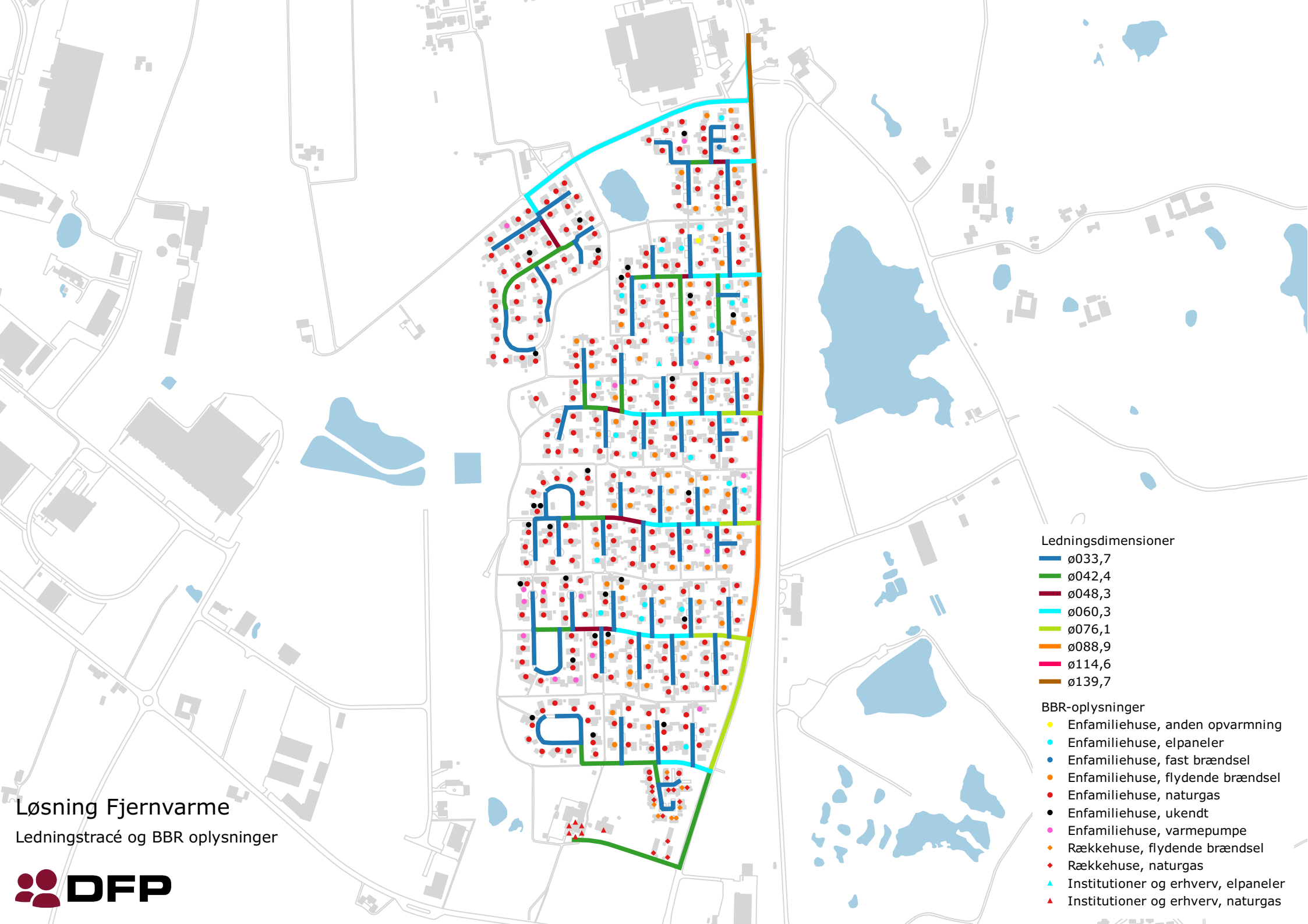


Løsning Fjernvarme
Områdefgrænsning





Ledningsdimensioner

- ø033,7
- ø042,4
- ø048,3
- ø060,3
- ø076,1
- ø088,9
- ø114,6
- ø139,7

BBR-oplysninger

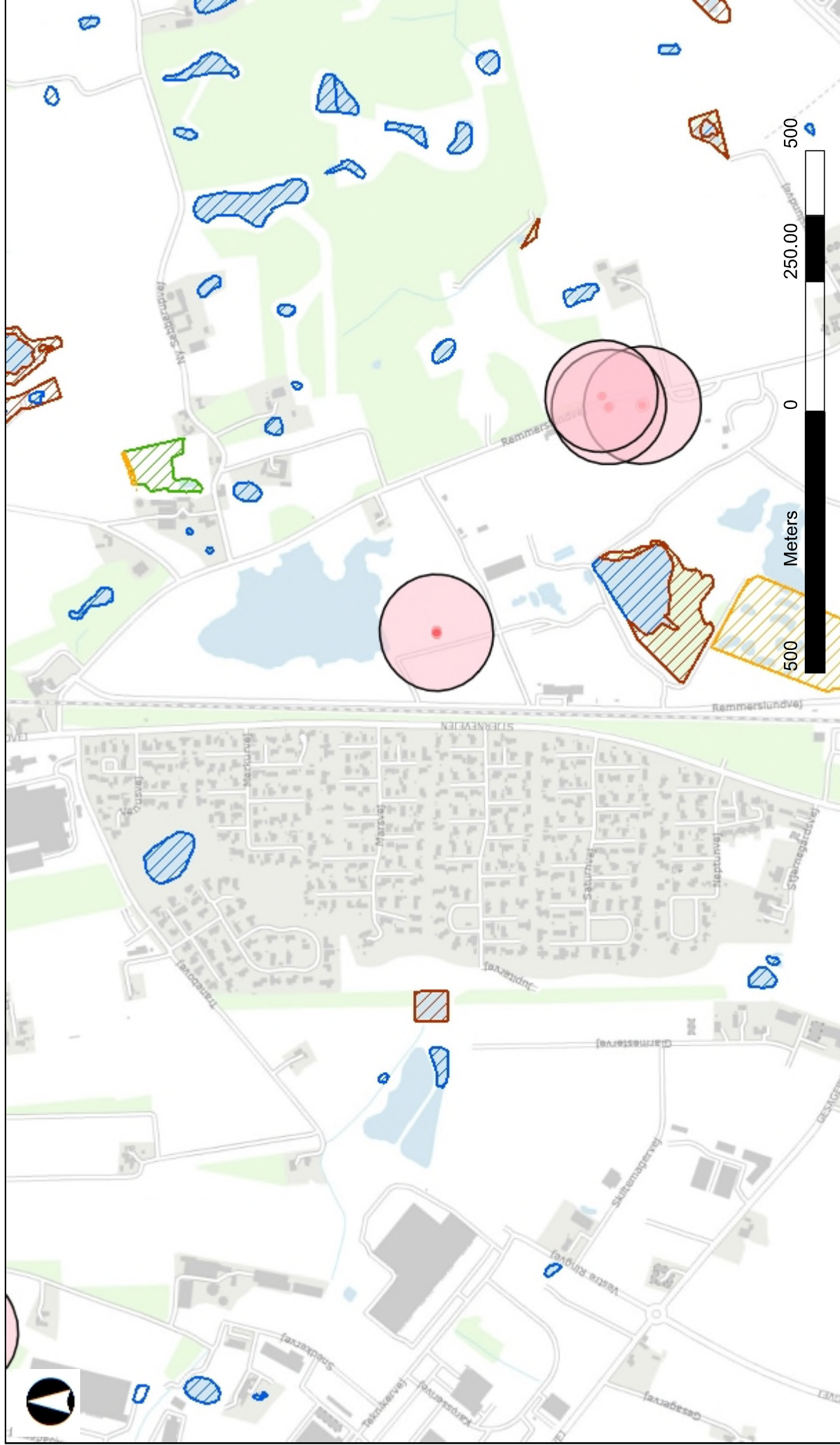
- Enfamiliehuse, anden opvarmning
- Enfamiliehuse, elpaneler
- Enfamiliehuse, fast brændsel
- Enfamiliehuse, flydende brændsel
- Enfamiliehuse, naturgas
- Enfamiliehuse, ukendt
- Enfamiliehuse, varmepumpe
- Rækkehuse, flydende brændsel
- Rækkehuse, naturgas
- ▲ Institutioner og erhverv, elpaneler
- ▲ Institutioner og erhverv, naturgas

Løsning Fjernvarme

Ledningstracé og BBR oplysninger



Bilag 3 - Naturbeskyttelses- og fredningsområder



Danmarks Miljøportal
Data om miljøet i Danmark

Nyropsgade 30 • 1780 København V
Support: support@miljoportal.dk

Løsning Fjernvarme
Stjernevejskvarteret

Målforskel: 1:10000

Dato: 21-12-2020

Ortofoto (DDO@land): COWI har den fulde ophavsret til de ortofotos (DDO@land), der vises som baggrundskort. Denne funktion, med ortofoto som baggrundskort, må derfor kun anvendes af Miljøministeriet, regioner og kommuner med tilhørende institutioner, der er part i Danmarks Miljøportal, i forbindelse med de pågældende institutioners myndighedsbehandling indenfor miljøområdet, samt af privatpersoner til eget personligt brug. Linket må ikke indgå i andre hjemmesider. Øvrig kommerciel anvendelse er ikke tilladt og vil kunne retsforfølges.

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Jupitervej	1	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	128
Jupitervej	2	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1987 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149
Jupitervej	3	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	163
Jupitervej	4	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	112
Jupitervej	5	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	153
Jupitervej	6	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Varmepumpe	Elektricitet	111
Jupitervej	7	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		2001 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Jupitervej	8	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		1983 Elovne, elpaneler	Elektricitet	153
Jupitervej	10	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1994 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	160
Jupitervej	11	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	171
Jupitervej	12	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1982 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Jupitervej	13	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	126
Jupitervej	14	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	114
Jupitervej	15	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Varmepumpe	Elektricitet	136
Jupitervej	16	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	130
Jupitervej	17	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		1986 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	159
Jupitervej	18	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	131
Jupitervej	19	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1994 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Jupitervej	20	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	120
Jupitervej	21	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	114
Jupitervej	22	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Jupitervej	23	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	132
Jupitervej	24	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	114
Jupitervej	25	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	132
Jupitervej	26	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Jupitervej	27	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	136
Jupitervej	28	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	125
Jupitervej	29	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		2009 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	126
Jupitervej	30	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	125
Jupitervej	31	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	114
Jupitervej	32	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1997 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	190
Jupitervej	33	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	135
Jupitervej	34	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	126
Jupitervej	35	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		1980 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	169
Jupitervej	36	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Jupitervej	37	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	118
Jupitervej	38	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	120
Jupitervej	39	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Jupitervej	40	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1988 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	166
Jupitervej	41	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	128
Jupitervej	42	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1989 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Jupitervej	43	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	128
Jupitervej	44	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	123
Jupitervej	45	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1983 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149
Jupitervej	46	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	128
Jupitervej	47	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Jupitervej	48	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	130
Jupitervej	49	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	129
Jupitervej	50	120	Fritliggende enfamilieshus	2006		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	139
Jupitervej	51	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	126
Jupitervej	52	120	Fritliggende enfamilieshus	2005		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	180
Jupitervej	53	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Jupitervej	54	120	Fritliggende enfamilieshus	2007	2018	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	148
Jupitervej	55	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	187
Jupitervej	56	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	135
Jupitervej	57	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	154
Jupitervej	58	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	147
Jupitervej	59	120	Fritliggende enfamilieshus	2007	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	184
Jupitervej	60	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	139
Jupitervej	61	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	192
Jupitervej	62	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	178
Jupitervej	63	120	Fritliggende enfamilieshus	2005	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	141
Jupitervej	64	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	2011	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	209
Jupitervej	65	120	Fritliggende enfamilieshus	2006	2012	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	197
Jupitervej	67	120	Fritliggende enfamilieshus	2008	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	154
Jupitervej	69	120	Fritliggende enfamilieshus	2008	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	260
Jupitervej	71	120	Fritliggende enfamilieshus	2005	2016	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	199
Marsvej	1	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Elovne, elpaneler	Elektricitet	124
Marsvej	2	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Marsvej	3	120	Fritliggende enfamilieshus	1978	1984	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	140
Marsvej	4	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	2004	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	155
Marsvej	5	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	149
Marsvej	6	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Marsvej	7	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Marsvej	8	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Marsvej	10	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Marsvej	11	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	2006	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	212
Marsvej	13	120	Fritliggende enfamilieshus	1975	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	124
Marsvej	14	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	130
Marsvej	15	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	121
Marsvej	16	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1997	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	169
Marsvej	17	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	116
Marsvej	18	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1998	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	154
Marsvej	19	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Marsvej	20	120	Fritliggende enfamilieshus	1978	0	Varmepumpe	Elektricitet	170
Marsvej	21	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1993	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	111
Marsvej	22	120	Fritliggende enfamilieshus	1975	1981	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	152
Marsvej	23	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Elovne, elpaneler	Elektricitet	115
Marsvej	24	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1977	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	165
Marsvej	25	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Marsvej	26	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Marsvej	27	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1998	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	173
Marsvej	28	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1997	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	159
Marsvej	29	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	203
Marsvej	30	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1978	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Marsvej	31	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1985	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	168
Marsvej	32	231	Bygning til energiproduktion	1963	0	Elovne, elpaneler	Elektricitet	0
Marsvej	33	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1978	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	141
Marsvej	34	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Elovne, elpaneler	Elektricitet	139
Marsvej	35	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	156
Marsvej	36	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	158
Marsvej	37	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	0	Elovne, elpaneler	Elektricitet	159
Marsvej	38	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Marsvej	39	120	Fritliggende enfamilieshus	1975	0	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	123

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Marsvej		40	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	130
Marsvej		41	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	110
Marsvej		42	120 Fritliggende enfamilieshus	1977	1985	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	193
Marsvej		43	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	152
Marsvej		45	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	132
Marsvej		46	120 Fritliggende enfamilieshus	1977	1990	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Marsvej		47	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Marsvej		48	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	128
Marsvej		49	120 Fritliggende enfamilieshus	1977	1984	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	231
Marsvej		50	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Varmepumpe	Elektricitet	129
Marsvej		51	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Marsvej		52	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	116
Marsvej		53	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	176
Marsvej		54	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Marsvej		55	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	167
Marsvej		56	120 Fritliggende enfamilieshus	1975	1990	Elovne, elpaneler	Elektricitet	133
Marsvej		57	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Marsvej		58	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	111
Marsvej		59	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	152
Marsvej		60	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	115
Marsvej		61	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	201
Marsvej		62	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	162
Marsvej		63	120 Fritliggende enfamilieshus	2006		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	146
Marsvej		64	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	129
Marsvej		65	120 Fritliggende enfamilieshus	2006		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	118
Marsvej		66	120 Fritliggende enfamilieshus	1976	1997	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Marsvej		67	120 Fritliggende enfamilieshus	2006		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	151
Marsvej		68	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	130
Marsvej		70	120 Fritliggende enfamilieshus	1976	1990	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	141
Marsvej		72	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	194
Marsvej		74	120 Fritliggende enfamilieshus	1950	2002	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	171
Merkurvej		1	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	132
Merkurvej		2	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	114
Merkurvej		3	120 Fritliggende enfamilieshus	1977	2001	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	143
Merkurvej		4	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Merkurvej		5	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	123
Merkurvej		6	120 Fritliggende enfamilieshus	1973	2003	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	167
Merkurvej		7	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	120
Merkurvej		8	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	124
Merkurvej		9	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	134
Merkurvej		10	120 Fritliggende enfamilieshus	1974	1978	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Merkurvej		11	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	137
Merkurvej		12	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	120
Merkurvej		14	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Merkurvej		15	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	125
Merkurvej		16	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	167
Merkurvej		17	120 Fritliggende enfamilieshus	1975	1996	Elovne, elpaneler	Elektricitet	146
Merkurvej		18	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	136
Merkurvej		19	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Merkurvej		20	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Andet	126
Merkurvej		21	120 Fritliggende enfamilieshus	1975	1988	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Merkurvej		22	120 Fritliggende enfamilieshus	1975	1976	Elovne, elpaneler	Elektricitet	134

