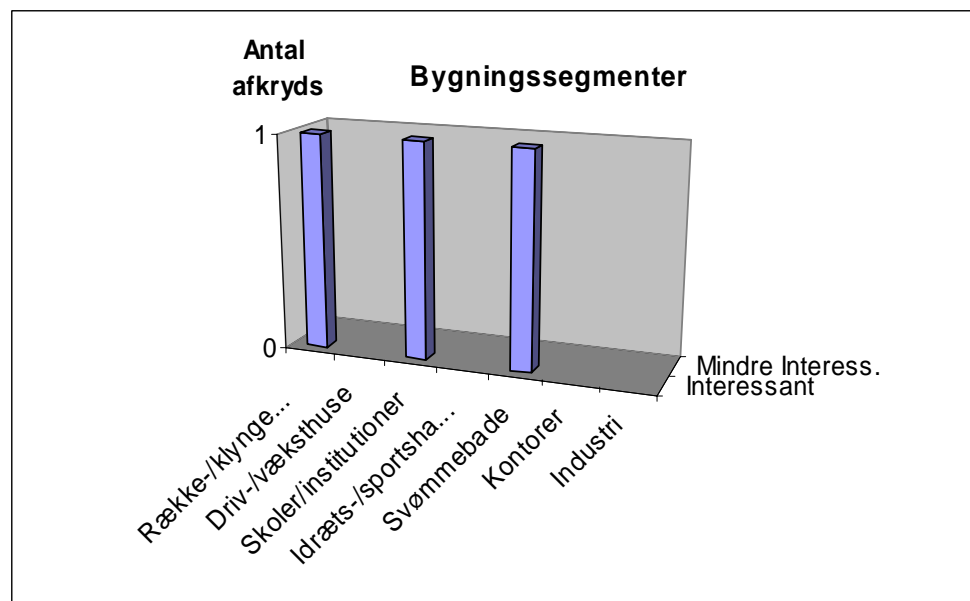
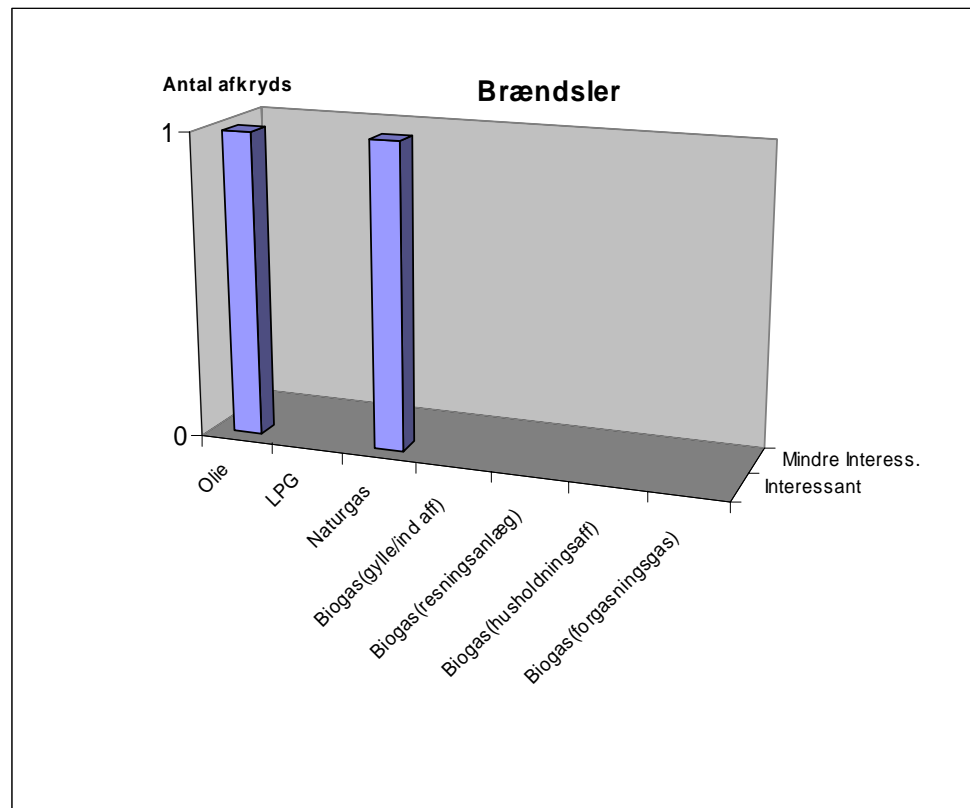


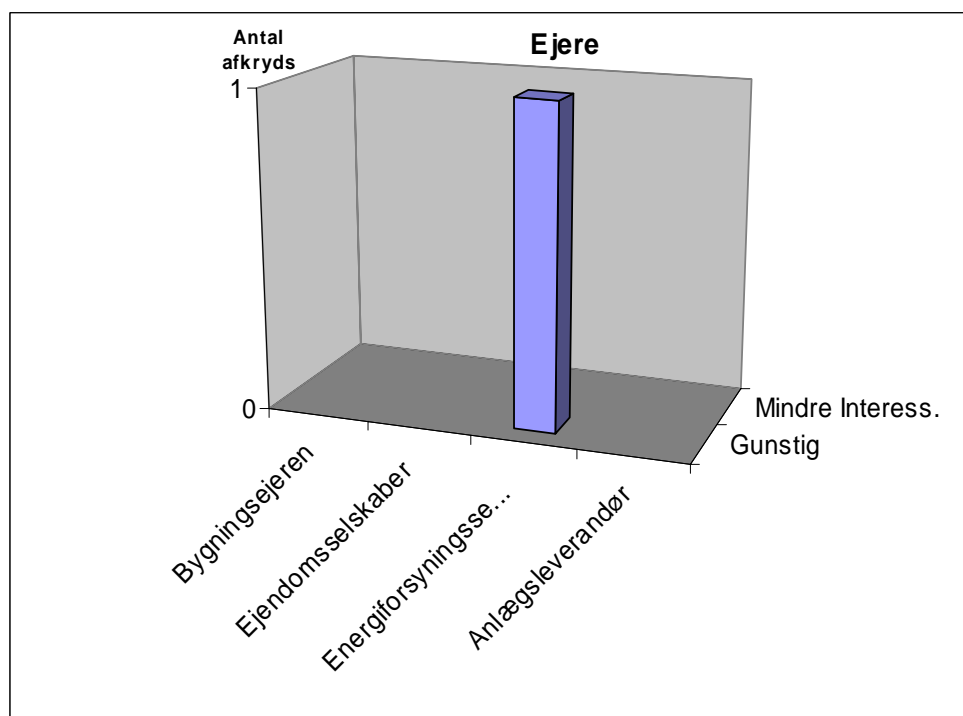
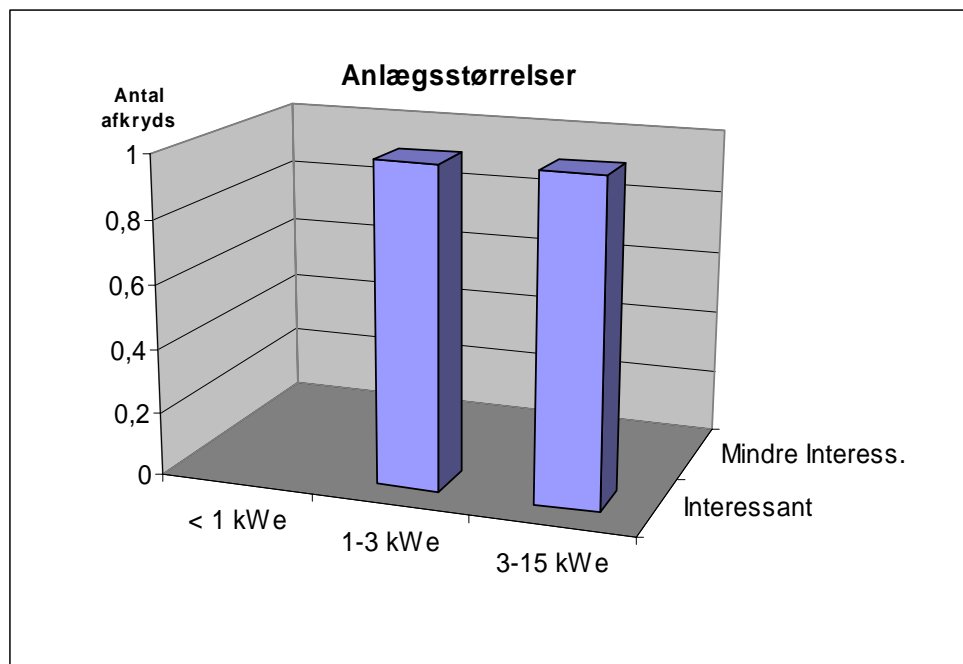


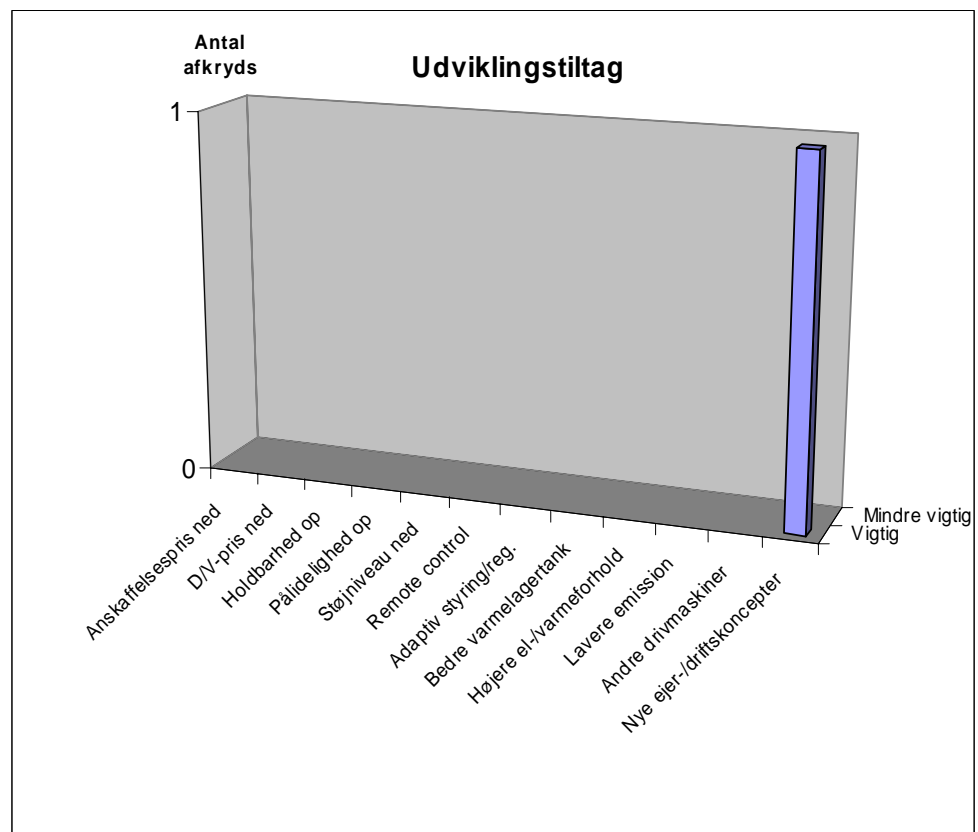
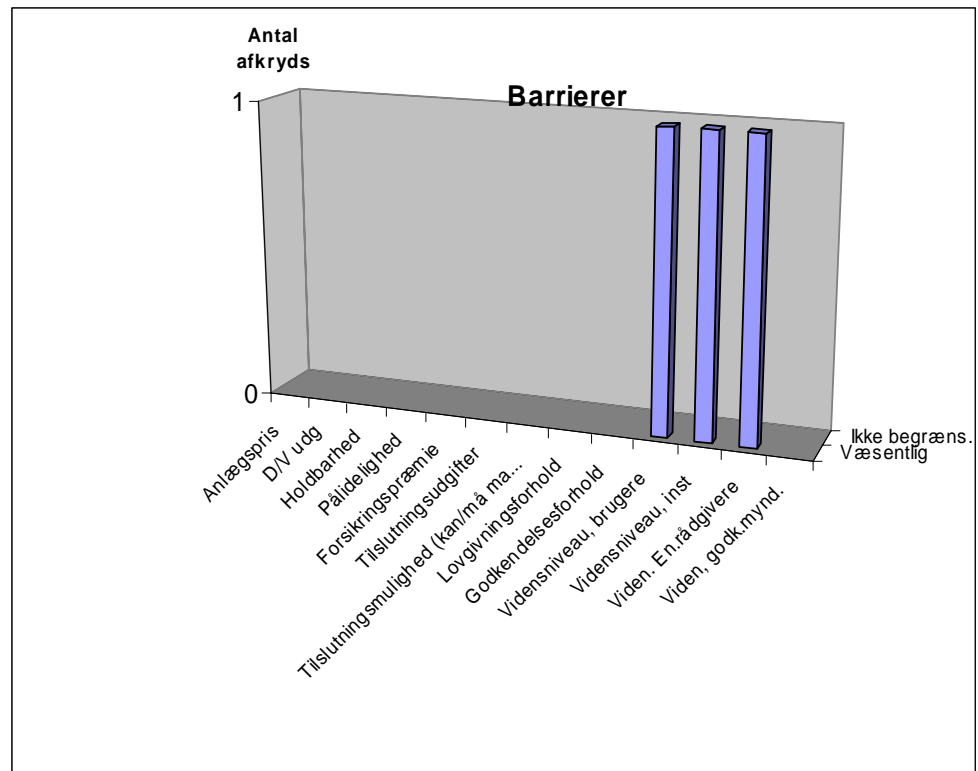