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Merkurvej		26	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	209
Merkurvej		27	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	124
Merkurvej		28	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		1977 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Merkurvej		29	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	107
Merkurvej		30	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	161
Merkurvej		31	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	142
Merkurvej		32	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		1994 Elovne, elpaneler	Elektricitet	157
Merkurvej		33	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	132
Merkurvej		34	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		1978 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	171
Merkurvej		36	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		2008 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	212
Merkurvej		37	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		1980 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Merkurvej		38	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	123
Merkurvej		39	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	130
Merkurvej		40	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		2015 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	225
Merkurvej		41	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Merkurvej		42	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	135
Merkurvej		43	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		1982 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	158
Merkurvej		44	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		1977 Elovne, elpaneler	Elektricitet	204
Merkurvej		45	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Merkurvej		46	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		1978 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	220
Merkurvej		47	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	132
Merkurvej		48	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		1996 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	159
Merkurvej		49	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		1984 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	153
Merkurvej		51	120 Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Merkurvej		53	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Merkurvej		55	120 Fritliggende enfamilieshus	1973		1987 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	178
Merkurvej	13A		120 Fritliggende enfamilieshus	1964		1974 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	192
Neptunvej		1	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		1980 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Neptunvej		2	120 Fritliggende enfamilieshus	1978		1983 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	172
Neptunvej		3	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		1981 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	143
Neptunvej		4	120 Fritliggende enfamilieshus	1979		1988 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Neptunvej		5	120 Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Neptunvej		7	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Neptunvej		8	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Varmepumpe	Elektricitet	120
Neptunvej		9	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	143
Neptunvej		10	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Neptunvej		11	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Neptunvej		12	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	124
Neptunvej		13	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Neptunvej		14	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		1985 Elovne, elpaneler	Elektricitet	193
Neptunvej		15	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	77
Neptunvej		16	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Neptunvej		17	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	77
Neptunvej		18	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	129
Neptunvej		19	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	77
Neptunvej		20	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	112
Neptunvej		21	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	77
Neptunvej		22	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	166
Neptunvej		23	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	77
Neptunvej		24	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	136
Neptunvej		25	130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1986		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	77
Neptunvej		26	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		1979 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	122

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Neptunvej	30	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	119
Neptunvej	31	130	(UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthushus	1985		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	77
Neptunvej	32	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	158
Neptunvej	33	130	(UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthushus	1985		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	77
Neptunvej	34	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	2006	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	141
Neptunvej	35	120	Fritliggende enfamilieshus	1985		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	77
Neptunvej	36	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1981	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	151
Neptunvej	37	120	Fritliggende enfamilieshus	1984		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	100
Neptunvej	38	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	146
Neptunvej	40	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	125
Neptunvej	42	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	168
Neptunvej	44	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	153
Neptunvej	46	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	157
Neptunvej	48	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	192
Neptunvej	50	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	176
Neptunvej	52	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	158
Neptunvej	54	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Neptunvej	56	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	189
Neptunvej	58	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Neptunvej	60	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	147
Neptunvej	62	120	Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149
Saturnvej	1	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	122
Saturnvej	2	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Saturnvej	3	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	163
Saturnvej	4	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1978	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	161
Saturnvej	5	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Saturnvej	6	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	122
Saturnvej	7	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Saturnvej	8	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej	9	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	130
Saturnvej	10	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1990	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	172
Saturnvej	11	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej	12	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	130
Saturnvej	13	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	119
Saturnvej	14	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	160
Saturnvej	15	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Saturnvej	16	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	1981	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	176
Saturnvej	17	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1995	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	150
Saturnvej	18	120	Fritliggende enfamilieshus	1978	2007	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	169
Saturnvej	19	120	Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	120
Saturnvej	20	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	122
Saturnvej	21	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej	22	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	1988	Elovne, elpaneler	Elektricitet	144
Saturnvej	23	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej	24	120	Fritliggende enfamilieshus	1977	2008	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	166
Saturnvej	25	120	Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	159
Saturnvej	26	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	125
Saturnvej	27	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	129
Saturnvej	28	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	98
Saturnvej	29	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	126
Saturnvej	30	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej	31	120	Fritliggende enfamilieshus	1976	2001	Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	174

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmingsmiddel	BBR boligareal
Saturnvej		35	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		1983 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	142
Saturnvej		36	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	89
Saturnvej		37	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Saturnvej		38	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Saturnvej		39	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	110
Saturnvej		40	120 Fritliggende enfamilieshus	1979		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	132
Saturnvej		41	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		2006 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	143
Saturnvej		42	120 Fritliggende enfamilieshus	1978		2014 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	178
Saturnvej		43	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	129
Saturnvej		44	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	206
Saturnvej		45	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	122
Saturnvej		46	120 Fritliggende enfamilieshus	1975		2018 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	122
Saturnvej		47	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		2009 Ovne	Flydende brændsel	148
Saturnvej		48	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Elovne, elpaneler	Elektricitet	129
Saturnvej		49	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		1978 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	145
Saturnvej		50	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	186
Saturnvej		51	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	135
Saturnvej		52	120 Fritliggende enfamilieshus	2011		0 Varmepumpe	Elektricitet	150
Saturnvej		53	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		1977 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	159
Saturnvej		54	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Saturnvej		55	120 Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Varmepumpe	Elektricitet	175
Saturnvej		56	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		2017 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	235
Saturnvej		57	120 Fritliggende enfamilieshus	1977		2012 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	182
Saturnvej		58	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	148
Saturnvej		59	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	169
Saturnvej		60	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	166
Saturnvej		61	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Saturnvej		62	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149
Saturnvej		63	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	149
Saturnvej		64	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	166
Saturnvej		65	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Varmepumpe	Elektricitet	207
Saturnvej		66	120 Fritliggende enfamilieshus	2013		0 Varmepumpe	Elektricitet	225
Saturnvej		66	120 Fritliggende enfamilieshus	0		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	202
Saturnvej		67	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Varmepumpe	Andet	129
Saturnvej		68	120 Fritliggende enfamilieshus	2011		0 Varmepumpe	Elektricitet	211
Saturnvej		68	120 Fritliggende enfamilieshus	0		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	265
Saturnvej		69	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	244
Saturnvej		70	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Varmepumpe	Elektricitet	250
Saturnvej		71	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	226
Saturnvej		72	120 Fritliggende enfamilieshus	2010		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	270
Saturnvej		73	120 Fritliggende enfamilieshus	2008		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	171
Saturnvej		75	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Saturnvej		77	120 Fritliggende enfamilieshus	2007		0 Varmepumpe	Elektricitet	152
Stjernegårdsvej		18	440 (UDFASES) Bygning til daginstitution	1996		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1982		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1985		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1993		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1996		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej		20	420 (UDFASES) Bygning til undervisning og forskning	1982		1999 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	0
Stjernegårdsvej	2A		130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1991		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	157
Stjernegårdsvej	4A		130 (UDFASES) Række, kæde, eller dobbelthus	1991		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	157

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Tranebovej	9	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	223
Tranebovej	11	120	Fritliggende enfamilieshus	1995		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	161
Tranebovej	13	120	Fritliggende enfamilieshus	1995		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	217
Tranebovej	15	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	148
Tranebovej	17	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	150
Tranebovej	19	120	Fritliggende enfamilieshus	1995		1996 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	163
Tranebovej	21	120	Fritliggende enfamilieshus	1996		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	156
Tranebovej	23	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	157
Tranebovej	25	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		2011 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	271
Tranebovej	27	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	157
Tranebovej	29	120	Fritliggende enfamilieshus	1996		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	173
Tranebovej	31	120	Fritliggende enfamilieshus	1997		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	331
Tranebovej	33	120	Fritliggende enfamilieshus	2001		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	136
Tranebovej	35	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	170
Tranebovej	37	120	Fritliggende enfamilieshus	2005		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	142
Tranebovej	39	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	146
Tranebovej	41	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	140
Tranebovej	43	120	Fritliggende enfamilieshus	2005		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	224
Tranebovej	45	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		2004 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	137
Tranebovej	47	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	178
Tranebovej	49	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	178
Tranebovej	51	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	191
Tranebovej	53	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	129
Tranebovej	55	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	142
Tranebovej	57	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Tranebovej	59	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	159
Tranebovej	61	120	Fritliggende enfamilieshus	2002		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	182
Tranebovej	63	120	Fritliggende enfamilieshus	2003		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	137
Tranebovej	65	120	Fritliggende enfamilieshus	2003		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	193
Tranebovej	67	120	Fritliggende enfamilieshus	2004		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	137
Tranebovej	69	120	Fritliggende enfamilieshus	2000		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	143
Tranebovej	71	120	Fritliggende enfamilieshus	2003		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	152
Tranebovej	73	120	Fritliggende enfamilieshus	2003		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	147
Tranebovej	81	120	Fritliggende enfamilieshus	1998		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	175
Tranebovej	83	120	Fritliggende enfamilieshus	1998		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	162
Tranebovej	85	120	Fritliggende enfamilieshus	1998		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	195
Tranebovej	87	120	Fritliggende enfamilieshus	1998		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	162
Tranebovej	89	120	Fritliggende enfamilieshus	1998		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Tranebovej	91	120	Fritliggende enfamilieshus	1999		0 Varmepumpe	Elektricitet	147
Tranebovej	93	120	Fritliggende enfamilieshus	1999		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	176
Tranebovej	95	120	Fritliggende enfamilieshus	1999		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	151
Venusvej	1	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		1982 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	138
Venusvej	2	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Fast brændsel	136
Venusvej	3	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	127
Venusvej	4	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	114
Venusvej	5	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		1997 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	169
Venusvej	6	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	132
Venusvej	7	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	164
Venusvej	8	120	Fritliggende enfamilieshus	1973		1988 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	152
Venusvej	9	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	124
Venusvej	10	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	132
Venusvej	11	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120

BBR-oplysninger

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejsskvarteret



Adresse	Husnr. (inkl. litra)	Anv. kode	Anvendelse	Opførelsesår	Ombygningsår	Varmeinstallation	Opvarmningsmiddel	BBR boligareal
Venusvej	15	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	140
Venusvej	16	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	126
Venusvej	17	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		1982 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Venusvej	18	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	121
Venusvej	19	120	Fritliggende enfamilieshus	1975		1985 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	174
Venusvej	20	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	129
Venusvej	21	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	127
Venusvej	22	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		1995 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	147
Venusvej	23	120	Fritliggende enfamilieshus	1977		1979 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	175
Venusvej	24	120	Fritliggende enfamilieshus	1978		2019 Varmepumpe	Elektricitet	171
Venusvej	25	120	Fritliggende enfamilieshus	1975		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	165
Venusvej	26	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	120
Venusvej	27	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		1988 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Flydende brændsel	204
Venusvej	28	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	105
Venusvej	30	120	Fritliggende enfamilieshus	1976		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	170
Venusvej	32	120	Fritliggende enfamilieshus	1974		0 Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr	Naturgas	140

Selskabsøkonomi, bilag 5A

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejskvarteret



	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20
Tilslutningsgrad - Parcelhuse [-]	114	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
Tilslutningsgrad - Rækkehuse [-]	6	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Tilslutningsgrad - Etageboligbebyggelse [-]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilslutningsgrad - Erhvervsjendomme [-]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilslutningsgrad - Samlet [-]	120	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
Anlægsinvesteringer (Hovedledning) [kr.]	16.729.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Stikledninger) [kr.]	2.894.400	2.894.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Forstærkning) [kr.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Rådgiverydelser) [kr.]	400.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Tilsyn og byggeledelse) [kr.]	225.000	225.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet anlægsinvesteringer [kr.]	20.248.899	3.119.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmesalg [MWh/år]	1.884	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778
Varmetab - (Hovedledninger) [MWh/år]	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580
Varmetab (Stikledninger) [MWh/år]	97	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
Samlet varmetab [MWh/år]	677	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773
Varmeproduktion an værk [MWh/år]	2.561	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
Udgift til varmeproduktion [kr./år]	559.956	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258
Årlige udgifter [kr./år]	20.808.854	4.114.658	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258	995.258
Indtægter	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20
Abonnement [kr./år]	36.000	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300	72.300
Effektbidrag [kr./år]	248.400	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300	498.300
Forbrugsbidrag kr./MWh [kr./år]	989.100	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450	1.983.450
Årlige bidrag samlet: [kr./år]	1.273.500	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050
Tilskud	0	0	0	0	0	4.820.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Årlige indtægter [kr./år]	1.273.500	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	7.374.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050	2.554.050
Årligt dækningsbidrag [kr./år]	-19.535.354	-1.560.608	1.558.792	1.558.792	1.558.792	6.378.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792	1.558.792
Samlet dækningsbidrag [kr./år]	-19.535.354	-21.095.963	-19.537.171	-17.978.379	-16.419.587	-10.040.795	-8.482.004	-6.923.212	-5.364.420	-3.805.628	-2.246.836	-688.045	870.747	2.429.539	3.988.331	5.547.123	7.105.914	8.664.706	10.223.498	11.782.290

Nutidsværdi [kr.]

6.089.697

Selskabsøkonomi, bilag 5B

Løsning Fjernvarme - Projektforslag konvertering af Stjernevejksvarteret



	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20
Tilslutningsgrad - Parcelhuse [-]	87	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173
Tilslutningsgrad - Rækkehuse [-]	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tilslutningsgrad - Etageboligbebyggelse [-]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilslutningsgrad - Erhvervsjendomme [-]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilslutningsgrad - Samlet [-]	91	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
Anlægsinvesteringer (Hovedledning) [kr.]	16.729.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Stikledninger) [kr.]	2.199.744	2.199.744	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Forstærkning) [kr.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Rådgiverydelser) [kr.]	400.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlægsinvesteringer - (Tilsyn og byggeledelse) [kr.]	225.000	225.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet anlægsinvesteringer [kr.]	19.554.243	2.424.744	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmesalg [MWh/år]	1.432	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871	2.871
Varmetab - (Hovedledninger) [MWh/år]	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580
Varmetab (Stikledninger) [MWh/år]	73	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Samlet varmetab [MWh/år]	653	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727	727
Varmeproduktion an værk [MWh/år]	2.085	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598	3.598
Udgift til varmeproduktion [kr./år]	456.008	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838
Årlige udgifter [kr./år]	20.010.251	3.211.582	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838	786.838
Indtægter	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20
Abonnement [kr./år]	27.360	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948	54.948
Effektbidrag [kr./år]	188.784	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708	378.708
Forbrugsbidrag kr./MWh [kr./år]	751.716	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422	1.507.422
Årlige bidrag samlet: [kr./år]	967.860	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078
Tilskud	0	0	0	0	0	3.663.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Årlige indtægter [kr./år]	967.860	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	5.604.278	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078	1.941.078
Årligt dækningsbidrag [kr./år]	-19.042.391	-1.270.504	1.154.240	1.154.240	1.154.240	4.817.440	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240	1.154.240
Samlet dækningsbidrag [kr./år]	-19.042.391	-20.312.895	-19.158.654	-18.004.414	-16.850.174	-12.032.734	-10.878.494	-9.724.254	-8.570.014	-7.415.774	-6.261.533	-5.107.293	-3.953.053	-2.798.813	-1.644.573	-490.333	663.907	1.818.147	2.972.388	4.126.628

Nutidsværdi [kr.]

-4.909

Løsning Fjernvarme - Stjernevejskvarteret.epp

Eksisterende forhold
Løsning
Scenarie 1

Udskrevet/Side

05-01-2021 16:36:01 / 1

Brugerlicens :

Dansk Fjernvarmes Projektselskab A.m.b.a.

Merkurvej 7

DK-6000 Kolding

7630 8001

Energiomsætning, Årlig, Reference

Beregnet periode: 01-2021 - 12-2021

Varmebehov:

Varmesalg _ Løsning	19.018,3 MWh
Nettab _ Løsning	6.330,0 MWh
Total	25.348,3 MWh

Max varmebehov 7,2 MW

Varmeproduktioner:

Gaskedel 1 _ Løsning	387,6 MWh/år	1,5%
Gaskedel 2 _ Løsning	0,0 MWh/år	0,0%
Gaskedel 3 _ Løsning	0,0 MWh/år	0,0%
Fliskedel _ Løsning	17.352,8 MWh/år	68,5%
DAKA _ Løsning	7.607,8 MWh/år	30,0%
Total	25.348,3 MWh/år	100,0%

Driftstimer:

Spot marked:

	Total	af årlig
	[t/År]	timer
Ud af hele perioden	8.760,0	

	Starter	Fuldlast timer [timer]	Udnyttelse faktor [%]	Total effektivitet [%]
Diverse nøgletal:				
Gaskedel 1 _ Løsning	100,00	64,61	0,74	103,00
Gaskedel 2 _ Løsning	0,00	0,00	0,00	0,00
Gaskedel 3 _ Løsning	0,00	0,00	0,00	0,00
Fliskedel _ Løsning	0,00	4.338,20	49,52	108,11
DAKA _ Løsning	52,00	7.304,00	83,38	100,00

Brændsler:**Som brændsler**

	Brændselsforbrug
Naturgas	34.211,9 Nm3
Flis	6.147,3 tons
Overskudsvarme DAKA	7.607,8 MWh

Som energianlæg

Gaskedel 1 _ Løsning	376,3 MWh	=34.211,9	Nm3
Gaskedel 2 _ Løsning	0,0 MWh	=0,0	Nm3
Gaskedel 3 _ Løsning	0,0 MWh	=0,0	Nm3
Fliskedel _ Løsning	16.051,3 MWh	=6.147,3	tons
DAKA _ Løsning	7.607,8 MWh	=7.607,8	MWh
Total	24.035,5 MWh		

Løsning Fjernvarme - Stjernevejskvarteret.epp

Eksisterende forhold
Løsning
Scenarie 1

Udskrevet/Side

05-01-2021 16:36:53 / 1

Brugerlicens :

Dansk Fjernvarmes Projektselskab A.m.b.a.
Merkurvej 7
DK-6000 Kolding
7630 8001

Resultat af ordinær drift fra 01-01-2021 00:00 til 31-12-2021 23:59, Reference

(Alle beløb i kr)

Driftsindtægter**Ialt Driftsindtægter****0****Driftsudgifter****Brændseler****Brændseler ialt****0**

Naturgas	:	34.211,9 Nm3	á	1,855	=	63.463	
Flis	:	6.147,3 tons	á	425,0	=	2.612.610	
DAKA	:	7.607,8 MWh	á	180,0	=	1.369.412	
Elkøb	:				=	0	

Løsning**Løsning ialt****0****Gaskedler****Gaskedler ialt****0**

Afgift på kedelgas 1	:	34.211,9 Nm3	á	2,246	=	76.840	
Afgift på kedelgas 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
Afgift på kedelgas 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
CO2 på kedelgas 1	:	34.211,9 Nm3	á	0,4	=	13.685	
CO2 på kedelgas 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
CO2 på kedelgas 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
NOx gaskedel 1	:	34.211,9 Nm3	á	0,008	=	274	
NOx gaskedel 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
NOx gaskedel 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	

Fliskedel**Fliskedel ialt****0**

NOx Fliskedel	:	17.352,8 MWh	á	1,8	=	31.235	
---------------	---	--------------	---	-----	---	--------	--

D&V**D&V ialt****0**

D og V Kedel 1	:	387,6 MWh	á	7,5	=	2.907	
D og V Kedel 2	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	
D og V Kedel 3	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	
D og V Fliskedel	:	17.352,8 MWh	á	22,5	=	390.438	
D og V DAKA	:	7.607,8 MWh	á	5,0	=	38.039	
Rum varmegdtgørelse	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	

Ialt Driftsudgifter**4.598.904****Resultat af ordinær drift****-4.598.904**

Løsning Fjernvarme - Stjernevejskvarteret.epp

Eksisterende forhold + Stjernevejen
Løsning
Scenarie 2

Udskrevet/Side

07-01-2021 11:15:42 / 1

Brugerlicens :

Dansk Fjernvarmes Projektselskab A.m.b.a.

Merkurvej 7

DK-6000 Kolding

7630 8001

Energiomsætning, Årlig, Med Stjernevejen

Beregnet periode: 01-2021 - 12-2021

Varmebehov:

Varmesalg _ Løsning	19.018,3 MWh
Nettab _ Løsning	6.330,0 MWh
Varmesalg _ Stjernevejen	3.778,0 MWh
Nettab _ Stjernevejen	773,0 MWh
Total	29.899,3 MWh

Max varmebehov 8,4 MW

Varmeproduktioner:

Gaskedel 1 _ Løsning	1.252,6 MWh/år	4,2%
Gaskedel 2 _ Løsning	0,0 MWh/år	0,0%
Gaskedel 3 _ Løsning	0,0 MWh/år	0,0%
Fliskedel _ Løsning	21.038,8 MWh/år	70,4%
DAKA _ Løsning	7.607,8 MWh/år	25,4%
Total	29.899,3 MWh/år	100,0%

Driftstimer:

Spot marked:

	Total [t/År]	af årlig timer
Ud af hele perioden	8.760,0	

Diverse nøgletal:

	Starter	Fuldlast timer [timer]	Udnyttelse faktor [%]	Total effektivitet [%]
Gaskedel 1 _ Løsning	168,00	208,77	2,38	103,00
Gaskedel 2 _ Løsning	0,00	0,00	0,00	0,00
Gaskedel 3 _ Løsning	0,00	0,00	0,00	0,00
Fliskedel _ Løsning	0,00	5.259,70	60,04	108,11
DAKA _ Løsning	52,00	7.304,00	83,38	100,00

Brændsler:**Som brændsler**

	Brændselsforbrug
Naturgas	110.553,7 Nm3
Flis	7.453,1 tons
Overskudsvarme DAKA	7.607,8 MWh

Som energianlæg

Gaskedel 1 _ Løsning	1.216,1 MWh	=110.553,7	Nm3
Gaskedel 2 _ Løsning	0,0 MWh	=0,0	Nm3
Gaskedel 3 _ Løsning	0,0 MWh	=0,0	Nm3
Fliskedel _ Løsning	19.460,9 MWh	=7.453,1	tons
DAKA _ Løsning	7.607,8 MWh	=7.607,8	MWh
Total	28.284,8 MWh		

Løsning Fjernvarme - Stjernevejskvarteret.epp

Eksisterende forhold + Stjernevejen
Løsning
Scenarie 2

Udskrevet/Side
07-01-2021 12:01:10 / 1

Brugerlicens :
Dansk Fjernvarmes Projektselskab A.m.b.a.
Merkurvej 7
DK-6000 Kolding
7630 8001

Resultat af ordinær drift fra 01-01-2021 00:00 til 31-12-2021 23:59, Med Stjernevejen

(Alle beløb i kr)

Driftsindtægter**Ialt Driftsindtægter****0****Driftsudgifter****Brændseler****Brændseler ialt****0**

Naturgas	:	110.553,7 Nm3	á	1,855	=	205.077	
Flis	:	7.453,1 tons	á	425,0	=	3.167.571	
DAKA	:	7.607,8 MWh	á	180,0	=	1.369.412	
Elkøb	:				=	0	

Løsning**Løsning ialt****0****Gaskedler****Gaskedler ialt****0**

Afgift på kedelgas 1	:	110.553,7 Nm3	á	2,246	=	248.304	
Afgift på kedelgas 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
Afgift på kedelgas 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
CO2 på kedelgas 1	:	110.553,7 Nm3	á	0,4	=	44.221	
CO2 på kedelgas 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
CO2 på kedelgas 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
NOx gaskedel 1	:	110.553,7 Nm3	á	0,008	=	884	
NOx gaskedel 2	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	
NOx gaskedel 3	:	0,0 Nm3	á	0,0	=	0	

Fliskedel**Fliskedel ialt****0**

NOx Fliskedel	:	21.038,8 MWh	á	1,8	=	37.870	
---------------	---	--------------	---	-----	---	--------	--

D&V**D&V ialt****0**

D og V Kedel 1	:	1.252,6 MWh	á	7,5	=	9.395	
D og V Kedel 2	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	
D og V Kedel 3	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	
D og V Fliskedel	:	21.038,8 MWh	á	22,5	=	473.373	
D og V DAKA	:	7.607,8 MWh	á	5,0	=	38.039	
Rum varmegdtgørelse	:	0,0 MWh	á	0,0	=	0	

Ialt Driftsudgifter**5.594.147****Resultat af ordinær drift****-5.594.147**

Afreportering fra ForskEL projekt nr.12075

Styr Din VarmePumpe vers. 2

Udført af

Intelligent Energistyring AmbA
Teknologisk Institut
Exergi Partners
Neogrid Technologies
Eurisco
ArosTeknik
Liab
Insero Energy (projektleder)

Project title	SDVP2
Project identification	Energinet.dk project no. 12075
Entity responsible for the project	Insero Energy, Steen Kramer Jensen
Reporting phase	Final Report version 1.4 (4. februar 2015)
Date of submission	28. februar 2015

Indholds fortegnelse

1.	IT-plattformen til styring og overvågning af varmepumper i et kommende Smart Grid	4
1.1	Baggrund for projektet	4
1.2	Status for "StyrDinVarmePumpe" platformen	5
1.3	Forsat udvikling og drift af IT-plattformen	6
1.4	Resume og hovedresultater	7
1.4.1	Perspektivering	10
2.	Opsamling og analyse af driftsdata	11
2.1	Beskrivelse af installationen og de parametre der måles på	12
2.2	Beskrivelse af tilgang til data - hvor og hvordan	13
2.3	Varmebehovet og installationens afhængighed af stamdata	13
2.4	Driftsmønstre set over døgnet	16
2.5	Elforbrugsfordeling over døgnet	19
2.6	Gennemsnitlig årlige systemeffektivitet (årlig målt COP værdi)	20
2.6.1	Den observerede driftsøkonomi for varmepumper	21
2.7	Webservice med vejr- og elsystemdata	22
3.	Udvikling af standardiseret kommunikationssnitflade	24
3.1	Tekniske spor – XMPP og IEC61850	25
3.1.1	Hvad er XMPP	25
3.1.2	Hvad er der udviklet og implementeret	26
3.1.3	Lessons learned	29
3.2	Resultater af demonstration af XMPP på konkrete installationer	29
4.	Drift og support af IT-plattformen og tilkoblede slutbrugere og service-providere	31
4.1	Hosting og Server setup	31
4.2	Hjemmesiden	32
4.2.1	Brugerstatistik	32
4.3	Henvendelser fra ejere af varmepumper	33
5.	Analyse af forretningsmodeller for drift og anvendelse af IT-plattformen	34
5.1	Mulige forretningsmodeller for forskellige aktører	34
5.1.1	Varmepumpeproducent og en installatør	34
5.1.2	Udlejning/finansiering	34
5.1.3	Elsystemet	35
5.1.4	Afledt information om huset	35
5.1.5	Aggregator	35
5.2	Forretningsmodel for andelselskabet	36
5.2.1	Strategi, produkter og services	36
5.2.2	Beskrivelser af produkter og services	36
6.	Konklusioner og perspektiver	38
6.1.1	Perspektivering	40
7.	Bilag	41
7.1	IES amba budget for 2015-18	41
7.2	Andre lignende projekter og litteraturstudie	43
7.2.1	Metode	43
7.2.2	Konklusion	43
7.2.3	Projekter	44
7.3	Onlinetilgængelighed på udvalgte varmepumpe typer	47

7.3.1	Bosch	47
7.3.2	NIBE/Vølund	48
7.3.3	Danfoss	48
7.3.4	Gastech	49
7.3.5	IDM Terra	49
7.3.6	IVT	49
7.3.7	Thermia	50
7.3.8	Stiebel	50
7.3.9	Vaillant	51
7.3.10	Viessmann	51
7.3.11	Gennemgang af konkrete installationer	52

1. IT-plattformen til styring og overvågning af varmepumper i et kommende Smart Grid

I 4 år har en gruppe af elsektorens aktører arbejdet på at udvikle en IT infrastruktur, der kan danne grundlag for et kommende Smart Grid marked for distribuerede energiressourcer i Danmark. Infrastrukturen er testet på 300 varmepumper, installeret i danske hjem.

Løsningen er open source, og tillader dermed 3.-part service-provider og aggregatorer at tilkoble egne forretningsapplikationer, så de nemt kan få adgang til overvågning og aggregering af elforbrugende udstyr som varmepumper. Den består af hardware i form af en kommunikations- og elinstallations boks ude ved varmepumpen samt software i skyen og på de decentrale bokse ved varmepumpen.

Denne rapport opsummerer de resultater, der opnået i projektperioden. Der er tillige offentliggjort en række delrapporter om særskilte emner, som kan findes på projektets hjemmeside www.styrdinvarmepumpe.dk

1.1 Baggrund for projektet

Hvis ambitionen om at en stor andel det nuværende fossile energiforbrug til eksempelvis opvarmning skal dækkes af fluktuerende vindkraft skal realiseres inden 2030, er der brug for en åben IT-infrastruktur, der kan kommunikere med elforbrugende og elproducerende apparater. Kommunikationen skal være sikker, standardiseret og *muliggøre* styring og overvågning så både apparat-producenter, netselskaber, energiselskaber og 3.-parts service providere kan udvikle individuelle og kommercielle forretningsmodeller og applikationer til gavn for dem selv, forbrugere og samfund.

Alene inden for varmepumpeteknologi forventes det, at over 200.000 anlæg kommer til at erstatte olie og naturgasfyld i løbet af de næste 15 år. Dette er et stort nyt elforbrug, der skal spille sammen med netselskabernes distributionsnet og udbygningen med vindkraft i Danmark. Derfor har styring og overvågning af varmepumper stor bevågenhed hos landets netselskaber og energinet.dk, der har el-transmissionsansvaret i Danmark. Energiselskaber, IT-virksomheder og varmepumpefabrikanter følger også denne udvikling. De kommercielle aktører har fokus på dette område, da tilsvarende udviklinger er i gang inden for andre teknologier og geografier. Markedet for nye services på tværs af forretningsmodeller er meget stort og internationalt.

Der er dog ingen tvivl om, at markedet er umodent. Der er store entry barrierer for at lave egenfinansieret udvikling af den IT-infrastruktur, der danner grundlag for forretningsmodeller og applikationer til de nye markeder for Services og Smart Grid på energiområdet.

Igennem de sidste år har flere selskaber forsøgt at udarbejde sådanne IT-plattformer i Danmark og der er forsøg i gang i forbindelse med forskellige offentligt støttede projekter¹. Fælles for disse forsøg og projekter er, at de forsøger *både* at skabe infrastruktur *og* tilhørende forretningsmodeller.

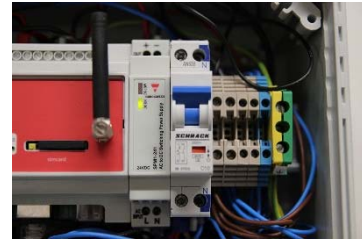
Det betyder, at det er svært som udenforstående at komme med i disse projekter; både på grund af konkurrencemæssige forhold og fordi de tilgængelige plattformer ofte er proprietære.