BILAG 3.3

Besvarelser fra ejere

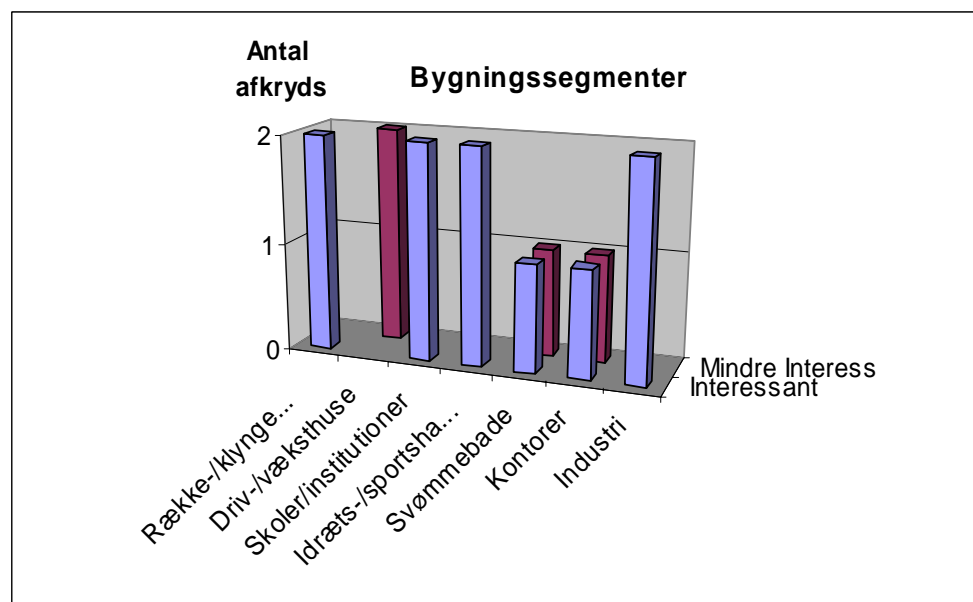
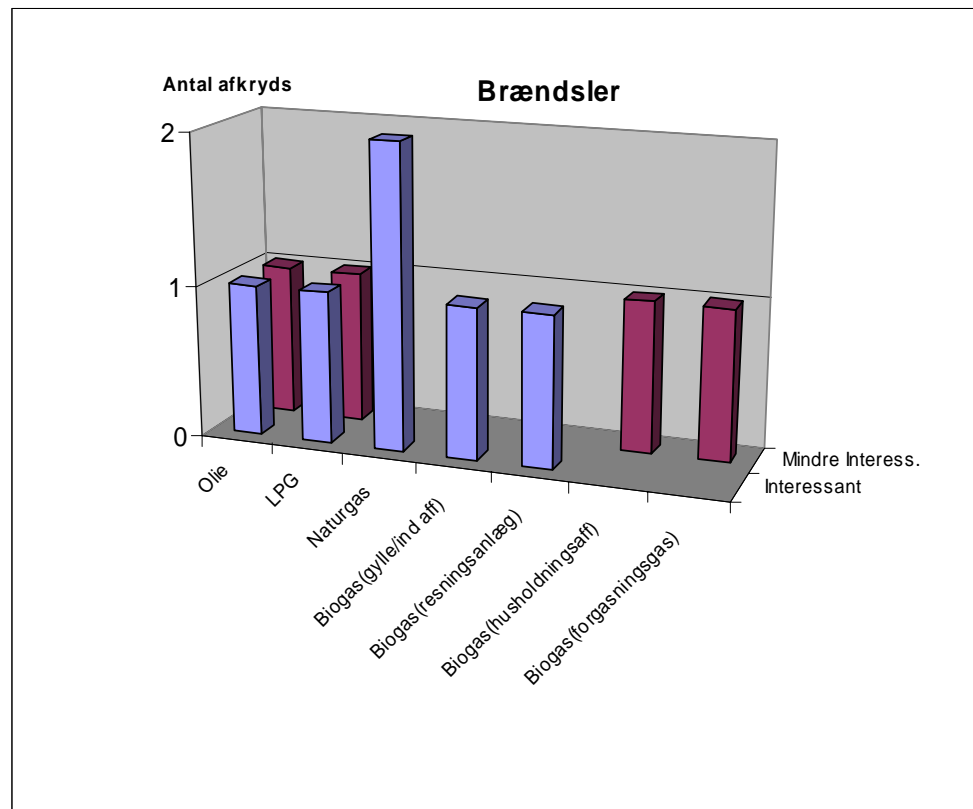


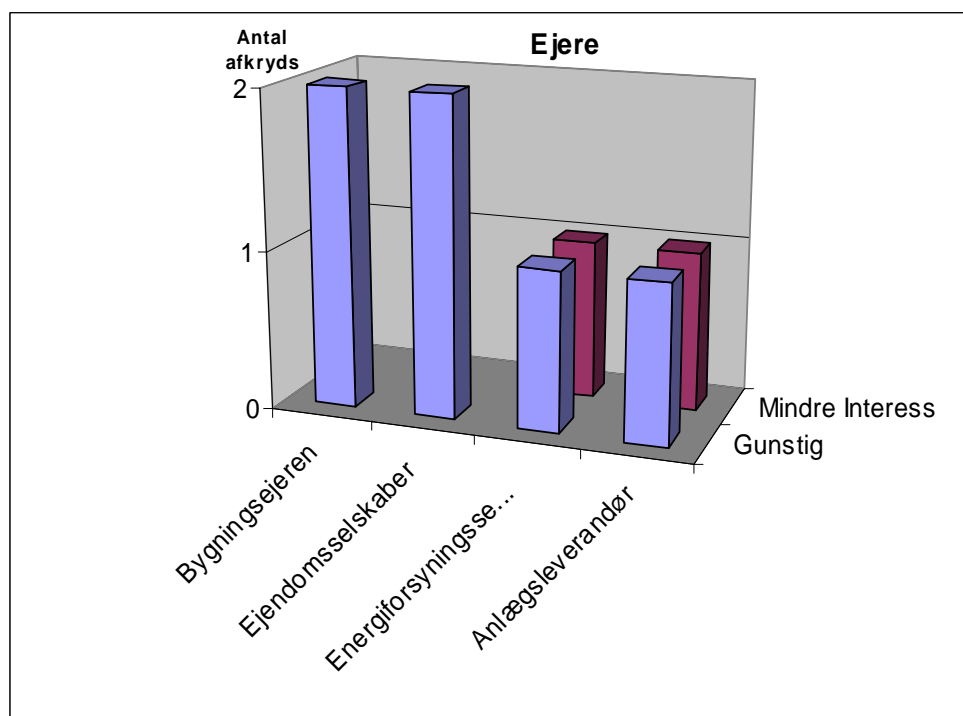
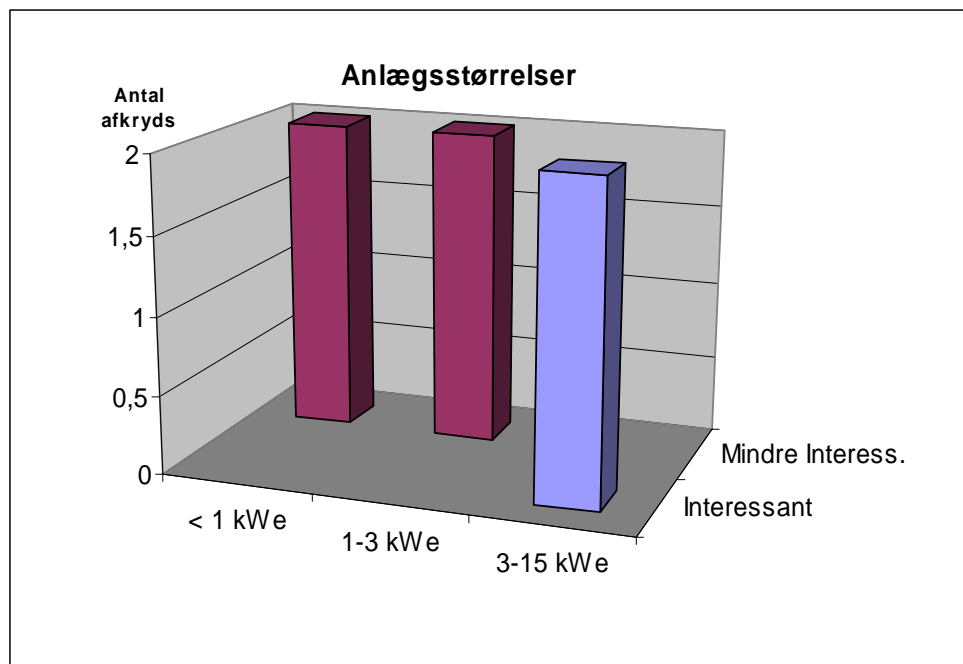


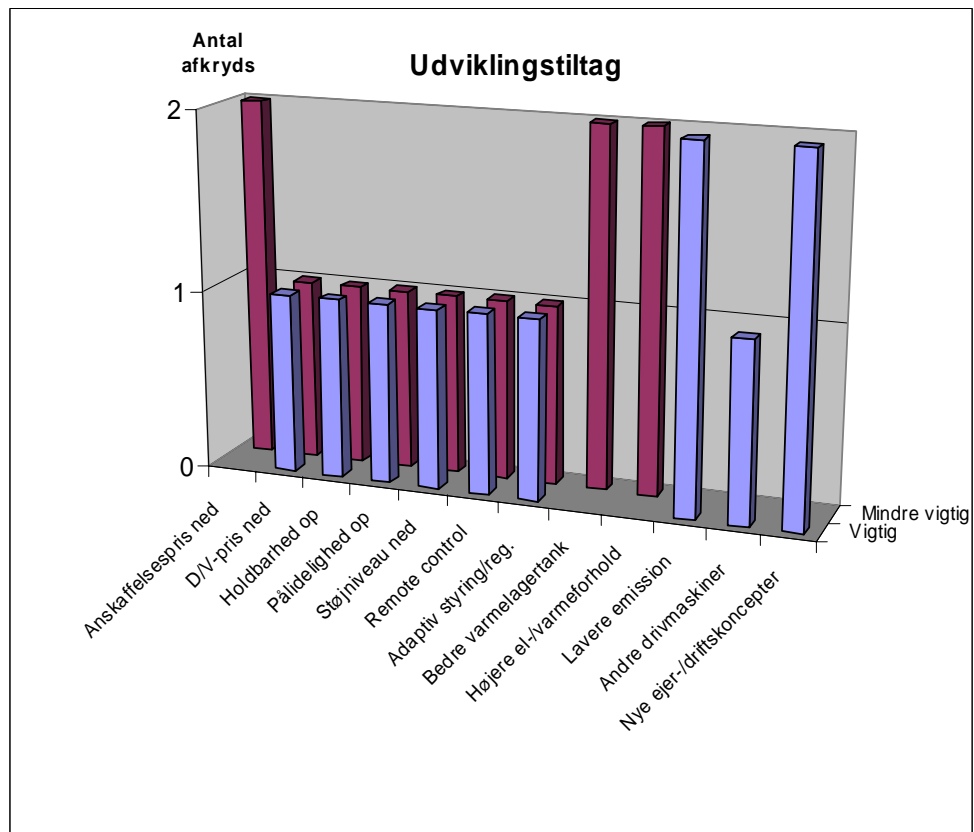
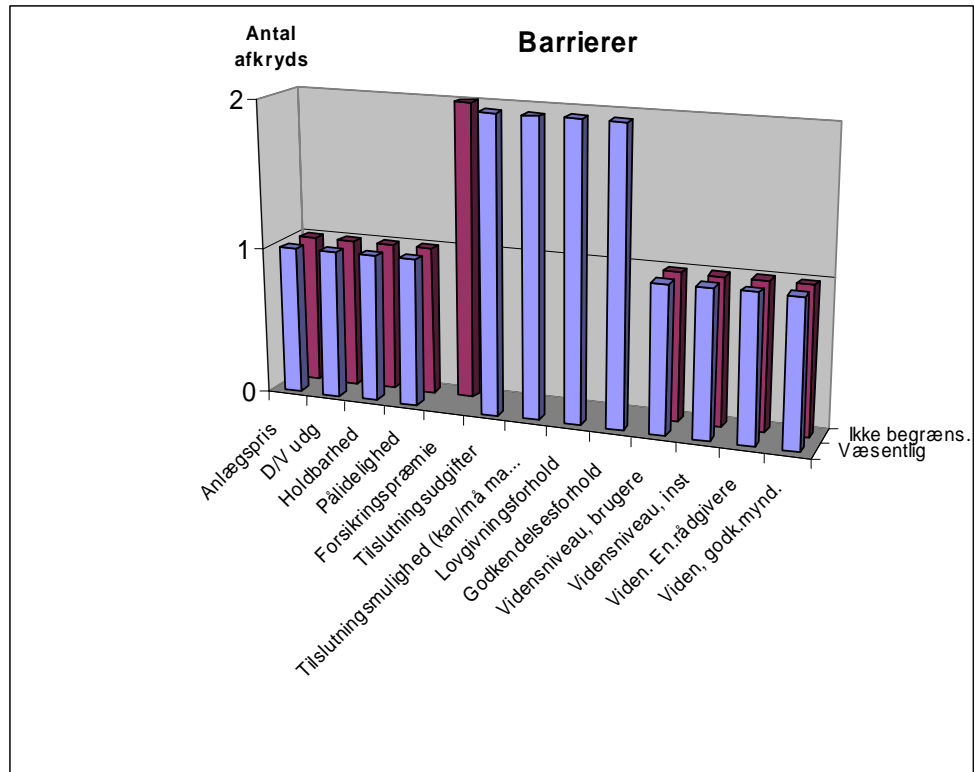


BILAG 3.4

Besvarelser fra anlægsleverandører

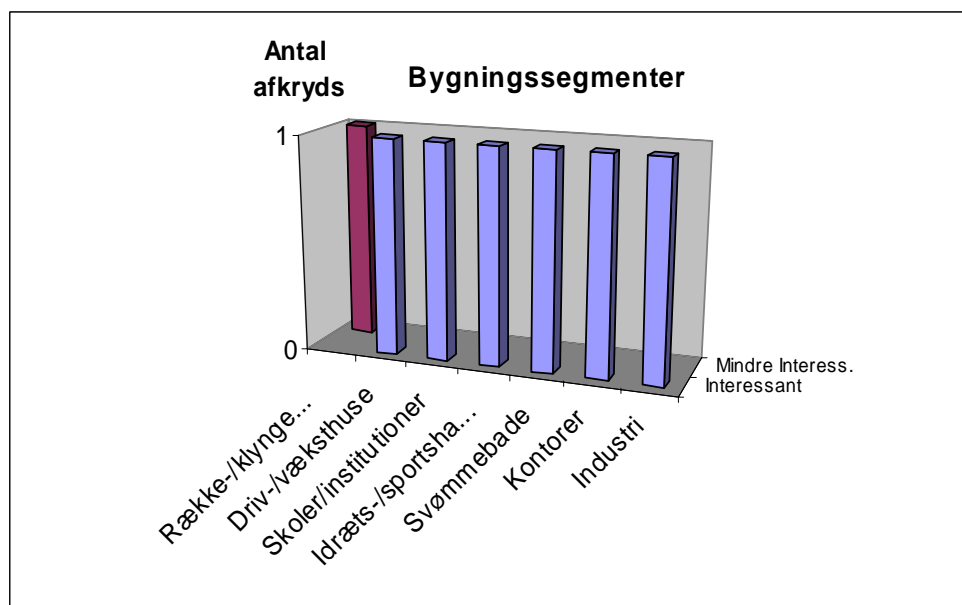
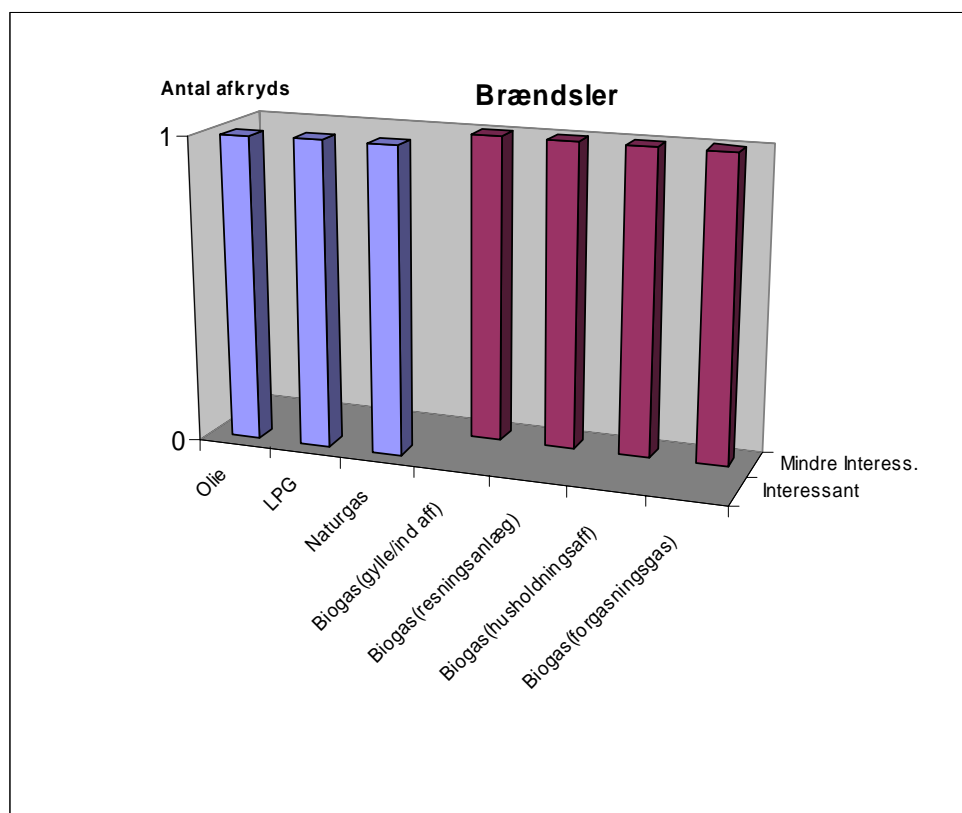


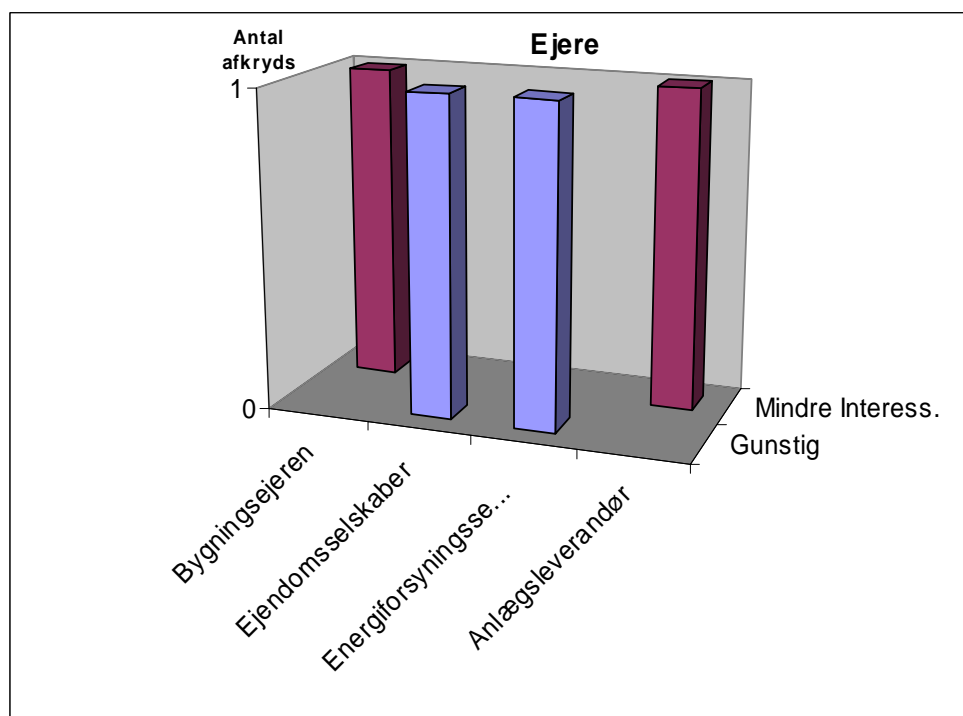
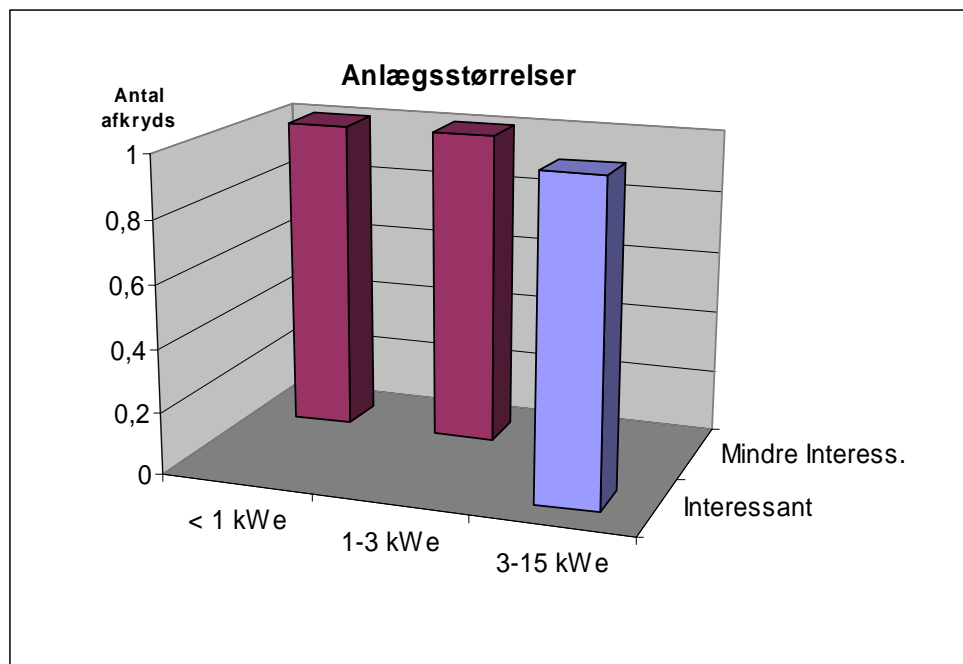