¹ ecogrid.eu (Østkraft, Siemens), eFlex (Dong Energy), FUR (Energi Midt mf.) Føns ved Middelfart (Realdania og Passiv Systems), Århus Universitet og Bosch, Kalundborg Smart City (Spirae og SEAS/NVE – nu lukket!)

Hertil kommer, at udvikling af IT-infrastruktur tager tid og ressourcer fra det umiddelbart forretningskabende, nemlig at gøre det muligt for 3.-parts aktører og -projekter at satse på markedsrettet og systemisk udvikling og integration, samt få inddraget brugere og service-providere i Smart Grid udviklingen af det danske elmarked².

Udvikling og drift af en fælles IT-plattform og mobiliseringen i markedet kan kun lade sig gøre, hvis markedets aktører støtter op om en fælles national indsats, hvor de selv tror på, at de fremadrettet kan gøre forretning. Flere analyser³ peger på, at der kan genereres knap 1.000,- kr. pr. varmepumpeinstallation i private husstande pr. år i form af driftsoptimeringer og ved levering af Smart Grid ydelser til både spot-, DSO og TSO markedet. Derfor skal omkostningerne til IT infrastrukturen holdes på et minimum. Den skal udformes standardiseret og med lige adgang for alle.

Energinet.dk har gennem en række ForskEL projekter understøttet udviklingen af denne standardiserede IT-plattform, der er åben og tilgængelig for alle. Fra 2013 overtog andelselskabet "Intelligent Energistyring" denne nationale og åbne Smart Grid IT-infrastruktur.



Andelselskabet opsamler via platformen online data på minimum timebasis. Disse stilles anonymiseret offentligt til rådighed og kan udgøre grundlaget for, at andre institutioner udvikler ny viden eller at nye selskaber opbygger kommercielle applikationer, der kan overvåge og styre private såvel som erhvervs-mæssige energiforbrugende og -producerende anlæg.

Der er pt. 10 andelshavere⁴ i selskabet. Disse udgør IT leverandører, konsulent- og rådgivningsvirksomheder, service-providere, aggregater og elnet-selskaber. Der mangler således kun at få varmepumpe-fabrikantene med for at være repræsenteret i hele værdikæden.

Styr Din Varmepumpe IT-plattformen er et reelt bud på en åben IT-plattform. IT-plattformen, hvor alle brancheaktører har mulighed for at blive medlem– og dermed mulighed for at påvirke udviklingen.

1.2 Status for "StyrDinVarmePumpe" platformen

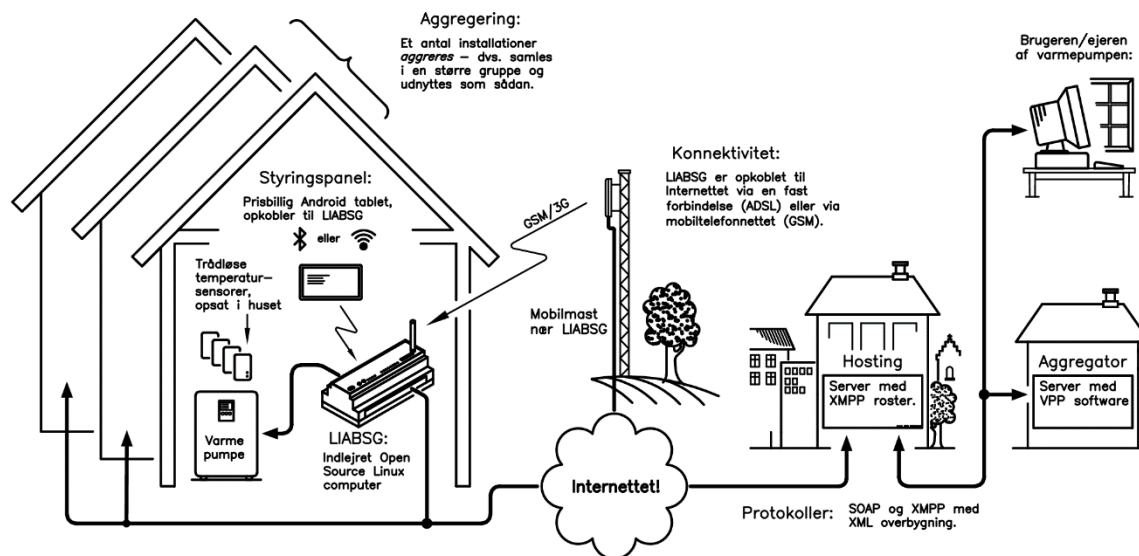
Det er gennem projektets resultater nu muligt konkret og i realtid at kommunikere med varmepumper, sensorer og afregningsmålere til både el og varme over åbne såvel som proprietære protokoller som eksempelvis den tyske SG Ready rekommandation eller RS485 serielle snit. Fra installationerne og op imod elsystemet og 3.-parts aggregatorer eller serviceprovidere foretages kommunikationen efter de åbne internationale standarder XMPP og IEC61850.

Strukturen i IT platformen er gengivet herunder:

² Se eksempelvis <http://energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Ny%20markedsmodel/Sider/Fase-1.aspx>

³ Blandt andet Smart Grid 2.0 udgivet af Dansk Energi og Energinet og DONG Energy's eFlex projekt. Også SydEnergi (SE) har lavet tilsvarende analyser bl.a. vist på et oplæg i Intelligent Energi under Dansk Energi.

⁴ Teknologisk Institut, SEAS-NVE, Neogrid, LIAB, Grundfos, ArosTeknik, NEAS Energy, EXERGI Partners, Eurisco, OK Energi og Insero Energy



Figur 1-1 Strukturen i den udviklede IT-plattform. Denne beskrives nærmere i Kapitel 3.

IT-plattformen giver på det nuværende stadie en funktionsduelig og standardiseret adgang til at udvikle nye forretningsområder som f.eks. "Salg af Varme"⁵ fra leasede varmepumper og et kommende Smart Grid marked i Danmark. Samtidig bliver de data, der opsamles i platformen, anonymt og aggregeret stillet offentligt til rådighed for forskning, udvikling, analyser og produktudvikling.

IT-plattformen er udelukkende en IT infrastruktur og kommunikationsplatform opbygget efter informationsmodellen IEC 61850 samt kommunikationsprotokollerne SOAP (udviklet i det første projekt "Fra Vindkraft til Varmepumper" med 5. min forsinkelse på kommunikationen) og XMPP (nærværende projekt SDVP2 med nær-realtidskommunikation), hvor der kan bygges forretningsmodeller og applikationer ovenpå.

SDVP2 har resulteret i, at andelsselskabet nu kan tilbyde hardware, dataopsamling og en standardiseret og åben kommunikationskanal, hvor 3. parter gennem nær-realtids kommunikation direkte kan styre og overvåge en portefølje af varmepumper ud fra egne forretningsapplikationer. Dette anvendes blandt andet i et andet forskEi projekt READY ledet af NEAS (Nordjysk El-handel) og i forbindelse med udvikling af en ny luft-vand varmepumpe fra DVI, der direkte kommunikerer over IT-plattformen.⁶

ForskEi har netop bevilliget tilskud til et nyt projekt kaldet SDVP Connect, ledet af Insero Energy, hvor den udviklede hardware og software produktionsmodnes med henblik på større tilgængelighed for 3.-parter.

1.3 Forsat udvikling og drift af IT-plattformen

Styr Din Varmepumpe – platformen bliver på nuværende tidspunkt brugt som IT-plattform af en række demonstrationsprojekter med fokus på Smart Grid – herunder Totalflex (Neogrid),

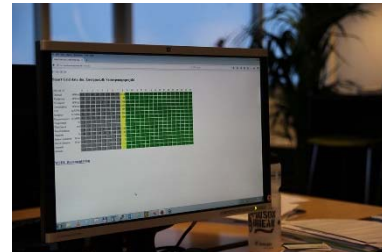
⁵ Energistyrelsens demonstrationsprojekt: "Gennemførelse af en række demonstrationsprojekter med fokus på anvendelsen af varmepumper eller andre VE-baserede opvarmningsformer. ", marts 2013. I dette projekt anvendes den udviklede IT-plattform kommercielt.

⁶ Se det EUDP støttede projekt HeatUp (www.heatup.dk), ledet af Insero Energy

Ready (NEAS), Insero Livelab og HeatUp (Insero Energy). Projektet Dream med Teknologisk Institut som projektleder, overvejer også at anvende IT-plattformen i deres projekt. Det gør, at der er gode muligheder for, at et egentligt dansk Smart Grid udvikles på grundlag af platformen. Projektet HPCOM ledet af Insero Energy og støttet af forskVE, er et paraply projekt, der skal skabe overblik over de forskellige projekter og udviklingstendenser, der er i gang inden for området. På sigt kan HPCOM blive den organisatoriske platform, som driver og støtter udviklingen inden for området, hvor SDVP og andelsselskabet kan være den teknologi-plattform, hvor ideer afprøves konkret og i praksis.

Flere selskaber, herunder projektpartnerne Neogrid Technologies, Insero Energy og Exergi Partners, forventer i løbet af 2015-16 at installere et betydeligt antal nye luft/vand varmepumper som opkobles til den åbne IT-plattform. Disse varmepumper indgår blandt andet i satsningen på at lease varmepumper og afregne varmen fra disse. Ved at koble varmepumperne op på andelsselskabets IT-plattform, bliver det muligt at styre disse efter behovene i elsystemet (Smart Grid) baseret på de åbne standarder IEC 61850 og kommunikationsprotokollen XMPP.

Hvis Insero Energy og andre ikke havde adgang til andelsselskabets åbne og standardiserede IT infrastruktur, vil det ikke være muligt at styre de nye varmepumper. Vi vil derfor ikke kunne opnå værdifuld praktisk erfaring med dette i takt med at Smart Grid udvikler sig kommercielt i Danmark og vores nabolande.



Det vil ganske vist være muligt for Neogrid Technologies og andre service-providere at basere deres kommercielle forretninger på proprietære systemer - som eksempelvis dem som Bosch eller NIBE er ved at udvikle til deres varmepumper. Men det vil gøre det vanskeligere og mere omkostningstungt for service-providere at kommunikere med forskellige varmepumper, der søges gjort fleksible, fordi de skal styres og overvåges på forskellige måder.

Forsat udvikling af IT-plattformen er baseret på en forretningsmodel for andelsselskabet, hvor andelshaverne betaler et fast årligt kontingent for brug af platformen, og på en fast betaling pr. tilkoblet varmepumpe.

Som udgangspunkt forventes det, at andelsselskabet først blive økonomisk bæredygtigt fra 2017.⁷ Drift og udviklingen frem til 2017 er derfor afhængig af offentlig støtte som det netop bevilligede SDVP Connect, der sikrer driften og den videre udvikling af IT-plattformen til og med 2016.

Herefter forventes det, at markedet for intelligent styring af varmepumper modnes – hvor et af de vigtige skridt er ikrafttrædelsen af engrosmodellen, der nu er udskudt til første halvdel af 2016, og de nye tanker i energinet.dk om en kommende Markedsmodel 2.0, der pt. er under udvikling sammen med branchen.

1.4 Resume og hovedresultater

⁷ Se Bilag 7.1

Projektet har på baggrund af informationsmodellen fra IFIV og READY forskEL projekterne ledet af Nordjysk Elhandel (NEAS) udviklet og demonstreret, at det via XMPP kommunikationsprotokollen⁸ er muligt at overvåge og styre et større antal varmepumper installeret i danske husstande.

Der er udviklet og dokumenteret et Open Source software bibliotek, der kan danne grundlag for kommerciel udnyttelse af kommunikationsprotokollen XMPP og informationsmodellen IEC61850 i forhold til nær-realtidskommunikation mellem varmepumpe og 3. parts aktører.

Hardwaren, der er udviklet i forbindelse med Styr Din VarmePumpe version 1, er frit tilgængelig som Open Source. Via de udviklede åbne software biblioteker er det yderligere muligt, at porte kommunikationsprotokollen over på egen hardware. Gennem andelsselskabet "Intelligent Energistyring AmbA", kan 3.-part købe og få installeret måle- og kontroludstyr til egne installationer. I løbet af de to år projektet har kørt er hardwaren og softwaren udviklet, så det nu er muligt at "tale" med en lang række komponenter i forbindelse med en varmepumpeinstallation – eksempelvis også certificerede energimålere som Kamstrup 602.

Projektet har tillige videre udviklet en åben webservice, hvor informationer om vejrprognoser, elpriser og el-systemdata er tilgængelige efter geografisk beliggenhed.

Andelsselskabets servere har gennem de sidste godt 4 år opsamlet 5. min data fra de godt 300 varmepumpeinstallationer. Disse data er omregnet til gennemsnitlige timeværdier og i anonymiseret form gjort offentligt tilgængelige. Data omfatter temperaturer, flow og varme- og elforbrug i installationen.

Projektet har på baggrund af disse data foretaget en række dybdegående analyser, der har givet værdifuld viden om brugeradfærd og fleksibilitetspotentialer samt om installationerne og måleudstyrets tekniske formåen.

På trods af, at det opsatte måleudstyr, på nogle gulvvarmeinstallationer har en måleusikkerhed på op til 20% på varmeenergimålingen, viser analyserne i projektet at gennemsnittet af målinger taget over alle installationer cirka svarer til det beregnede forventede varmeforbrug efter SBI⁹.



Analysen på de opsamlede data viser, at det er muligt at anvende varmepumper installeret i husstande til at forskyde elforbrug i knap 2 timer i gennemsnit selv på de koldeste og varmeste dage og stadigvæk kan opretholde en komforttemperatur på +/- 1,5 °C. Den til rådighed værende eleffekt, hvis der blev installeret 200.000 varmepumper, der kan styres i det danske energisystem, svarer til 3-600 MW kraftværkseffekt.

De omfattende analyser af data viser også, at performance af de installerede varmepumper, der nu er ca. 5 år gamle varierer meget. Den gennemsnitlige årlige systemeffektivitet (målt leveret varme divideret med målt forbrugt el) er ca. 290%. Det er lavere end det man ser i datablade og på Energistyrelsens hjemmeside med beregnede sCOP-faktorer. Hertil bemærkes, at de sCOP værdier, som er gengivet på Energistyrelsens liste, er beregnet til at sammenligne forskellige varmepumpers effektivitet på et ensartet grundlag. Præcis som når benzinøkonomi mellem bilmærker sammenlignes.

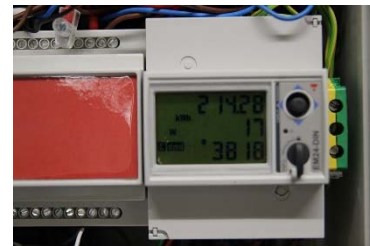
⁸ XMPP protokollen er en Open-Standard protokol til etablering af nær-realtids tovejs beskeder over internettet. Protokollen anvendes bl.a. inden for social networking (Facebook), Internet of Things samt Smart Grid

⁹ SBI: Kragh, J. And Wittchen, K., *Danske bygningers energibehov i 2050, SBI 2010*

I forbindelse med gennemførelse af et større måleprogram for Energistyrelsen¹⁰ er det konkluderet, at der er en lang række forhold, som påvirker målingerne i negativ retning, når virkningsgraden måles ift. den sCOP som opgives for det pågældende produkt, herunder bl.a. brugsvand, forskellige driftsbetingelser (fremløbstemperatur mv.) samt pumpeeffekter o.l.

Igen er dette er meget lig opgørelser af benzin- og diesel økonomi ved biler. Opgørelserne kan anvendes til sammenligning af økonomien mellem bilmærker og –modeller, men det er ikke muligt at opnå den samme performance ved praktisk kørsel.