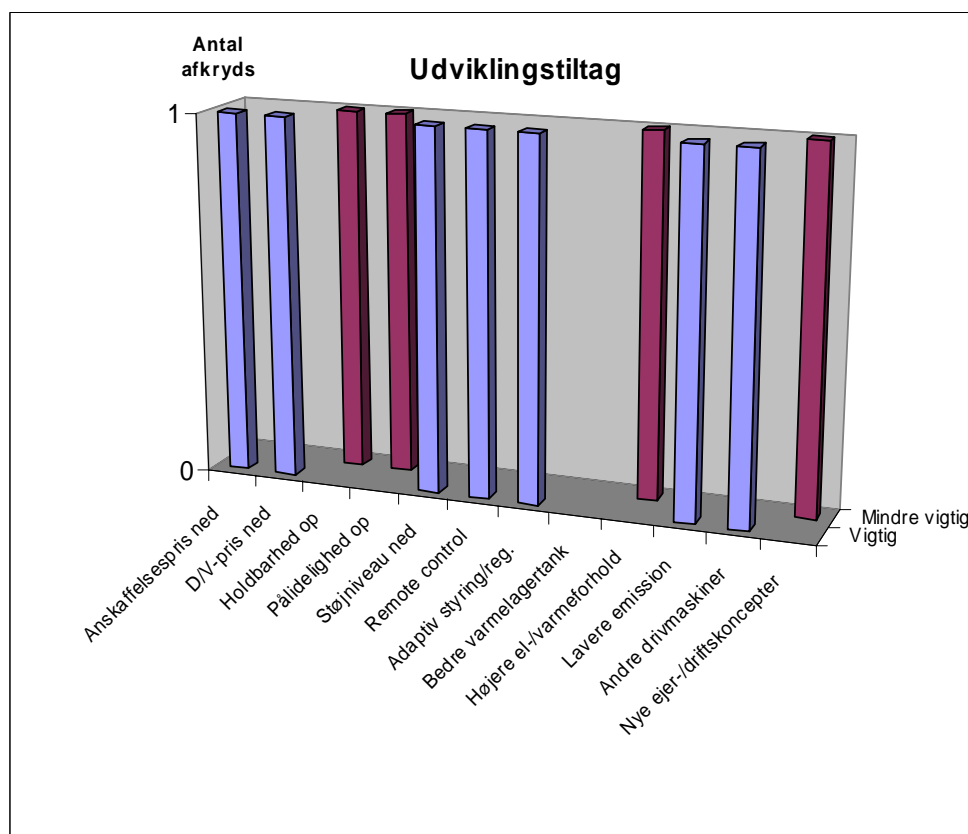
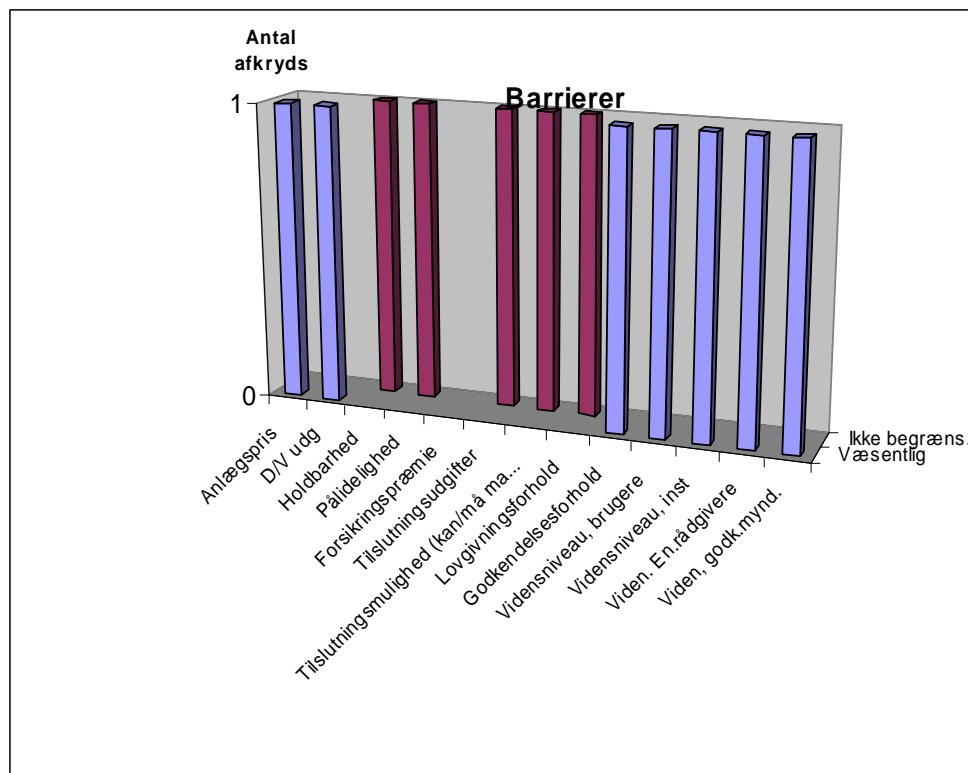


BILAG 3.5

Besvarelser fra interesseorganisationer

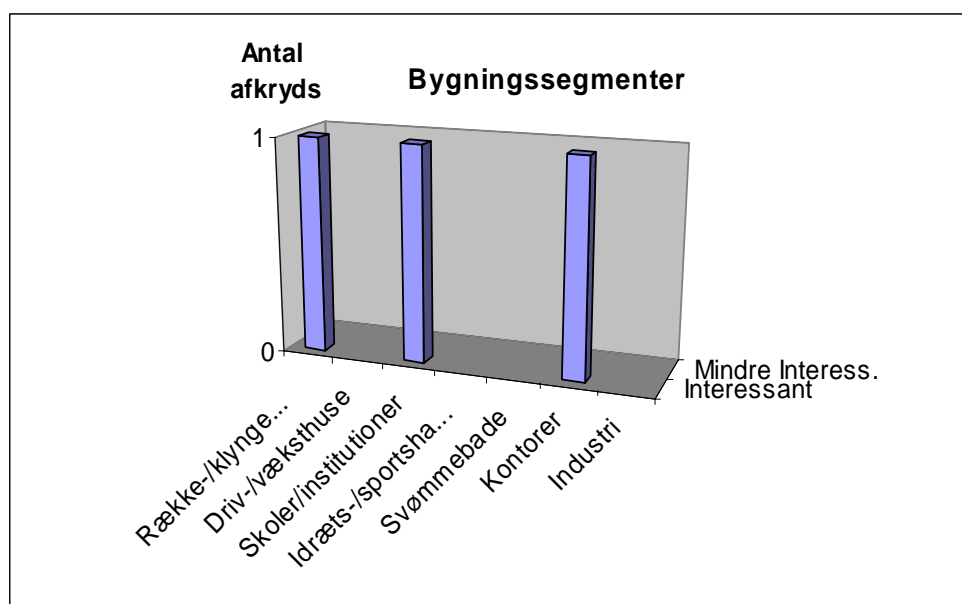
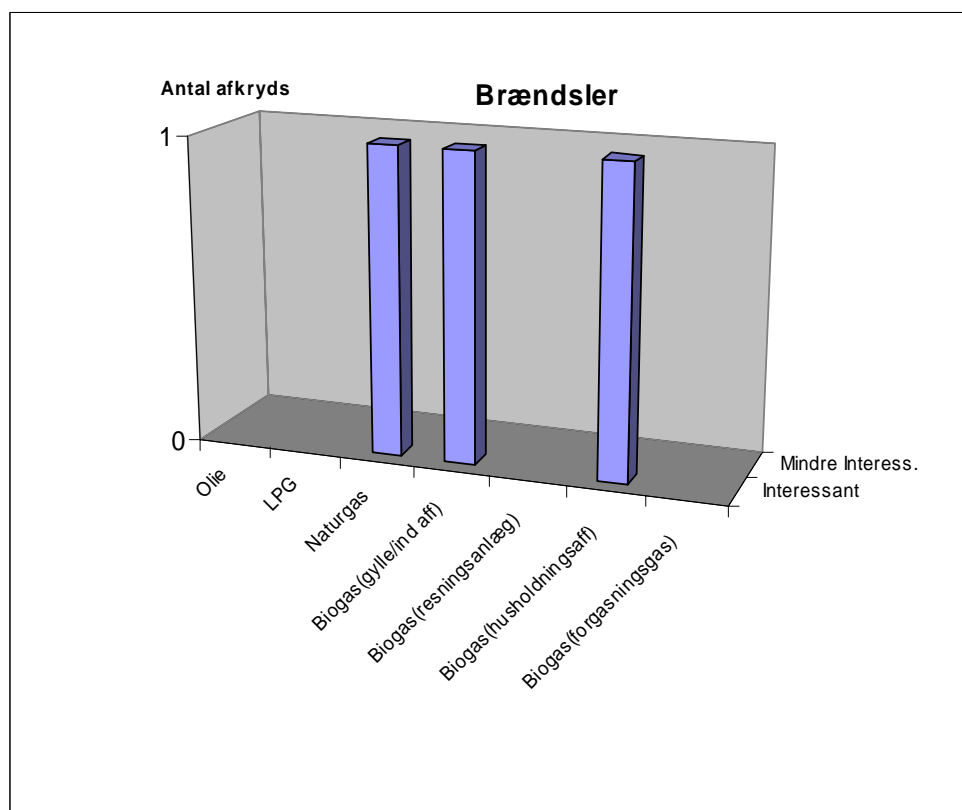


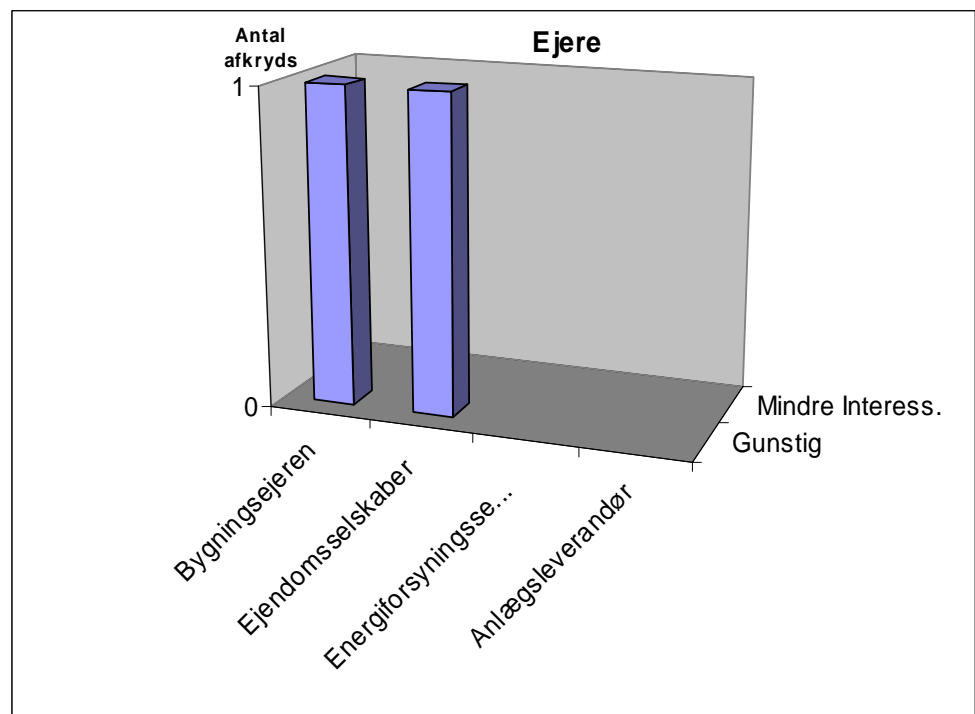
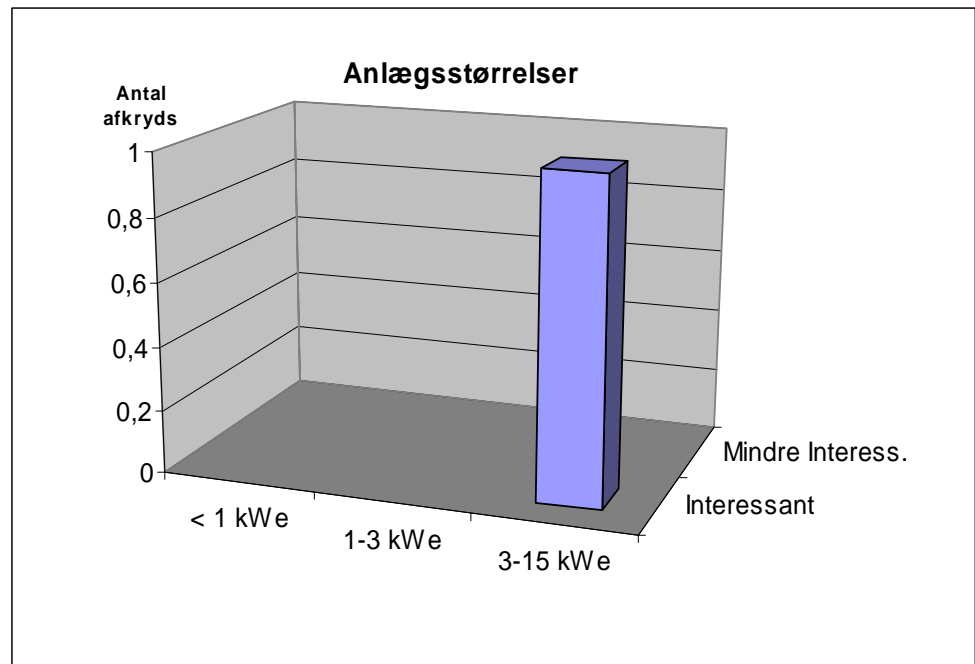


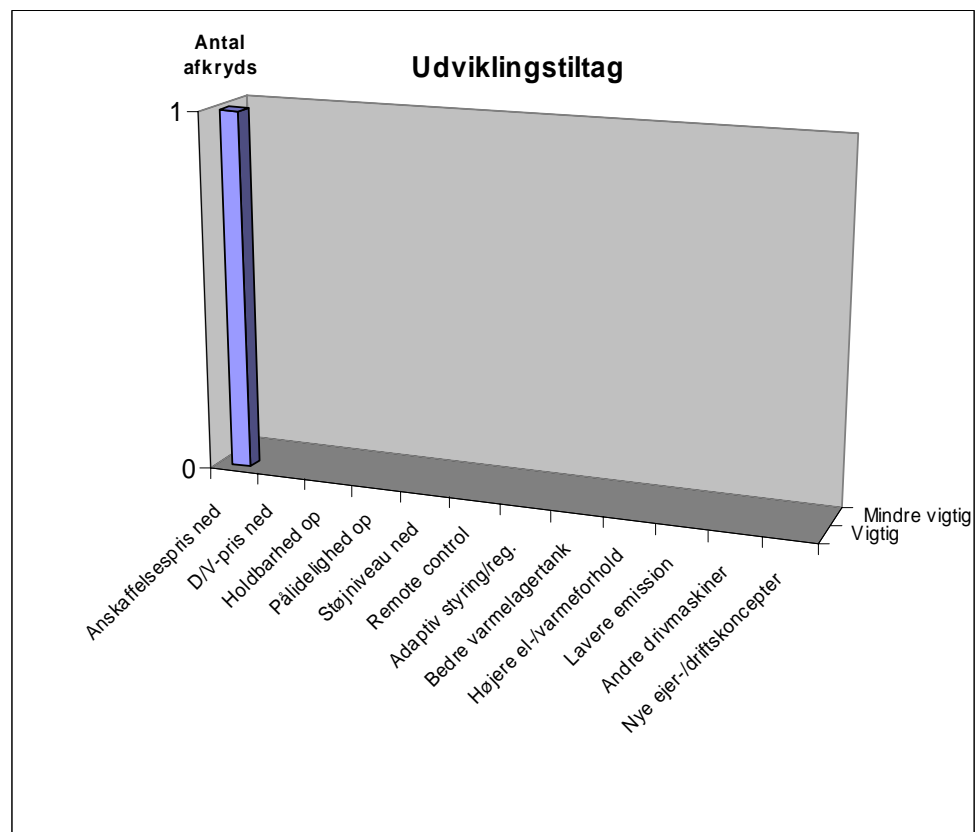
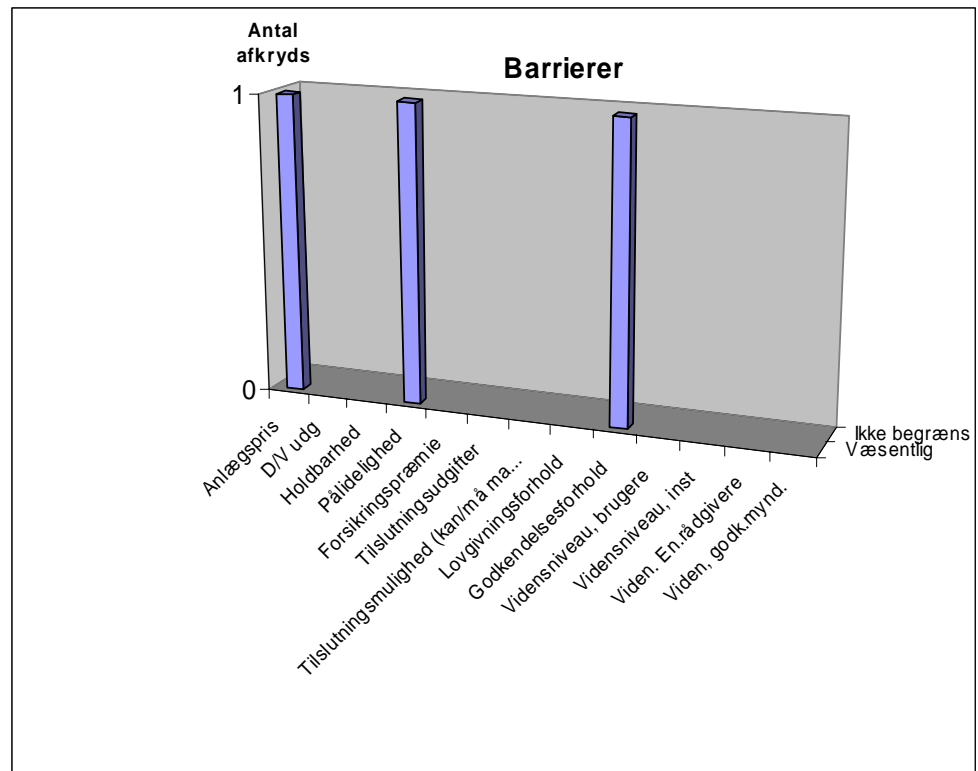


BILAG 3.6

Besvarelser fra energirådgivere







Beregningsresultater:

Økonomi beregning		
Her supplerer KV en eksisterende kedel		
Ingen felter skal udfyldes her, indtastning sker på inddata ark !!		
Årlig driftsøkonomi for KV enheden :		
Indtægt		
Sparet elkøb	14.800	kr/år
Salg af el	0	kr/år
Varme værdi	11.775	kr/år
<i>I alt :</i>	26.575	kr/år
Udgifter		
Gas, el prod	6.869	kr/år
Gas, varme	13.737	kr/år
D/V udg. KV	1.600	kr/år
<i>I alt</i>	22.206	kr/år
Driftsresultat, primær		
Indtjening	4.369	kr/år
Årlige omkostninger (overført)		
Gas, abonnement?	600	kr/år
El, abonnement ?	500	kr/år
(Andet 1)	0	kr/år
(Andet 2)	0	kr/år
(Andet 3)	0	kr/år
(Andet 4)	0	kr/år
<i>Total årl. faste omk</i>	1100	kr/år
Driftsresultat fratrukket årlige omkostninger		
Årligt driftsresultat	3.269	k/år

APPENDIKS 1.1

Stempelmotorbaseret units, teknologibeskrivelse

Mini/mikrokraftvarmeenheder baseret på traditionelle motorer i ydelsesområdet 0,1-15 kW_e

Kort beskrivelse

Traditionelle stempelmotorer har længe udgjort drivmaskinen i mikrokraftvarmeenheder. Motorer har i overvejende grad været modificerede motorer fra autobranschen eller industrimotorer. Disse har således typisk været 4-cylindrede vandkølede rækkemotorer, hvor tændingen som gasmotor foregår med tændrør. Visse af de mindste units har været baseret på 1-cylindrede motorer. Disse mini/mikrokraftvarmemotorbaserede enheder har, i modsætning til større (> 300 kW_e), normal ikke turbolader.

Motorerne er koblet direkte til asynkron generator, der drives ved 1500 eller 3000 omdrejninger pr. minut.

Varmeproduktion fra enhederne baseres på motorens kølevandskredsløb samt på køling af udstødsgassen.

Enhederne arbejder oftest som magerblandingsmotorer og kan være forsynet med oxidationskatalysator. Der findes også enheder, der baserer sig på såkaldt støkiometrisk drift, hvorved der skal lambdasonde og trevejskatalysator til for at bringe emissionen ned.