Den opgivne sCOP, der beregnes ud fra metoden angivet i EN14825, har det primære formål at danne basis for en sammenligning mellem forskellige varmepumper. At lave en direkte sammenligning mellem den målte effektivitet og sCOP værdien for den enkelte varmepumpe giver derfor ikke den store mening. Det dokumenteres dog i Energistyrelsens rapport, at der er overensstemmelse mellem den Normeffektfaktor, som tidligere blev anvendt på Energistyrelsens lister og så de målte værdier, og senere er det ligeledes dokumenteret, at Normeffektfaktor og sCOP inden for ganske få procent faktisk er ens. Det anbefales at tage et kig i de konklusioner, som her er gjort på baggrund af lignende målinger.



Det vil således også være problematisk at sammenligne den målte systemeffektivitet på varmepumper i dette projekt, med effektiviteten opgivet eller beregnet for andre teknologier som eksempelvis oliekedler, naturgasfyr eller fjernvarme, da disse ikke er baseret på målte værdier for brændselsforbrug og leveret varme.

De 25 nyeste installationer på IT-plattformen har en systemperformance, der alle ligger på samme niveau eller højere og her er der anvendt en certificeret afregningsmåler fra Kamstrup. Disse nye anlæg er installeret af en service-provider, der tager ansvaret for installation og performance. At have adgang til online målinger øger muligheden for at lave en aktiv overvågning af anlæggene med mulighed for at forbedre driften og lære af installationerne og husejernes adfærdsmønstre.

Med de nuværende oliepriser er tilbagebetalingstiden for et luft-vand varmepumpeanlæg ca. 8 år og hvis olieprisen kommer op på niveauet fra for et år siden så vil tilbagebetalingstiden være godt 4 år. Under alle omstændigheder er varmepumpen med en levetid på ca. 15 år en god investering også ved den observerede reelle årlige systemeffektivitet på ca. 290%.

På nuværende tidspunkt står det klart, at andelsselskabet og dermed IT-plattformen ikke kan drives forretningsmæssigt med overskud eller hvile i sig selv ved det ambitionsniveau, der er i øjeblikket. Dette skyldes blandt andet at markedet for Smart Grid ydelser ikke har udviklet sig så hurtigt som forventet, bl.a., er engrosmodellen udskudt et år til 2016 og netselskabernes behov og prissætning af Smart Grid ydelser for at undgå netforstærkninger er heller ikke iværksat. Endelig har spotprismarkedet og regulerkraftmarkedet også udviklet sig til et lavere niveau og med mindre udsving siden 2012. Dette skyldes bl.a. at der de sidste 2-3 år er blevet installeret i omegnen af 350 MW elkedler i fjernvarmesektoren, der tager de billigste priser og at vindmøllerne er blevet gjort styrbare. Der er således kommet andre ydelser, der også kan bruges til at levere fleksibilitet til elsystemet, hvilket er sundt for konkurrencen.

¹⁰ Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, målinger, dataindsamling og formidling" (Svend V. Pedersen og Emil Jacobsen, Teknologisk Institut)

1.4.1 Perspektivering

Projektet har fokuseret på at udvikle og enable IEC61850 standarden via kommunikationsprotokollen XMPP, og har demonstreret direkte styring af tilkoblede varmepumper via denne protokol. Styreboksen er udviklet og installeret i SDVPv1 projektet, kan via de opsatte målere for temperaturer, flow og elforbrug, sætte styrerelæer i varmepumpen efter EVÜ standarden eller den tyske "SGReady" forskrift.

Denne simple tilgang til styring, har været nødvendigt for udviklingen af softwaren i dette projekt, da ingen af de varmepumper, der for 5 år siden kom med i projektet har muliggjort – hverken direkte eller efter henvendelse til fabrikanter – at projektet har kunnet eksperimentere med den interne styring varmepumperne.

Det er dog ved at ske en ændring af dette og flere fabrikanter tilbyder nu såkaldte åbne API'er, hvor 3-part kan tilgå varmepumpen for styring og overvågning af temperaturer, tryk og lignende.

Tilbage står, at energimåling og elmåling ikke i dag er inkluderet i de varmepumpe fabrikater, der installeres i de danske hjem. Derfor er det under alle omstændigheder nødvendigt - og for elmåling lovpligtigt - at opsætte energimålere i forbindelse med installation af varmepumper, hvis disse skal drives af en service-provider eller aggregator.

Dette fordyrer installationen og introducerer flere fejlmuligheder, hvilket dette projekt også viser. Derfor vil projektgruppen anbefale, at også energimåling gøres til et lovkrav – herved er der et incitament for producenterne til at indarbejde dette i varmepumpen og hermed billiggøres installationen i forhold til eftermontage. Denne udvikling ser vi også i andre lande, bl.a. England med RHI direktivet¹¹.



Et sidste forhold, der er værd at bemærke er, at vi i projektet har forsøgt at styre varmepumpen, hvor det reelt er husets komforttemperaturer, der ønskes styret. Det betyder, at styring af varmtvandsbeholdere og termostarter i forbindelse med gulvvarme og radiatorer ville være en mere direkte styring, der sandsynligvis gør det muligt at opnå endnu større fleksibilitet i forhold til serviceprovidere og aggregatorer i et kommende Smart Grid marked i Danmark.

¹¹ <https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/renewable-heat-incentive-rhi>

2. Opsamling og analyse af driftsdata

For at opnå værdifuld viden omkring, hvordan varmepumper kan styres i forhold til elsystemet og hvor effektivt de kan erstatte fossile brændsler er der gennem både SDVP1 (Projektet "Fra Vindkraft til Varmepumper") og SDVP2 er der opsamlet data fra alle installationer, der er tilkoblet IT-plattformen. Opsamlingen er sket i perioden 2010 op til i dag og opsamlingen fortsætter så længe der er ressourcer til dette. Der er løbende kommet flere installationer på, så vi nu er oppe på ca. 300. Rådata på csv-form kan downloades, dels fra enkelt installationer med 5 min samplingstid via www.styrdinvarmepumpe.dk med login og dels via hjemmesiden <http://data.styrdinvarmepumpe.dk>, hvor time og akkumulerede døgndata for 2012 - 2014 kan hentes. Disse data findes i to udgaver, 1) en udgave med alle data og 2) en udgave med ca. 150 installationer, der er gennemgået enkeltvis og fundet valide af Teknologisk Institut.

Stamdata for de involverede installationer baseret på ID kan tillige findes på <http://data.styrdinvarmepumpe.dk>. Disse stamdata er baseret på oplysninger som installationsejerne selv har indtastet.

Følgende analyser er gennemført i efteråret 2014:

- COP fordelt på forskellige anlægstyper
- Elforbrugsbelastningsprofil til varmepumpe baseret på forskellige anlægstyper i forhold til almindelig husholdnings belastningsprofil.
- Varmtvandsforbrugs placering hverdage, weekender og helligdage
- Benyttelsestid for belastningen af varmepumpen. Det vil sige hvor mange timer/døgn/uger om året kører varmepumpen for fuld effekt eller slet ikke og er dermed ikke en fleksibel elforbruger.
- Hvor mange timer kan man i gennemsnit flytte elforbruget
- Start/stop mønstre som funktion af forskellige anlægstyper
- Fremløbstemperatur og temperatur-differens som funktion af udetemperatur
- Stamdataanalyser, anlægsstørrelser, -typer, varmeafgiver, akkumuleringstank, bygningsalder, -størrelse, datakvalitet mv.
- Der er også gennemført analyser over sammenhængen mellem varmepumpetyper og klimatiske forhold. (Vind og udetemperatur)

Disse analyser er søgt sammenlignet med andre lignende analyser, men vores søgning efter lignende projekter har vist at dette projekt er ret enestående i verden fordi det ikke har været muligt at finde projekter, hvor åbenheden har muliggjort tilsvarende analyser på andre demonstrationsprojekter. Se bilag Andre lignende projekter og litteraturstudie7.2 for en gennemgang af andre lignende projekter.

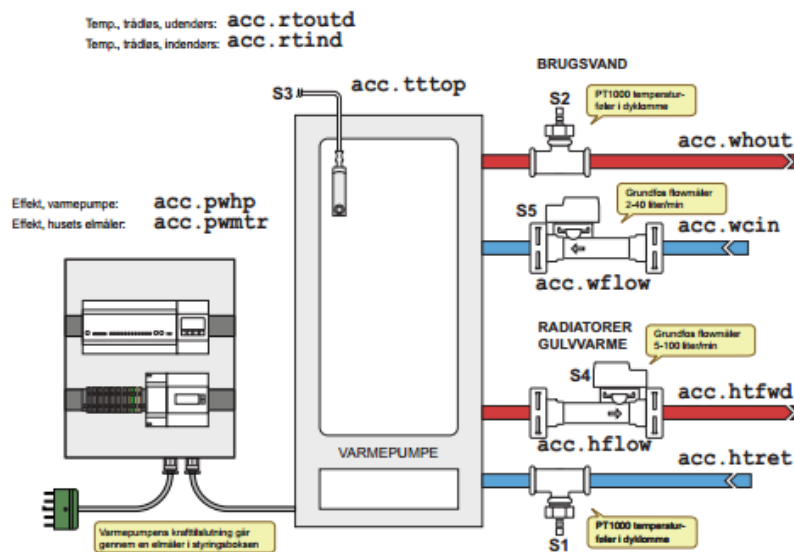
Alle analyser er dokumenteret i en særskilt afrapportering, der kan downloades fra:

www.styrdinvarmepumpe.dk

I det følgende gennemgås nogle af analyserne efter en kort beskrivelse af de data der er tilgængelige.

2.1 Beskrivelse af installationen og de parametre der måles på

Følgende illustration (Figur 2-1) viser, hvordan målerne er placeret i en standard installation. Sensorerne er alle eftermonteret i forbindelse med Energistyrelsens tilskudsordning "Skrot dit Oliefy" fra 2010. Eftermonteringen er udført af den lokale VVS installatør og montage af dataopsamlingsboksen er foretaget af elinstallatør virksomheden IC Electric beliggende i Hedensted. Installationerne er ikke efterfølgende systematisk blevet kontrolleret for fejl, men i det omfang der er fundet fejl, er disse søgt rettet hen af vejen.



Figur 2-1 Angivelse af hvordan sensorer og følere er monteret i de 300 installationer

Temperaturforskellen i varmekreds og varmtvandsforbrug måles med to typer temperatursensorer, hvilket ikke er hensigtsmæssigt i en situation, hvor temperaturforskellen er lille. Dette er gjort for at holde omkostningerne nede til sensorer. I en fremtidig konfiguration bør temperaturmålingen gennemføres med to ens typer sensorer, eks to parrede PT1000 følere. I den viste opstilling er den ene temperaturmåling foretaget via en temperaturmåling i Grundfos Vortex flowmåleren, der ikke har samme karakteristik som PT1000 føleren. Der kunne også være anvendt en rigtig energimåler som eksempelvis Kamstrup 602, der er en dyrere mulighed, men som også kan anvendes til afregningsformål.

Specielt for installationer med gulvvarme, hvor temperatur forskellen ofte er lille, har temperatursensorernes karakteristik og parring en væsentlig betydning. Der er undervejs i projektførelsen gennemført en onlinekalibrering af energimålingen, baseret på temperatur- og flowforhold, når anlægget var stillestående.

Usikkerheden på selve målingerne, når alt er som det skal være er dokumenteret i notatet "[Usikkerhedsberegninger for måling på energiflow i varmepumpe](#)", LIAB, 2011, og viser at usikkerheden på en måling af energien afsat i en gulvvarmekreds kan komme op på 20%. Dette betyder alt andet lige at projektets målinger af bl.a. årlig gennemsnitlig systemeffektivitet er usikker, men vores analyser viser, at gennemsnittet af de foretagne målinger er korrekt sammenlignet med eksempelvis SBI angivelser for beregning af årligt forventet energiforbrug i bygninger.

I gennem perioden har der været en del datakvalitetsproblemer, pga. forkerte indstillinger af parametre, flowmålere, der er faldet ud og fejl monteringer. Endelig har en del installationer også haft behov for at blive kalibreret. Dette betyder, at målinger før 2013 er temmelig usikre og kun elforbruget til varmepumpen kan regnes for pålideligt.

Alle de 300 oprindelige installationer er så vidt muligt installeret som vist ovenfor i Figur 2-1. Der er dog ikke nogen garanti for dette, da særlige omstændigheder har gjort dette umuligt. Det er ikke muligt at få viden om, hvordan de enkelte installationer konkret er udført, med mindre der foreligger en visuel kontrol af installationen.

Forskellige fejltyper i installationerne er dokumenteret i besøgsrapporten "[Kontrolmåling af 10 varmepumpeinstallationer](#)", Teknologisk Institut, 2011.

2.2 Beskrivelse af tilgang til data - hvor og hvordan

På hjemmesiden data.styrdivarmepumpe.dk er data gemt i Excel-regneark med både daglige- og timeværdier og har følgende format:

Felt navn (kolonne)	Tidsopløsning	Forklaring
ID	Time/døgn	Identifikations ID – matcher stamdata ID
Dato	Time/døgn	Dato for måling
Time	Time	UCT timestempling
COP	Døgn	Dalig beregnet COP faktor
Elforbrug	Time/døgn	Elforbrug i Wh/h for timeværdier og kWh for døgnværdier
Varmeflow	Time/døgn	Flow gennemsnit i liter pr. min
Temp_frem	Time/døgn	Fremløbstemperatur varmekreds
Temp_retur	Time/døgn	Returtemperatur varmekreds
Varmebehov	Time/døgn	Varmebehov i Wh/h for timeværdier og kWh for døgnværdier
VV_behov	Time/døgn	VV behov i Wh/h for timeværdier og kWh for døgnværdier
Koldtvand	Time/døgn	Koldt vands temperatur (kun registreret ved tapning)
Varmtvand	Time/døgn	Varmt vands temperatur (kun registreret ved tapning)
Tanktemperatur	Time/døgn	Varmtvandstanktemperatur
Udetemp	Time/døgn	Udendørs temperaturen
Indetemp	Time/døgn	Indendørs temperaturen
Starter	Døgn	Antal starter af varmepumpen i døgn
Driftstid	Døgn	Gennemsnitlig driftstid pr. start for varmepumpen
Huller	Døgn	Antal timeværdier der ikke er registreret i døgn

2.3 Varmebehovet og installationens afhængighed af stamdata

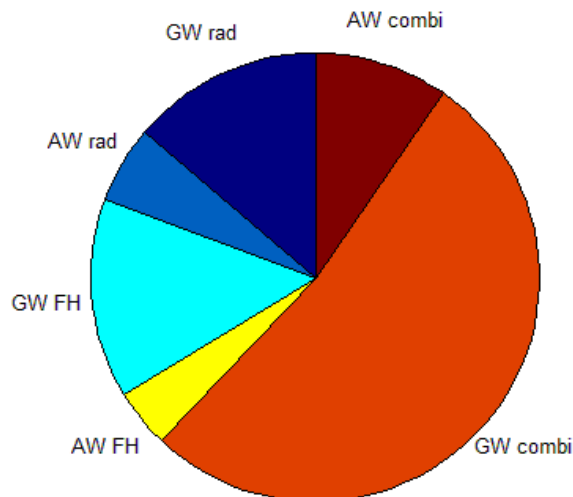
I dette afsnit undersøges sammenhængen mellem forskellige stamdata parametre og installeret varmepumpeeffekt, samt målt og beregnet varmekonsum inkl. varmt vand.

Der er arbejdet med 5 forskellige parametre i stamdata i forhold til installeret varmepumpeeffekt, samt beregnet og målt varmebehov og elforbrug. Følgende forkortelser er anvendt

AW: Luft-vand installation
 GW: Jordvarme installation

Rad: Radiatorsystemer
 FH: Gulvvarme
 Combi: Kombinerede varmeafgiver systemer

Installationerne er klassificeret i seks forskellige grupper efter kilde (AW- luftvand eller GW - jordvand) og varme distributionssystem (Rad - radiatorsystemer, FH - gulvvarmesystemer og Combi - begge varmesystemer).