Enhederne leveres ofte i lyddæmpende kabinet, der også indeholder styringsautomatik, lyddæmper, evt. smøreliebeholder mv., se produkt eksempel herunder.



Fordele

- Kendt teknologi
- Kommercielt tilgængelig og cost-effective
- Rimelig virkningsgrad
- Stort driftserfaringsmateriale
- Relativt færre hightech dele

Ulemper

- Store enheder
- Et vist støjniveau
- Relativt højt emissionsniveau
- Relativ høj vedligeholds- og serviceomkostning

Tabel 1 Produktoplysninger for MKV baseret på traditionelle motorer

Fabrikat	Senertec	Ecopower	Energator
Model	Dachs HKA	Ecopower	Flere
Effekt (kW_e)	5,5	1,3-4,7	3/4/5,5/7,5
Totalvirkningsgrad, %	> 90	> 90	> 90
Elvirkningsgrad, %	28-30	25	i.a.
Levetid, h	> 80 000	> 40 000	i.a.
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	10,4-12,5	4,0-12,5	5/8/12/15
Emissioner			
Brændsel	Naturgas, fyringsolie, biodiesel	Naturgas, propane (med biodiesel og fyringsolie i fremtiden) (emissionsmål : ½ TA luft)	Naturgas/F-gas/biogas, fyringsolie/diesel/RME, planteolie
CO, mg/m ³	i.a.	150 (2-vejs kat.)	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	125 (3-vejs kat.)	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	~10 000	~12 000	10 000 – 19 000
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	commercial	Commercial	commercial
Link	www.senertec.de	www.ecopower.de	www.energator.de/ www.giese-gmbh.de
Bemærkninger			

Tabel 1 (fortsat)

Fabrikat	Höfler BKWK	EAW Energieanlagenbau GmbH	EC-Power
Model	"Plus 10"	To modeller	XRGI 12 NGAS XRGI 13G-TO NGAS
Effekt (kW_e)	9,0	6/8	4-12/4-13
Totalvirkningsgrad, %	i.a.	~90.	>93
Elvirkningsgrad, %	i.a.	i.a.	>25
Levetid, h	i.a.	i.a.	i.a.
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	21	i.a.	19-30/17-29
Emissioner			
Brændsel	Naturgas, F-gas TA Luft	Naturgas, biodiesel	Naturgas Uden kat/med kat.
CO, mg/m ³	300	i.a.	785/4
NO _x , mg/m ³	250-500	i.a.	540/361
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	1065/419
Økonomi			
Investering, Euro	~12 000	~11 000/14 000	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Commercial	Near-commercial	Commercial
Link	www.hoefler-bhkw.de	www.eaw-energieanlagenbau.de	www.ecpower.dk
Bemærkninger	PKW-Motor VW-Skoda 781.136 G	Not suitable for the mass housing yet	ECP modificeret Ford gasmotor/Toyota

Tabel 1 (fortsat)

Fabrikat	Yanmar	Biklim (Fiat Totem)	Honda/ Ecowill,
Model	YCP9800	Base 7/Base 15/ Stand By 15*	GE160V
Effekt (kW_e)	9,8/8,2	7/15/0-14,5	1
Totalvirkningsgrad, %	82-83/80-81	90-92	96
Elvirkningsgrad, %	23-25	22-28	20
Levetid, h	i.a.	i.a.	20 000
Serviceinterval, h	6 000	i.a.	6 000
Varmeydelse, kWt	i.a.	20/39/13-39	3,25
Emissioner			
Brændsel	Naturgas, F-gas	Naturgas, F-gas, biogas	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	>2 000 (uden kat.)	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	780 (uden kat.)	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	2840 (uden kat.)	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	Ikke præcist angivet	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Commercial	Commercial	
Link	http://www.yanmar.co.jp		http://mkv.dgc.dk
Bemærkninger	Sælges p.t. i Japan	Produktionen er tilsyneladende stoppet i Italien	Sælges p.t. i Japan

Tabel 1 (fortsat)

Fabrikat	KraftWerk Kräft Wärme Kopplung GmbH	Aisin Seike Ltd.	Öko Energiesysteme GmbH
Model	Mephisto G15	Aisin G-60	ÖES 8 DS
Effekt (kW_e)	5-14	6	8,2
Totalvirkningsgrad, %	100	85	77
Elvirkningsgrad, %	32	28	28
Levetid, h	80 000	i.a.	48
Serviceinterval, h	i.a.	8 760	i.a.
Varmeydelse, kWt	29	12	14
Emissioner			
Brændsel	Naturgas, F-gas, biogas	Naturgas, propan	Naturgas, biogas, fy- ringsolie, planteolie
CO, mg/m ³	150 (Oxi-kat)	i.a.	650 (uden kat.)
NO _x , mg/m ³	< 500 (Oxi-kat)	i.a.	2500 (uden kat.)
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	i.a.	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Commercial	Near-commercial	Commercial
Link	www.kraftwerk-bhkw.de	www.aisin.com	www.energie-as.de
Bemærkninger	Motor Ford DOC 420		Motor Kubota D1703-E

APPENDIKS 1.2

Stirling-motorbaseret kraftvarmeunits, teknologibeskrivelse

Mini/mikrokraftvarmeanheder baseret på Stirling-motor ydel- sesområdet 0,1-15 kW_e

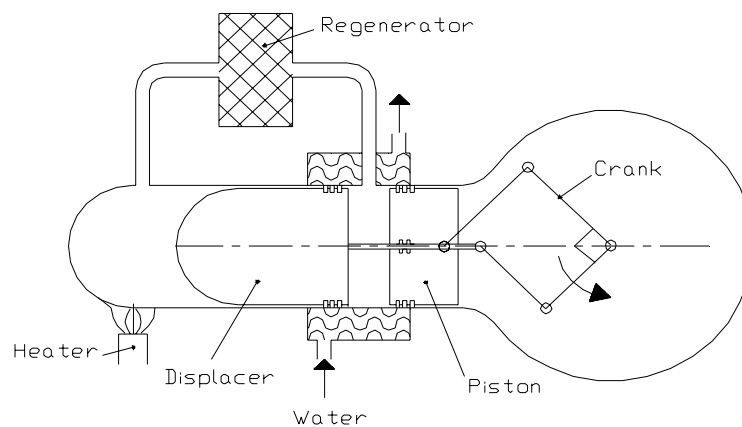
Kort beskrivelse

Stirling-motoren er en ekstern forbrændingsstempelmotor. Stirling-motorer konverterer enhver temperaturforskelle direkte til mekanisk bevægelse. Kort forklaret virker Stirling-motoren ved, at man skubber en indesluttet mængde gas (luft, helium, m.m.) mellem et kammer, hvor gassen opvarmes, og et kammer, hvor gassen afkøles. Varm luft vil udvide sig og trække sig sammen, når det afkøles, i forhold til omgivelsernes luft. Dette benyttes via stempler til at skubbe og trække i stempelstænger, og herved kan mekanisk energi udvindes.

Stirling motoren er en slags varmluftmotor idet forbrændingen forgår ”udenfor” cylinderen/cylindrene.

Den mekaniske udførelse kan bl.a. laves på følgende 2 måder:

- Kinematic Stirling Engines
- Free-Piston Stirling Engines



Fordele

- Lavt emissions- og vibrationsniveau
- høj effektivitet
- Ekstern forbrænding giver mulighed for bredt valg af brændsel
- Lavt service behov
- Lang levetid
- Relativt lav pris

Ulemper

- Begrænsede dellast egenskaber
- Lang start tid
- Energiforbrug til startmotor

Tabel 2 Produktoplysninger for MKV baseret på Stirling-motor

Fabrikat	Whisper Tech (New Zealand)	Microgen Energy Limited (BG group)	ENATEC Infinia [STC Inc.] (USA) & ENATEC micro-cogen BV (Neth- erlands)
Model	AC WhisperGen/ DC WhisperGen	MicroGen	
Effekt (kW_e)	1,2/0,8	1	1
Totalvirkningsgrad, %	90-96	93	i.a.
Elvirkningsgrad, %	12	16	11 (mål – 25)
Levetid, h	7500 (eller 3 år)	i.a.	i.a.
Serviceinterval, h	2 000	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	8/5,5	15/24/36	6-24
Emissioner			
Brændsel	Naturgas/ F-gas, Diesel, Kerosen	Naturgas, F-gas	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	i.a. (målsætning ca 1000 euro)	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Near-commercial (end of year 2005)	Near-commercial (2007)	Near-commercial (2008)
Link	www.whispertech.co.nz http://www.whispergen.com/	www.microgen.com	www.enatec.com

Bemærkninger

Tabel 2 (fortsat)

Fabrikat	DISENCO (Sigma) (Storbritanien)	SIG (Schweizerische Industrie- Gesellschaft) (Schweiz)	Solo Kleinmotoren GmbH (Tyskland)
Model			Solo Stirling 161
Effekt (kW_e)	3	1,2	2-9,5
Totalvirkningsgrad, %	>90	90	92-96
Elvirkningsgrad, %	25	25	22-24
Levetid, h	i.a.	> 50 000	i.a.
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.	5 000 - 8000
Varmeydelse, kWt	9 (op til 15)	6	8-26
Emissioner			
Brændsel	Naturgas, propan	Naturgas (med fyrings- olie i fremtiden)	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.	Maks. 50
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.	Maks. 80
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	Maks. 2
Økonomi			
Investering, Euro	~2 400	>2 400	18 500
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Re-engineering	Near-commercial	Commercial
Link	www.disenco.com	www.sig-group.com	www.stirling-engine.de

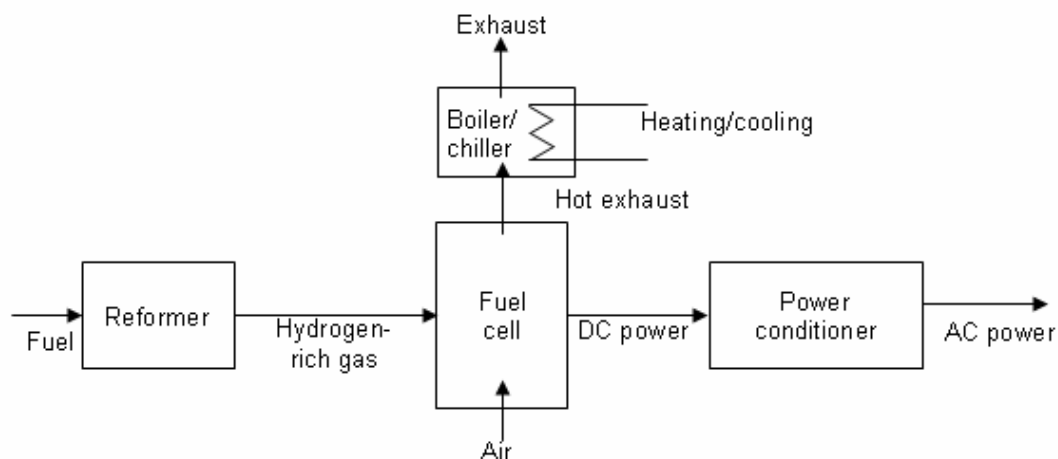
Bemærkninger

APPENDIKS 1.3

Kraftvarmeunits baseret på brændselsceller

Mini/mikrokraftvarmeheder baseret på brændselsceller ydelsesområdet 0,1-15 kW_e

Kort beskrivelse



Kilde: MicroMap Study, European Commission SAVE programme

De forskellige typer brændselsceller benytter forskelligt brændsel og har samtidig navn efter den elektrolyt (membran) som benyttes i brændselscellen.

Proton Exchange Membrane (PEM) brændselsceller arbejder ved relativt lave temperaturer og kan hurtigt variere effekten, hvilket gør det muligt hurtigt at tilpasse den producerede effekt til den øjeblikkelige effektefterspørgsel. Derfor egner PEM-celler sig specielt godt til udstyr, der kræver hurtig opstart, fx køretøjer og elektriske apparater. Følgelig er PEM-cellen den foretrukne brændselscelletype til brug i køretøjer. PEM-celler består af en tynd polymermembran, der tillader brintioner at trænge igennem. Membranen er på begge sider belagt med tynde porøse katalysatorlag, der fungerer som henholdsvis katode og anode.

Til trods for at cellerne er relativt langt udviklet, og har en ”prækommerciel” status, er der stadig behov for udvikling, hvis de senere skal kunne konkurrere med eksisterende teknologi, eksempelvis forbrændingsmotoren i en bil.

Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC) brændselsceller er på nuværende tidspunkt, og sammen med PEM-cellen, den mest udbredte af samtlige brændselscelletyper. Over 200 brændselscelleanlæg er blevet installeret verden

over – i hospitaler, hoteller, kontorbygninger, skoler, lufthavne etc. Cellen vurderes dog at have ringe fremtidsudsigter i forhold til de andre brændsels-celler.

Alkaline Fuel Cell (AFC) typen har i en lang årrække været anvendt af NASA på rumfærger og i månekøretøjer. Cellen er meget dyr at fremstille. Flere virksomheder arbejder dog på at reducere kostprisen og optimere tek-nikken.

Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC). Der er store forventninger til MCFC-brændselscellen på grund af den høje virkningsgrad. Stationære demonstra-tionsprojekter har været gennemført i USA, Japan, Italien, Danmark, Tysk-land og Holland.

Direct Methanol Fuel Cell (DMFC) er en forholdsvis ny celletype. DMFC-cellen ligner PEM-cellen ved, at der benyttes en polymermembran som elektrolyt. Men hvor PEM-cellen kun kan fungere på ren brint, kan anoden i DMFC-cellen udtrække brint direkte fra det benyttede brændsel, metanol (træsprit). Herved undgås det at skulle benytte en brændselsreformer. Det forventes, at der kan opnås en elvirkningsgrad på 40 % med denne type brændselscelle. En væsentlig fordel er, at cellen fungerer på et flydende brændsel. Det gør den bl.a. velegnet til brug i små bærbare enheder (fx computere og mobiltelefoner) og har betydet, at bilindustrien er begyndt at interessere sig for teknologien.

Der er i de senere år sket betydelige fremskridt inden for DMFC-teknologien. De første prototyper er udviklet, og man nærmer sig i dag et kommercielt produkt. Der er dog stadig materialeteknologiske udfordringer forbundet med udviklingen af cellens membran.

Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) er også en ny og meget lovende celletype. Cellen fungerer ved høje procestemperaturer (700-900 °C), og nyttevirknin-gen ved elproduktionen kan nå helt op på 60 %. I SOFC-cellen benyttes et hårdt keramisk materiale som elektrolyt i stedet for en flydende elektrolyt, som kan modstå høje temperaturer.

Cellen er velegnet til store industrielle anlæg og som energiforsyning i stør-re skala, som det kendes fra kraftvarmeværker. Også til mindre anlæg kan

teknologien benyttes, og i Danmark forskes der i at udvikle anlæg ned til få kW. Afgørende for SOFC-cellens udbredelse er bl.a., hvorvidt det lykkes at sænke temperaturen i cellen. De høje temperaturer stiller bl.a. af korrosionsmæssige årsager særlige materialekrav, hvilket medfører høje materialeomkostninger. Der foregår en del forskning rettet mod at sænke temperaturen i brændselscellerne. Dansk forskning har vist gode resultater på dette område, og det lykkes til stadighed at sænke temperaturen. Der er dog stadig lang vej til et kommercielt produkt.

Kilde: Teknologisk fremsyn - Fremtidens Energi, IDA, februar 2003.

Fordele

- Mulighed for høj el-effektivitet (30-50 %)
- Lave emissioner (så godt som ingen NO_x, SO_x eller partikler)
- Flere celletyper har god lastændringsevne.
- Brændselsceller har i et vist omfang mulighed for at tilpasse el- og varmeproduktionsforholdet efter behovet

Ulemper

- Fortsat høj anskaffelsespris
- Komplekst design
- De mange hjælpeaggregater kan give en vis støj.

Fortsat behov for Forskning, udvikling, demonstration.

Projected Performance Characteristics for Fuel Cells in Micro and Mini CHP Applications (< 1 to 100 kW_e)

	Year	Electrical efficiency (%)	Overall efficiency (%)	Installed cost (\$/kW)	Non-fuel O&M costs (c/kWh)	Life time (Yrs)	NO _x emissions (ppm)	Noise (dBA at 1 m)
Low temperature (PAFC, AFC, PEM)	2000	30-40	70-85	2000-3000	1.5-2	10-15	1	65
	2005	30-40	75-85	1500-2000	1-2	10-15	<1	55-60
	2010	30-45	75-85	750-1000	0.5-1.5	10-15	<1	50
	2015	30-50	75-85	500-750	0.4-1.3	10-15	<1	< 50
	2020	30-50	75-85	400-700	0.3-1.1	10-15	<1	< 50
High temperature (SOFC)	2000	35-45	70-85	2000-3000	1.5-2.5	12-15	< 1	65
	2005	40-55	75-90	1500-2000	1-2	10-15	<1	55-60
	2010	50-60	75-90	1000-1500	0.5-1.5	10-15	<1	50
	2015	50-60	75-90	800-1200	0.4-1.3	10-15	<1	< 50
	2020	50-60	75-90	600-1000	0.3-1.1	10-15	<1	< 50

Kilde: (MicroMap)

Tabel 3 Produktoplysninger for MKV baseret på brændselscelle

Fabrikat	Vaillant	Baxi/ European Fuel Cell	Sulzer Hexis (Schweiz)
Model	PlugPower PEM Euro 1/Euro 2		HXS 1000 Premiere/ Galileo (SOFC)
Effekt (kW_e)	1-4,6	1,5	1
Totalvirkningsgrad, %	>80	>80	>90
Elvirkningsgrad, %	>35	i.a.	25-30 (mål >30)
Levetid, h	80 000	i.a.	i.a.
Serviceinterval, h	~17 000 (2 år)	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	1,5-7/3-11	2,9+15	2,5
Emissioner			
Brændsel	Naturgas	Naturgas	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	i.a.	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Near-commercial	Near-commercial	Near-commercial (2006)
Link	www.vaillant.com	www.europeanfuelcell.de	www.hexis.com
Bemærkninger	Field-testing		

Tabel 3 (fortsat)

Fabrikat	Ceramic Fuel Cells Limited (CFCL)	Ebara Ballard Corporation
Model		
Effekt (kW_e)	1	1
Totalvirkningsgrad, %	~80	93
Elvirkningsgrad, %	~40	35
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.
Levetid, h	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	1 (+12-52)	i.a.
Emissioner		
Brændsel	Naturgas	Naturgas (med kerosen under udvikling)
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.
Økonomi		
Investering, Euro	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.
Status	Near-commercial	Near-commercial
Link	www.cfcl.com.au	www.ebara.co.jp/en/
Bemærkninger	Field-testing	Field-testing

Tabel 3 (fortsat)

Fabrikat	Nuvera	IdaTech/RWE/ Bosch Buderus Technik
Model	AvantiTM	EtaGenTM5 (PEM)
Effekt (kW_e)	2,3/4,6	0,8-4,6
Totalvirkningsgrad, %	75	>80
Elvirkningsgrad, %	>30	i.a.
Levetid, h	i.a.	i.a.
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	7	>7
Emissioner		
Brændsel	Naturgas	Naturgas, F-gas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.
Økonomi		
Investering, Euro	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.
Status	Near-commercial	Near-commercial
Link	www.nuvera.com	www.idatech.com

Bemærkninger

Under udvikling: HGC Hamburg Gas Consult GmbH, Viessmann

APPENDIKS 1.4

Teknologi og produktoversigt, Rankine cycle

Rankine-cycle baseret mini/mikrokraftvarmeanheder i ydelsesområdet 0,1-15 kW_e

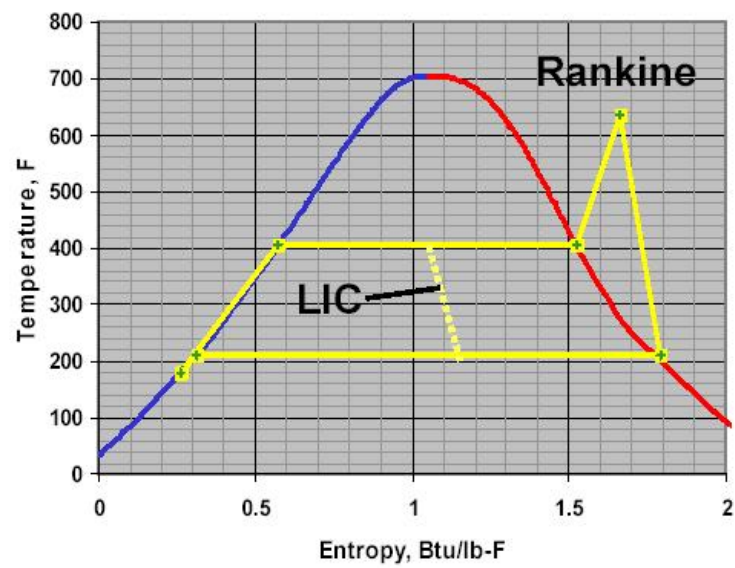
Kort beskrivelse

Rankine-processen er den traditionelle måde at producere strøm på i større kraftværker. Her opvarmes og fordampes vand ved høje tryk. Den producerede højtryksdamp opvarmes yderligere (overhedes) i kraftværkskedlen og ledes derefter til en dampturbine, hvor den ved sin ekspansion driver turbinens skovlhjul. Overhedningen sker for at undgå, at dampen (delvist) fortættes i turbinen og beskadiger dennes skovlhjul. Derefter ledes dampen, der nu har et meget lavere tryk og fylder væsentligt mere end i udgangspunktet, til en kondensator, fortættes til vand, der så igen kan tryksættes, og processen ”gentages”. Processen kan forfines med mellemhedere m.m., for derigennem at nå højest omsætning af termisk energi til kraftproduktion.

Ved anvendelse af andre medier end vand/vanddamp kan der selv for temperaturer under 400 °C undgås, at der skal overhedes. Disse medier kan fx være CFC, freon, iso-pentane eller ammoniak. En kredsproces der udnytter disse medier kaldes derfor ”Organisk Rankine Proces”.

En specialudgave af ovennævnte er LIC-processen (Liquid-Injected-Cogeneration cycle). I denne proces anvendes en blanding af damp og væske i stedet for overhedet damp.

På den amerikanske figuren herefter er vist de nævnte processers forløb i et såkaldt TS-diagram, bemærk at temperaturen er angivet i Fahrenheit.