Figur 2-2 Fordeling af varmepumpe systemer i projektet

Antal installationer i hver gruppe er vist i denne tabel:

	Radiatorsystemer		Gulvvarme		Kombination	
	Vest	Øst	Vest	Øst	Vest	Øst
Luft-vand	9	7	3	9	6	22
Jordvarme	18	22	6	36	30	122

Der er lavet en analyse af forskellen mellem det målte, graddage korrigerede varmeforbrug for perioden oktober 2013 til september 2014 og det forventede energiforbrug baseret SBI rapporten Kragh, J. And Wittchen, K., *Danske bygningers energibehov i 2050, SBI 2010, beregnet ud fra bygningens areal, alder og evt. ombygning/renovering.*

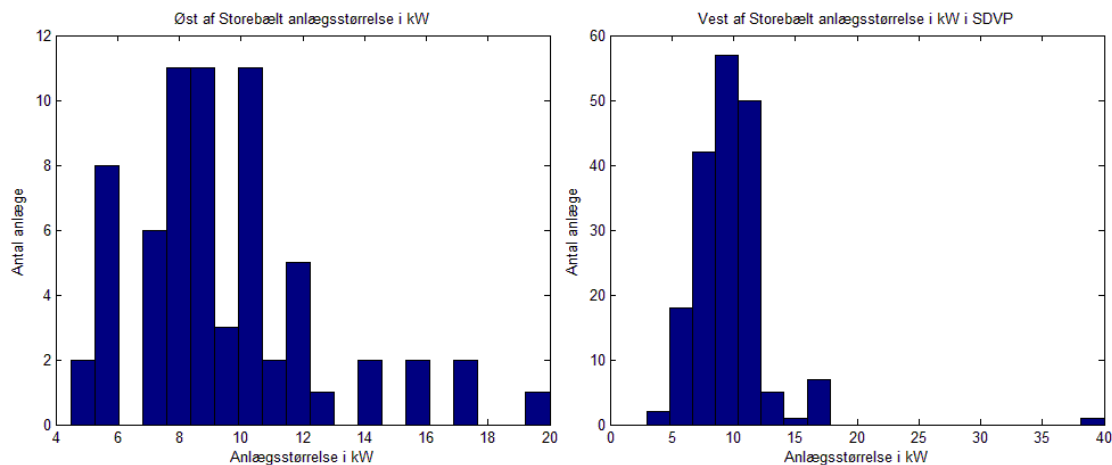
Gennemsnit forhold mellem beregnet og målt varmebehov afhængigt af anlægsinstallation er vist i nedenstående tabel.

	Anlæg med radiatorsystemer				Kun gulvvarmeanlæg			
	m/brændeovn		u/brændeovn		m/brændeovn		u/brændeovn	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Luft-vand	1.05	0.47	1.04	0.47	-	-	0.93	0.10
Jordvarme	0.90	0.48	1.01	0.54	0.80	0.43	0.84	0.26

Det ses, at det målte varmeforbrug ligger lidt under det beregnede forventede varmeforbrug undtagen for luft-vand installationer med brændeovn, samt at tilstedeværelsen af tilskud

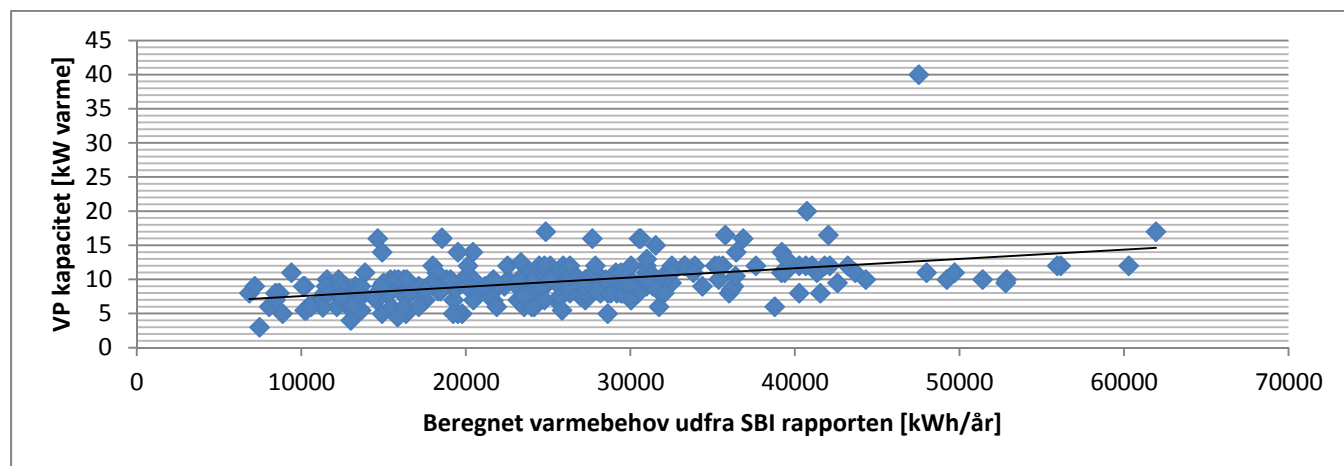
varme fra brændeovnen gør varmeproduktionen fra varmepumpen lidt mindre. Totalt set er det målte varmeforbrug ca. 8% lavere og tilstedeværelsen af tilskudsvarme mindsker behovet for varme fra varmepumpen med ca. 14%. På den baggrund konkluderes det, at de målinger der er foretaget i projektet – trods måleusikkerheden på 20% – i gennemsnit ligger ca. 8% lavere end det forventede.

Figur 2-3 herunder viser anlægsstørrelse i kW varme. Varmepumpernes kapacitet installeret varierer fra 5 til 40 kW, med et gennemsnit på ca. 9kW.



Figur 2-3 Installeret varmepumpeeffekt (kW varme) i de medvirkende installationer øst og vest for Storebælt

I Figur 2-4 ser vi på sammenhængen mellem det beregnede/forventede varmebehov ud fra SBI modellen og varmepumpens faktisk installerede effekt.



Figur 2-4 Sammenhæng mellem installeret varmepumpe effekt og beregnet varmeforbrug ud fra SBI rapporten

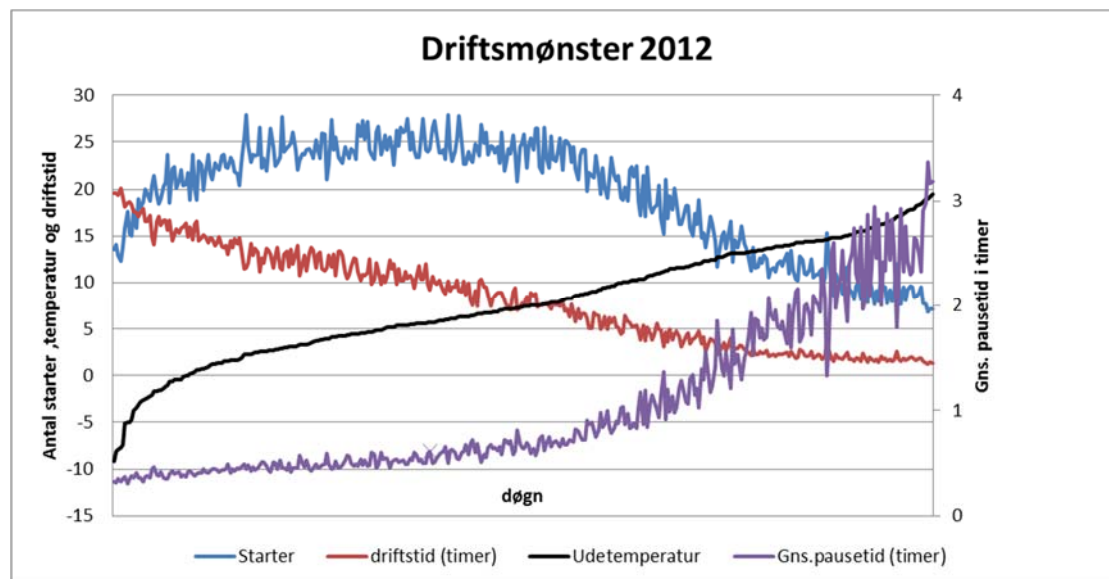
Af Figur 2-4 kan vi se, at der ikke er nogen klar sammenhæng mellem varmebehov og anlægsstørrelse. Det betyder at installationsstørrelsen er svær at bestemme udelukkende som funktion af forventet varmeforbrug. Den sorte linje angiver en 1.ordens tendens linje.

2.4 Driftsmønstre set over døgnet

Til at vurdere mulighederne for at flytte forbrug fra varmepumper, kan sammenhængen mellem udetemperatur, daglig driftstid, daglige antal starter og gennemsnitlige pausetider mellem varmepumpens drift, analyseres.

Hvis varmepumpen har en høj driftstid og praktisk talt kører hele døgnet er muligheden for at kunne flytte varmeproduktionen og dermed elforbruget til varmepumpen begrænset. Omvendt gælder også, at hvis varmepumpen ingen driftstid har så kan vi ikke forvente at kunne starte den i løbet af døgnet selvom elpriser eller andet skulle tilsige dette.

Endelig vil en begrænset pausetid eksempelvis fordi husets varmesystem ikke har tilstrækkelig akkumulering eller at huset er dårligt isoleret, betyde at vi ikke kan forvente at kunne lave driftsmønstret væsentligt om, således at vi samler driftstiden i "klumper", hvor elpriser eller andet tilsiger, at vi skal køre med varmepumpen.



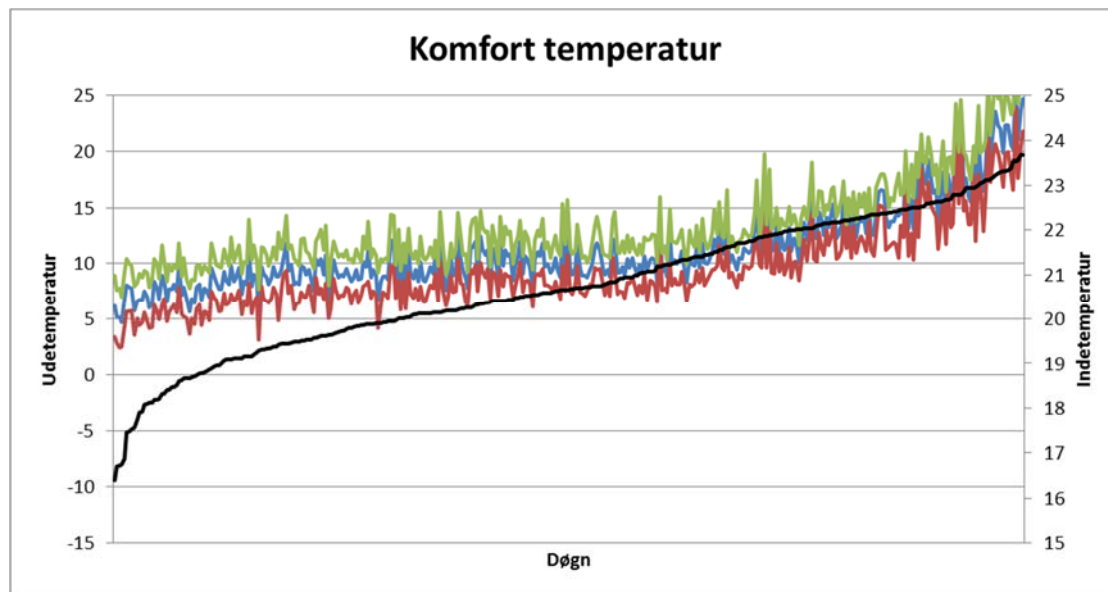
Figur 2-5 Sammenhæng mellem døgn middel udetemperatur, driftstid, antal starter og gennemsnitlig tid hvor varmepumpen sammenhængende holder pause mellem starterne.

Af Figur 2-5 ses, at selv på de koldeste dage (sorte kurve) er det muligt at flytte elforbruget væk fra spidslast timer, da driftstiden (røde kurve) her er under 20 timer pr. døgn. Omvendt er der også mulighed for at udnytte varmepumpen i sommerperioden til at aftage billig vindmøllestrøm i nogle timer hver dag, primært på grund af varmtvandsproduktion, da varmepumpen her kører mindst 1 time.

Den højre akse viser den gennemsnitlige pausetid (lilla kurve) mellem varmepumpens driftsperioder og det bemærkes, at pausetiden ligger under en time i vinterperioden uanset udetemperaturen. Det er altså driftstiden og antal stop (blå kurve), der ændres og ikke længden af pauserne. Dette kunne tyde på at fleksibiliteten er mindre end blot ved at kigge på den samlede driftstid, der tilsiger at der selv på de koldeste dage er 4 timer i døgnet hvor varmepumpen ikke kører – dette er blot ikke en sammenhængende periode.

At varmepumpen kun kører ca. 20 timer i gennemsnit selv på de koldeste dage tyder på at varmepumpen er over dimensioneret, og det betyder alt andet lige at muligheden for at tilbyde fleksibilitet er til stede også på de koldeste dage.

En anden indikation på om der er mulighed for fleksibilitet er ved at kigge på døgnmiddel inde-temperaturen som funktion af udetemperaturen og se på hvor meget temperaturen svinger hen over døgnet. Svinger temperaturen eksempelvis 3 grader kunne det tyde på at husejeren opnår en tilstrækkelig komfort inden for disse grænser. Det betyder, at hvis vi kan tilrettelægge en styringsfilosofi, der overholder dette, så vil husejerens komfort ikke ændre sig.



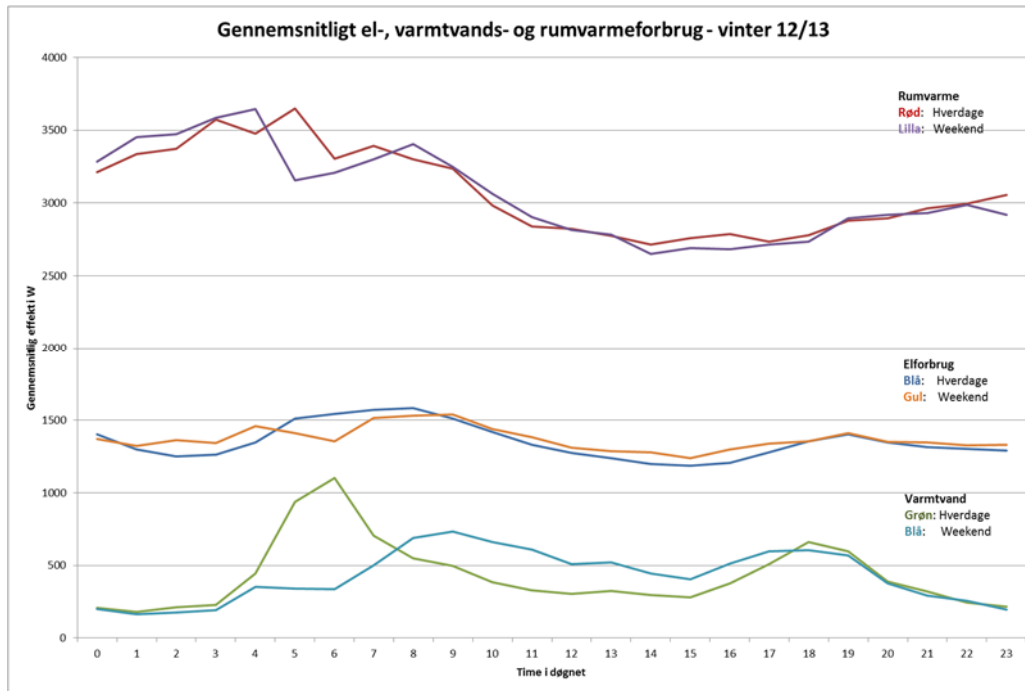
Figur 2-6 Gennemsnits inde temperaturen på daglig basis som funktion af udetemperatur for 2012 med angivelse af minimum og maksimum temperatur den pågældende dag. Heraf se at temperatursvinget er ca. 2 gr. Celsius (20-22) hen over et døgn.

Af Figur 2-6 ses at varmepumperne er presset på temperaturen på de koldeste dage, hvilket kan skyldes for lav fremløbstemperatur – bør sandsynligvis indreguleres bedre så fremløbstemperaturen gøres højere på de koldeste dage. Dette betyder så til gengæld alt andet lige at COP'en forringes en smule.

Endelig kan vi lave en analyse, der fortæller noget om hvordan, forbrugsmønstret for rumvarme og varmt vand fordeler sig som gennemsnit i døgnet 24 timer i vinterhalvåret. Heraf kan vi få læring om, hvornår husejeren kræver og dermed varmepumpen leverer de nødvendige ydelser.

For en aggregator vil denne analyse sige noget om, hvor stor rådigheden af en potentielt op- eller ned regulering vil være.

På den følgende Figur 2-7 er det gennemsnitlige elforbrug og varmebehovet i Watt pr. varmepumpe installation gengivet for vinteren 2011/12. Elforbruget til den enkelte varmepumpe vil maksimalt være ca. 3 kW for en 9 kW varmepumpe, der er gennemsnitsstørrelsen for de tilkoblede varmepumper.



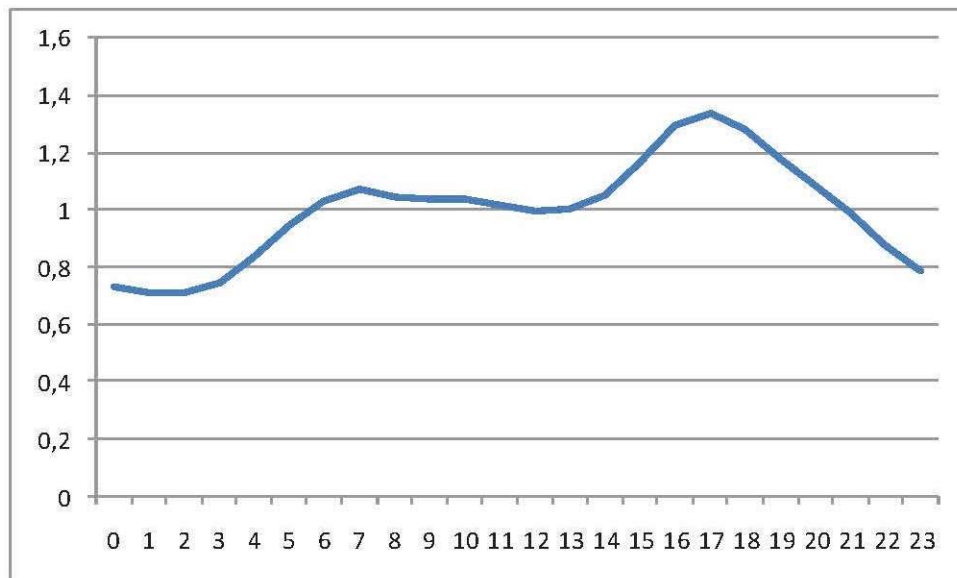
Figur 2-7 Forbruget er delt op på hverdage og weekender. Det ses tydeligt, at vi står senere op i weekenden og dermed går senere i bad, men at vi derudover har et større varmtvandsforbrug i weekenden end på hverdage.

Konklusion på vores analyser er

- Ca. 1,5 kW op- og nedregulering pr. varmepumpe i gennemsnit i 1-2 timer. Peak er ca. 2 gange større, hvis alle varmepumper kører på en gang. De 1-2 timer fremkommer af analyserne af driftstid og temperatursvingninger (Figur 2-5)
- Reguleringsmulighederne er mindst om sommeren og om vinteren, men effekten størst. Dette er fordi varmepumpen her er mindst fleksibel (kører meget eller lidt)
- Ved 200.000 varmepumper svarer dette til ca. 300MWel reguleringseffekt i gennemsnit, svarende til en kraftværksblok eller 600 MWel peak i afbrydelighed (opregulering) på de koldeste dage, hvor alle varmepumper kører på en gang.

2.5 Elforbrugsfordeling over døgnet

Varmepumpens elforbrugsmønster kan sammenlignes med husholdningens almindelige elforbrug, der i dag ligger til grund for fastsættelse af den elpris som almindelige danske husstande afregnes efter. Det er en elpris der udregnes på baggrund af time-vægtede Nordpool elpriser set over eksempelvis en tre måneders periode. Da husholdningen elforbrug i gennemsnit er placeret i de perioder, hvor Nordpool spot prisen er høj, vil den gennemsnitlige pris på almindeligt husholdningselforbrug ligge over gennemsnittet på Nordpool.

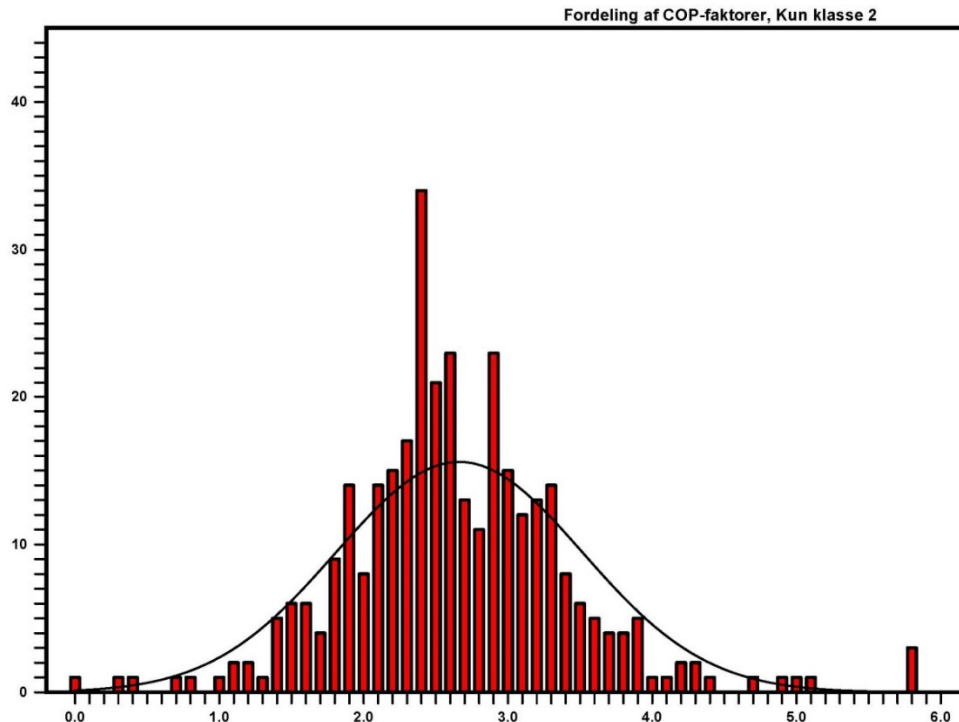


Figur 2-8 Normeret elforbrug i husholdningerne (gengivet fra "Prisfølsomt elforbrug i husholdninger", EA Energianalyse 2009)

Dette betyder, alt andet lige, at elforbruget til varmepumpen kan indkøbes på spotmarkedet billigere, end elforbruget til den alm. husholdning, da elforbruget til varmepumpen jf. Figur 2-7 er jævnt fordelt overdøgnet, med en tendens til at være lidt højere om natten. Det betyder, at den almindelige forbruger kan tjene på at omlægge sit el-købsprodukt fra skabelon (gennemsnitselpris) el til timeafregnet forbrug. Flere elselskaber har også lavet analyser af dette. Dette bliver muligt når den nye flexafregning bliver indført sammen med engrosmodellen i 2016.

2.6 Gennemsnitlig årlige systemeffektivitet (årlig målt COP værdi)

Med udgangspunkt i ca. 150 installationer, hvor målingerne er ser fornuftige ud fås følgende fordeling på årlig systemeffektivitet, for hele perioden installationerne har været koblet op på IT-plattformen:



Figur 2-9 Fordeling af alle anlægs årlige systemeffektiviteter. Et anlægs vægtede systemeffektivitet værdi tages med for alle de år, hvor installationerne har leveret fornuftige målinger.

Den bagved liggende gauss-kurve antyder at spredningen er tilfældig, og derfor bør gennemsnittet være validt. At spredningen er så stor på målingerne skyldes den relativt store usikkerhed på 20%, der er på målingerne. Gennemsnittet af målingerne underbygges dog af afsnit 2.3 "Varmebehovet og installationens afhængighed af stamdata.", hvor det vises at målingerne af varmeforbruget i gennemsnit er knap 8% lavere end det forventede i forhold til en beregning efter SBI.

Af måledata kan beregnes en række nøgletal:

	Gns-Sdv	Gns	Gns+Sdv
Systemeffektivitet	2,09	2,66	3,24
	25% fraktil	50% fraktil	75% fraktil
Systemeffektivitet	2,18	2,57	3,08

Det ses heraf, at for disse anlæg, der nu er ca. 5 år gamle haves en årlig aktuel systemeffektivitet ikke korrigeret for måleusikkerhed på ca. 270%. Korrigeres for målefejl og usikkerhed fås en gennemsnitlig årlig systemeffektivitet på ca. 290%. At der er så stor spredning på anlægsperformance skyldes sandsynligvis både usikkerhed på målingerne, men også installationerne,

brugsmønstret og ikke mindst varmt brugsvand og fremløbstemperaturerne anlæggene er indstillet til.

Det skal understreges, at de SCOP værdier, som er gengivet på Energistyrelsens liste ikke indeholder brugsvand, men beregnes på baggrund af metoden angivet i EN14825 – og da produktion af varmt brugsvand påvirker virkningsgraden af et varmepumpeanlæg i negativ retning, er en direkte sammenligning meget svær at foretage og vil ikke give mening. Dette er meget lig opgørelser af benzin- og diesel økonomi ved biler. Opgørelserne kan anvendes til sammenligning af økonomien mellem bilmærker og –modeller, men det er ikke muligt at opnå den samme performance ved praktisk kørsel.

Under alle omstændigheder giver dette at have adgang til online målinger muligheden for at lave en aktiv overvågning af anlæggene med mulighed for at forbedre driften og lære af installationerne og husejernes adfærdsmønstre.

De nyeste installationer, der er installeret, har en performance, der ligger på eller over gennemsnittet for alle varmepumperne i projektet, også selvom flertallet af disse er luftvand- varmepumper, der har en forventet lavere performance en jordvarmepumper.

På disse nye installationer er varmemålingen foretaget med en certificeret afregningsmåler (Kamstrup 602), hvor det må forventes at måleusikkerheden er væsentligt lavere end for de øvrige installationer.

Disse nye anlæg er installeret af en service-provider, der tager ansvaret for installation og performance. At have adgang til online målinger øger muligheden for at lave en aktiv overvågning af anlæggene med mulighed for at forbedre driften og lære af installationerne og husejernes adfærdsmønstre.

2.6.1 Den observerede driftsøkonomi for varmepumper

I dette afsnit sammenholdes økonomien i den aktuelle varmepumpedrift med en årsvirkningsgrad på ca. 290%, over for et gammelt olie fyr med en virkningsgrad på 75% eller et nyt olie-fyr med en virkningsgrad på 90%, som er de vurderinger vi har fra gennemgange af nogle af de nye installationer, der er foretaget, hvor der er installeret en luft-vand varmepumpe.

Elpris:	1,6 kr/kWh efter afgiftsrefusion
Oliepris:	
Henholdsvis	9 kr/liter (nuværende)
Samt	11kr/liter (forventet)
Installationspris luft-vand varmepumpe	80-100.000 kr.
Installationspris nyt oliefyr	30-40.000 kr.
Nuværende olieforbrug:	2.500 liter/år
Nuværende olieomkostninger:	22.500-27.500 kr/år

Omkostninger ved varmepumpedrift:

$$25000 \text{ kWh} \times 75\% \text{ divideret med } 3 \times 1,6 \text{ kr/kWh} = 10.325 \text{ kr/år}$$

Omkostninger ved nyt oliefyr:

$$2500 \text{ liter} \times 75\% \text{ divideres med } 90\% \times 9/11 \text{ kr/liter} = 18.500 - 22.917 \text{ kr/år.}$$

Den simple tilbage betalingstid for udskiftning fra gammel oliefyr til varmepumpe bliver da:

80.000 kr. divideret med (27.500 kr – 10.325 kr) = 4,4 år (best case)

100.000 kr. divideret med (22.500 kr – 10.325 kr) = 8,12år (worst case)

I forhold til udskiftning til nyt oliefyr fås følgende simple tilbagebetalingstid:

(80.000 kr – 30.000kr) divideret med (22.917 kr – 10.325 kr) = 4,1 år (best case)

(100.000 kr – 40.000 kr) divideret med (18.500 kr – 10.325 kr) = 7,2 år (worst case)

Det er antaget, at øvrige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, er ens i de tre tilfælde.

Det vil sige, at med de nuværende oliepriser er tilbagebetalingstiden ca. 8 år og hvis olieprisen kommer op på niveauet fra for et år siden, så vil tilbagebetalingstiden være godt 4 år. Under alle omstændigheder er varmepumpen med en levetid på ca. 15 år er god investering – også ved den observerede reelle systemperformance på ca. 300%.

2.7 Webservice med vejr- og elsystemdata

Projektet har videreudviklet en webservice oprindeligt udviklet af Energinet.dk i samarbejde med DMI. Det overordnede formål er at give mulighed for at optimere de enkelte varmepumpes tidsmæssige varmeproduktion, ved at udnytte de varierende omkostninger og miljøbelastninger i det samlede elsystem over døgnet. Som led heri stiller webservicen lokale prognoser for vejr til rådighed, med timefordelte oplysninger om temperatur, fugt, vindstyrke og –retning samt solstråling. Disse oplysninger muliggør en præcis estimering af det forventede behov for tilført varme i det kommende døgn. Til brug for den tidsmæssige indplacering af varmeproduktionen kan den samme webservice formidle oplysninger fra det lokale – og regionale elsystem omkring bl.a. spotpriser, nettatariffer såvel som vindkraftens andel af samlet elproduktion og produktionens aktuelle CO₂-indhold.