Fordele

- Velkendt teknologi
- Lave fremstillingsomkostninger
- Kendte service og vedligeholdelsesarbejder/rutiner
- Støjsvag
- Lang levetid
- Kan markedsintroduceres hurtigt

Ulemper

- Relativt dårlig elvirkningsgrad

Tabel 4 Produktoplysninger for Rankine-cyklus baseret MKV

Fabrikat	Enginion (Tyskland)	OTAG (Tyskland)	Energetix (Baxi Group)
Model	SteamCell	Lion Powerblock	InergenTM
Effekt (kW_e)	0,5-4,6	0,2-3	2,5
Totalvirkningsgrad, %] 95	i.a.	>90
Elvirkningsgrad, %	i.a.	i.a.	i.a.
Levetid, h	i.a.	i.a.	i.a.
Serviceinterval, h	i.a.	i.a.	i.a.
Varmeydelse, kWt	2,5-25/3-22	2-16	33
Emissioner			
Brændsel	Gasoline, diesel, naturgas, propan , biodiesel hydrogen , methanol	Naturgas, F-gas	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.	i.a.
Økonomi			
Investering, Euro	i.a.	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.	i.a.
Status	Near-commercial (2007)	Near-commercial (ultimo 2005)	Near-commercial
Link	http://www.enginion.com/	www.otag.de	www.energetixgroup.com
Bemærkninger	Steam Rankine		Organic Rankine

Tabel 4 (fortsat)

Fabrikat	Climate Energy LLC	Gogen Microsystems
	(USA)	(Australia)
Model	Climate Energy	Domestic/small comercial
Effekt (kW_e)	1,2	2,5/10
Totalvirkningsgrad, %	93	90 (GCV)
Elvirkningsgrad, %	i.a.	17 (GCV)
Levetid, h	60 000	i.a.
Serviceinterval, h	6 000	i.a.
Varmeydelse, kWt	i.a.	3-22/44
Emissioner		
Brændsel	Naturgas	Naturgas
CO, mg/m ³	i.a.	i.a.
NO _x , mg/m ³	i.a.	i.a.
HC, mg/m ³	i.a.	i.a.
Økonomi		
Investering, Euro	i.a.	i.a.
D & V	i.a.	i.a.
Status	Commercial	Tæt på introduktion (2007)
Link	http://www.climate-energy.com/	http://www.cogenmicro.com
Bemærkninger	Honda motor + Olsen UltraMax III Luft eller vandbaseret system Steam Rankine, LIC Cycle	

APPENDIKS 2

”Mindre kontra større kraftvarmeanheder i energimæssigt perspektiv”, Konferenceindlæg/artikel, Jan de Wit, DGC 2001

Artikel/konferenceindlæg 2001

Mindre kontra større kraftvarmeenheder i energimæssigt perspektiv

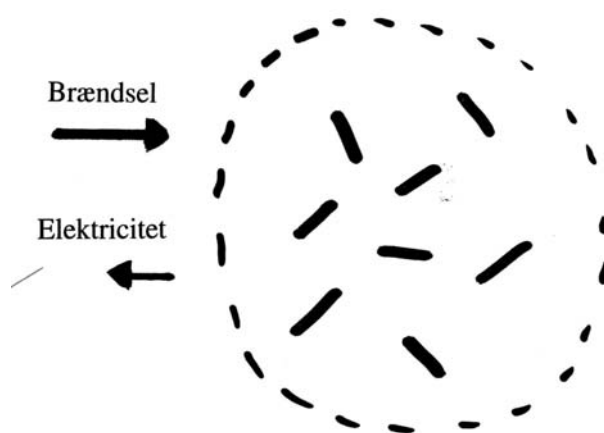
Jan de Wit, Dansk Gasteknisk Center a/s

Har mini/mikrokraftvarme sin energimæssige berettigelse? Er det formålstjenligt at lade et varmegrundlag tjene til elproduktion fra sådanne små enheder, som oftest har mindre elvirkningsgrad end de lidt større ditto?

Nedenstående case har til formål at belyse dette ud fra et brændselsudnyttelsesperspektiv. Artiklen inddrager ikke økonomiske- og miljømæssige forhold i forbindelse hermed.

Case 1:

En lille klynge huse (eksempelvis 50 stk.), alle med eget vandbårent varmesystem, installerer hver især en lille kraftvarmeenhed. Disse enheder skal ideelt producere den nødvendige varme til opvarmningsformål og på dette grundlag producere så meget el som muligt. Når systemet betragtes fra bygrænsen (den stiplede linie omkring bebyggelsen), kan man se, at der tilføres byen en mængde brændsel, at husenes varmeforbrug dækkes, og at der produceres en vis mængde el på basis heraf.

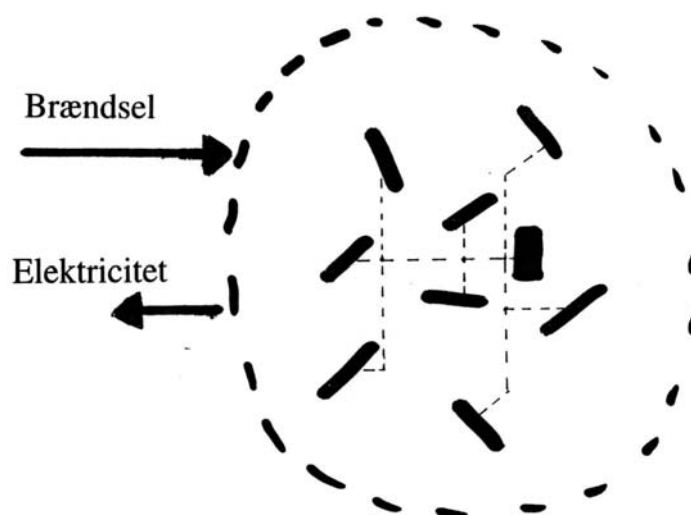


Figur 1 Forsyning fra mini/mikrokraftvarmeenheder

Case 2:

Samme klynge huse går nu sammen om et fælles varmesystem i byen, således at der vil kunne installeres en fælles større kraftvarmeenhed. Denne vil forventeligt have en bedre elvirkningsgrad, og derved større elproduktion, end de små KV-enheder, der er opstillet i case 1. Denne enhed skal herefter varmemæssigt dække såvel husenes varmemeforbrug som forbruget (tabet) i varmedistributionssystemet. Det samlede varmegrundlag er nu større end i case 1, og dette fører til yderligere forøget elproduktion i forhold til case 1.

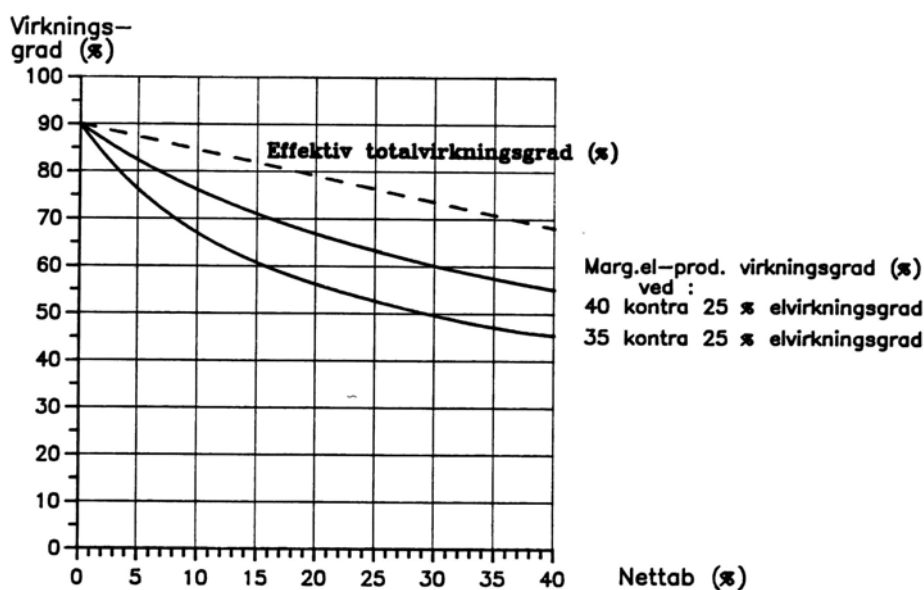
Ind over bygrænsen føres nu en større mængde brændsel, husenes varmebehov dækkes, og der produceres forventeligt en væsentlig større elmængde end i case 1.



Figur 2 Fælles KV-central

I begge ovenstående situationer er husenes varmebehov dækket. Man kan da rette opmærksomheden mod det ekstra eludbytte, der fås i case 2 i forhold til den ekstra brændselsmængde, der indføres over systemgrænsen. Resultatet af en sådan analyse er vist i Figur 3.

**Effektiv totalvirkningsgrad
samt marginal-elproduktion
for større kontra mindre KV**



Figur 3 Marginal elproduktionseffektivitet og totalvirkningsgrad for 2 typer større KV-enheder i forhold til mere lokal anvendelse af mindre KV-enheder.

Af ovenstående figur kan eksempelvis aflæses, at den ekstra elproduktion fra en (fælles) KV-enhed med 35 % elvirkningsgrad installeret i et distributionsnet med et tab på 30 % i forhold til individuel forsyning med enheder, der præsterer 25 % virkningsgrad, tilsyneladende produceres med en virkningsgrad på 50 %. Resten af det ekstra tilførte brændsel er tabt. Havde den fælles KV-enhed haft en virkningsgrad på 40 % mod de individuelle enheders på 25 %, ville den ekstra el være produceret med en virkningsgrad på 60 %.

Elproduktion med (el-)virkningsgrad på 50 % kan købes fra de mest moderne større decentrale kraftvarmeværker i Danmark. Herfra udnyttes yderligere en del af varmen som fjernvarme, således at totalvirkningsgraden for denne del af den mere centrale produktion er betydeligt højere end 50 %, og brændselstabet hertil således er mindre end for ekstra elproduktionen i case 2. Under de angivne simplificerede forudsætninger er den væsentligt forøgede elproduktion i case 2 ikke nødvendigvis bedre, end hvad der allerede i dag supplerende kan købes fra nettet, i fald man måtte vælge forsyning som i case 1.

Det i aflæsningseksemplet forudsatte tab fra fjernvarmenettet svarer ganske godt til det gennemsnitlige tab fra fjernvarmesystemer i Danmark /3/. Selv for nyere net i mere tyndt bebyggede områder optræder forholdsvis ofte nettab i størrelsesordenen 25-35 % jf. /1/.

Ovenstående skal tjene som et principielt regneeksempel. Kollektiv forsyning indebærer en lang række fordele, der ikke umiddelbart er indregnet i eksemplet. Systemet som buffer kan være en forudsætning for rimelige driftsbetingelser for KV-enheden. Service og vedligehold er formentlig væsentligt billigere, hvis der anvendes samme teknologi mv., og kollektiv varmedistribution er naturligvis grundlag for ordentlig brændselsudnyttelse på de store og mellemstore centrale elværker/kraftvarmeværker.

Eksemplet skal blot illustrere, at individuel forsyning baseret på små KV-enheder med lavere elvirkningsgrad, trods væsentligt lavere elproduktion, ikke nødvendigvis energiudnyttelsesmæssigt er ringere end alternativer med højere elvirkningsgrad.

Referencer:

- /1/ Situationen på landets barmarkskraftvarmeværker. Plan og Projekt 1998.
- /2/ Analyser foretaget i forbindelse med gasselskabernes (Fagudvalg for Gasanvendelse og Installation – FAU GI) arbejde i forbindelse med minikraftvarme.
- /3/ Livcyklusanalyse af dansk el og kraftvarme, 1997. ELSAM og ELSAMPROJEKT.
- /4/ Afprøvning af mikrokraftvarmeanlæg, projektrapport del 1. ELFOR, ELSAM, ELSAMPROJEKT