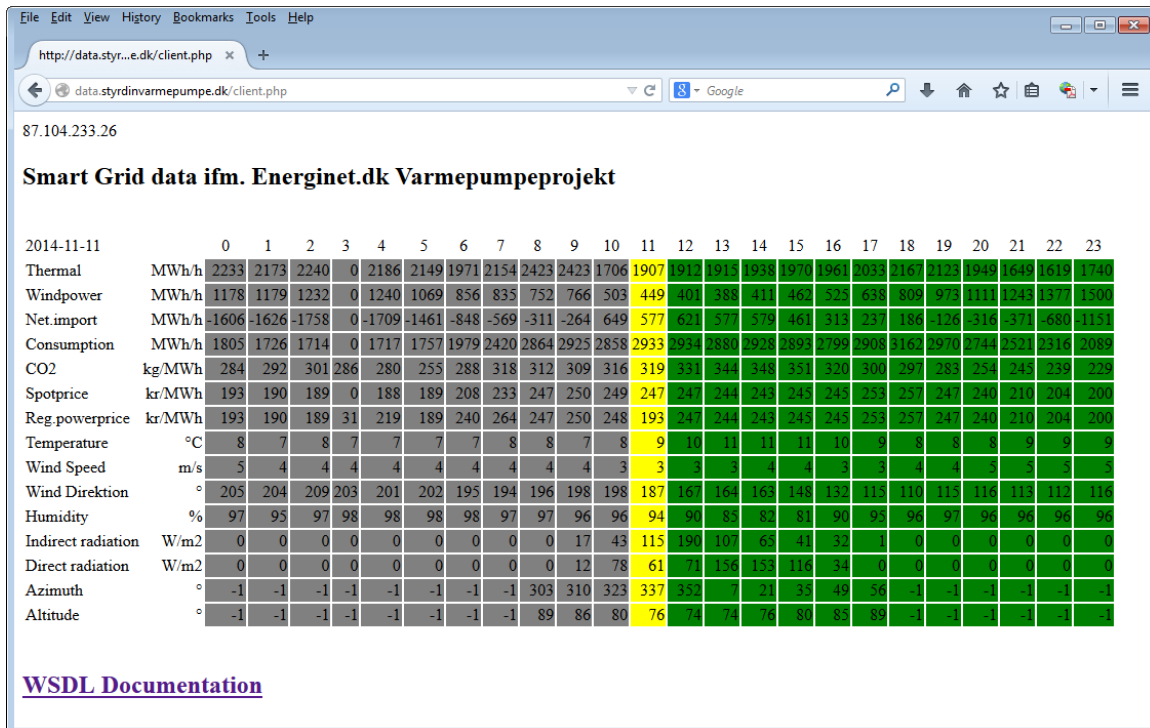
Webservicen er udviklet til at levere en standardiseret snitflade for lokale prognoser for vejr, hvor brugeren angiver sin geografiske placering. Data leveres 48 timer frem i tid og den seneste prognose gemmes til analyseformål. Det er muligt at hente prognosedata for vejr og elsystem for de cirka 300 bygninger, der indgår i projektet. Hvert hus er forsynet med en unik ID og geokodning. Alle data indsamles automatisk via FTP direkte hos udbyderne af konkrete data dvs. DMI, Nord Pool samt på sigt netselskaber der har etableret varierende tidstariffer

Webservicen omfatter følgende data:

- Data om elproduktion og elforbrug i Øst-/Vestdanmark, herunder vindkraftproduktion
- CO₂ emissionen fra den samlede elproduktion i Danmark
- Elpriser, det vil sige elspotmarkedets timepriser, regulerkraftpriser og nettatariffer.
- Løsningen er forberedt til at indeholde detailpriser ud fra stamdataoplysninger i den kommende DataHub og indlæggelse af elpriser fra elhandelsselskaber.
- Vejrdata, herunder temperaturer, vindforhold, luftfugtighed og solindstråling.

Alle data er angivet som timeværdier og opdateres på timebasis.

Data hentes på <http://data.styrdinvarmepumpe.dk/>:



87.104.233.26

Smart Grid data ifm. Energinet.dk Varmepumpeprojekt

2014-11-11		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Thermal	MWh/h	2233	2173	2240	0	2186	2149	1971	2154	2423	2423	1706	1907	1912	1915	1938	1970	1961	2033	2167	2123	1948	1649	1619	1746
Windpower	MWh/h	1178	1179	1232	0	1240	1069	856	835	752	766	503	449	401	388	411	462	525	638	809	973	1111	1245	1377	1500
Net.import	MWh/h	-1606	-1626	-1758	0	-1709	-1461	-848	-569	-311	-264	649	577	621	577	578	461	313	231	186	-126	-316	-631	-680	-1151
Consumption	MWh/h	1805	1726	1714	0	1717	1757	1979	2420	2864	2925	2858	2933	2934	2880	2928	2895	2799	2908	3162	2970	2744	2521	2316	2089
CO2	kg/MWh	284	292	301	286	280	255	288	318	312	309	316	319	331	344	348	351	320	306	297	283	254	245	239	228
Spotprice	kr/MWh	193	190	189	0	188	189	208	233	247	250	249	247	247	244	243	245	245	253	257	247	240	210	204	200
Reg.powerprice	kr/MWh	193	190	189	31	219	189	240	264	247	250	248	193	247	244	243	245	245	253	257	247	240	210	204	200
Temperature	°C	8	7	8	7	7	7	7	8	8	7	8	9	10	11	11	11	10	9	8	8	8	9	9	9
Wind Speed	m/s	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	5	5
Wind Direktion	°	205	204	209	203	201	202	195	194	196	198	198	187	167	164	163	148	132	113	110	115	116	113	112	116
Humidity	%	97	95	97	98	98	98	98	97	97	96	96	94	96	85	81	81	80	91	96	97	96	96	96	96
Indirect radiation	W/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	43	115	190	107	65	41	32	1	0	0	0	0	0	0
Direct radiation	W/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	78	61	61	71	156	153	116	34	4	0	0	0	0	0	0
Azimuth	°	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	303	310	323	337	352	7	21	35	49	56	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Altitude	°	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	89	86	80	76	74	74	76	80	85	89	-1	-1	-1	-1	-1	-1

[WSDL Documentation](#)

Data kan downloades som en kommesepareret fil til videre bearbejdning i eksempelvis et regneark. Data kan også hentes efter SOAP standarden (via WSDL-fil). Vejrprognosen kommer fra DMI's 3x3 km-grid. I projektet benyttes prognoser for det nærmeste grid-punkt i forhold til de konkrete bygninger der er med i projektet.

3. Udvikling af standardiseret kommunikationssnitflade

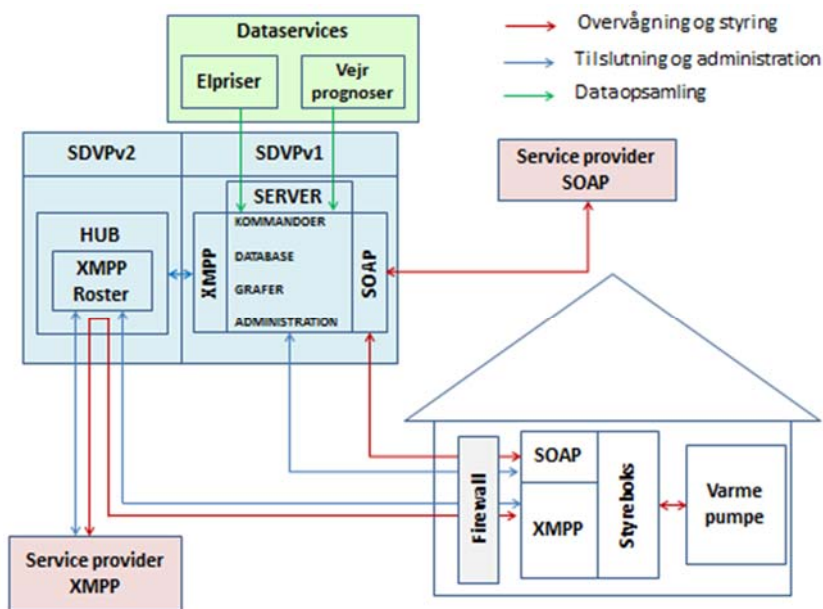
Det overordnede formål med projektet har været, at implementere og teste næste generations kommunikationsprotokol for små-skala Smart Grid enheder sammen med informationsmodellen udviklet i forskEL projektet 'Intelligent fjernstyring af individuelle varmepumper (IFIV)', som også anvendes i forskEL projektet READY. Dette muliggør at stille et standardiseret kommunikationsinterface til rådighed for aktørerne på IT-plattformen. Ved projektets start anvendte den eksisterende IT-plattform en simpel XML/SOAP protokol, som mangler funktionalitet, der muliggør en robust nær-realtids datakommunikation til storskala udrulning.

Resultaterne i projektet er baseret på open source protokollen XMPP, som begynder at vinde fodfæste hos større amerikanske aggregatorer så som EnerNoc og varmeproducenten Bosch. XMPP er en kandidat til næste generation af protokoller, der kan anvendes til at kontrollere systemer med mange enheder, modsat de kommercielle protokoller, der i dag anvendes til Smart Grid komponenter.

For at imødekomme ovenstående, er der fokuseret på en række aktiviteter, der omhandler implementering og testning af en XMPP protokol for informationsmodellen fra READY projektet. Denne protokol er testet dels på SDVP platformen samt på varmepumper, der er forberedt for dette og installeret på Green Tech Centeret ved Vejle.

Indtil nu, har projektet været i dialog med Bosch Varmepumper, hvis overordnede strategi og tanker matcher godt med hvad projektet kommer til at foreslå. Bosch anvender i dag selv XMPP protokollen.

Danfoss og Vølund/NIBE anvender ikke i dag standardiserede kommunikationsprotokoller. Det samme gælder de fleste andre producenter. Se bilag 7.3.



Figur 3-1 Principskitse over den udviklede IT-plattform

Nuværende strategi for udrulning af XMPP kommunikationsprotokollen kan deles op i tre faser, for at kunne imødekomme producenternes forskellige situationer.

Fælles for beskrivelsen er, at SDVPv2 platformen opgraderes med XMPP protokollen mellem varmepumper og server, og mellem server og service-providers som skitseret på Figur 3-1.

Fase 1 er rettet mod producenter, der allerede har opbygget en cloud løsning, hvor der kan kommunikeres med varmepumper via producenternes proprietære protokoller, eksempelvis NIBE/Vølund.

Her anbefales, at der udvikles en virtuel XMPP server hos producenten, der mapper producentens informationsmodel til SDVPv2 informationsmodellen, samt tilføjer XMPP funktionaliteten. Hermed vil en eksisterende cloud løsning umiddelbart kunne tilsluttes SDVPv2 platformen, så der hurtigt vil kunne tilføjes mange varmepumper.

Fase 2 er rettet mod producenter, der endnu ikke har udviklet en cloud løsning, og derfor adapterer SDVPv2 XMPP serveren, eller selv udvikler en XMPP server løsning. Fælles herfor er, at kommunikationen til varmepumpen, dels kan være proprietær, hvor der implementeres en XMPP klient i varmepumpen, dels kan der anvendes en ekstern boks, der tilfører XMPP funktionaliteten. Dette er udgangspunktet for EUDP projektet HeatUp, hvor Dansk Varmepumpe Industri udvikler en ny Luft-vand varmepumper, der udnytter SDVP IT platformen direkte.

Fase 3 er rettet mod producenter, der allerede har udviklet en cloud løsning baseret på XMPP samt den foreslåede informationsmodel helt ud i varmepumpen. Dette kunne eksempelvis være Bosch.

3.1 Tekniske spor – XMPP og IEC61850

Følgende afsnit beskriver det tekniske spor gennem med fokus på XMPP og IEC61850 standardiseringsarbejdet. Først gives en kort introduktion til XMPP og fordelene ved at anvende denne protokol. Dernæst gives en kort beskrivelse af hvad der på den tekniske side er blevet udviklet og implementeret i løbet af projektets løbetid, samt resultatet af den praktiske anvendelse af XMPP til direct control af en pulje af varmepumper.

På hjemmesiden www.styrdinvarmepumpe.dk kan en større afrapportering af emnet findes.

3.1.1 Hvad er XMPP

XMPP protokollen er en Open-Standard kommunikations- og applikationsprotokol til etablering af nær-realtids tovejs beskeder over internettet. Protokollen udvikles og udvides løbende i forskellige fora, og anvendes bl.a. inden for social networking (Facebook), Internet of Things samt Smart Grid.

Inden for Smart Grid, er firmaer som EnerNOC¹², der aggregerer store mængder af afbrydelig effekt, begyndt at anvende protokollen, som kommunikation mellem server og klient. Yderligere arbejder de også på at standardisere XMPP som transportlag for OpenADR 2.0.

I forbindelse med den europæiske standardisering indenfor elnettet, er der i standardiseringsgruppen IEC TC57 WG21 (Fleksibilitet og snitfladen til private hjem) konsensus omkring valget af XMPP. Yderligere er XMPP af projektgruppen præsenteret i IEC TC57 WG17 som det nye kommunikationsinterface til Distributed Energy Resources (DER)¹³ på en workshop i Skt. Petersborg, hvor strategien blev vel modtaget hos bl.a. store firmaer som Siemens og Schneider.

¹² <http://open.enernoc.com/>

¹³ IEC61850-7-420

Som nævnt, har XMPP en række fordele i forbindelse med at etablere en robust nær-realtids kommunikation over internettet mellem en server og en klient. For at kommunikere med varmpumper, der typisk er placeret i bygninger og bag firewalls, er det primære problem at få en ægte tovejs kommunikation etableret. Mest udstyr i dag, "vågner" regelmæssigt op, og afleverer data til en central server. Er der kommandoer i kø, hentes disse ned og eksekveres. Det vil sige, der er en forsinkelse i kommunikationen, der svarer til den periode/frekvens, som det decentrale udstyr melder ind med.

Ved at anvende XMPP opnås følgende fordele:

1. Ingen Firewall problematikker. Der kan etableres en to-vejs kommunikation gennem enhver Firewall på samme måde som Skype etablerer en Peer-to-Peer forbindelse. XMPP kan også etablere en ægte to-vejs kommunikation via mobilnetværket GSM/GPRS uden at kende den offentlige IP adresse.
2. Der er indbygget en automatisk 'Til-Stede' funktionalitet, så serveren med det samme ved om klienten er på.
3. Informationssikkerhed er en integreret del af protokollen. Data er krypterede og autentificeret via klient login.
4. Der understøttes Point-to-Point og Point-to-Multipoint kommunikation.
5. Open source server samt biblioteker findes.
6. Alle kan etablere en XMPP server med tilhørende subnet. Subnet kan forbindes ved at forbinde servere via clustering og dermed er skallering ikke en større udfordring.

3.1.2 *Hvad er der udviklet og implementeret*

I projektet har der i forbindelse med udviklingen og implementering været fokuseret på et generelt setup, hvor nye og/eller eksisterende varmpumper enables med en kommunikationsprotokol via XMPP.

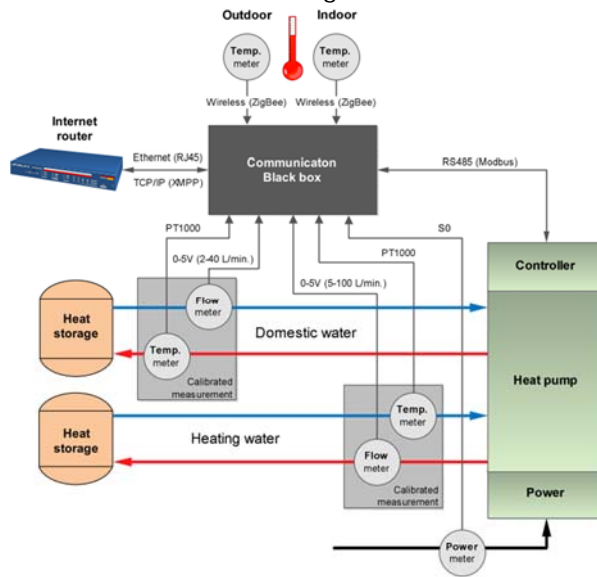
Principielt er der to yderpunkter for implementeringen:

1. Wrap-løsningen, der er en add-on boks til varmpumpen, som oversætter varmpumpens egen styrings-API til XMPP protokollen. Denne er udviklet i projektet.
2. Integreret, løsningen implementeres i varmpumpen, så varmpumpen selv kan kommunikere via XMPP protokollen. Dette søges implementeret i EUDP projektet HeatUp.

Visionen for projektet har været, at løsningen i princippet implementeres helt ind i varmpumpen. I praksis er dette muliggjort ved at udvikle to biblioteker, der udstiller XMPP funktionaliteten og IEC 61850 informationsmodellen, som så kan implementeres i en black-boks enten i eller ved varmpumpen og hos en service-provider, der ønsker at kommunikere via denne kanal.

Bibliotekerne Open Source, for at gøre det muligt for, at 3. part aktører som f.eks varmpumpeproducenter og aggregatorer, selv kan tage koden og implementere funktionaliteten i deres egen software, eller bede parterne i dette projekt om at hjælpe med dette. Herved kan protokollen afkobles fra den specifikke forretningslogik, der hhv. ligger i varmpumpen og hos aggregatoren.

For at kunne kommunikere med varmepumpe producenterne omkring hvilke signaler der skal føres ud af pumpen, er der udarbejdet følgende black-box skitse (Figur 3-2), der har til formål at vise en brutto liste over foreslåede signaler.

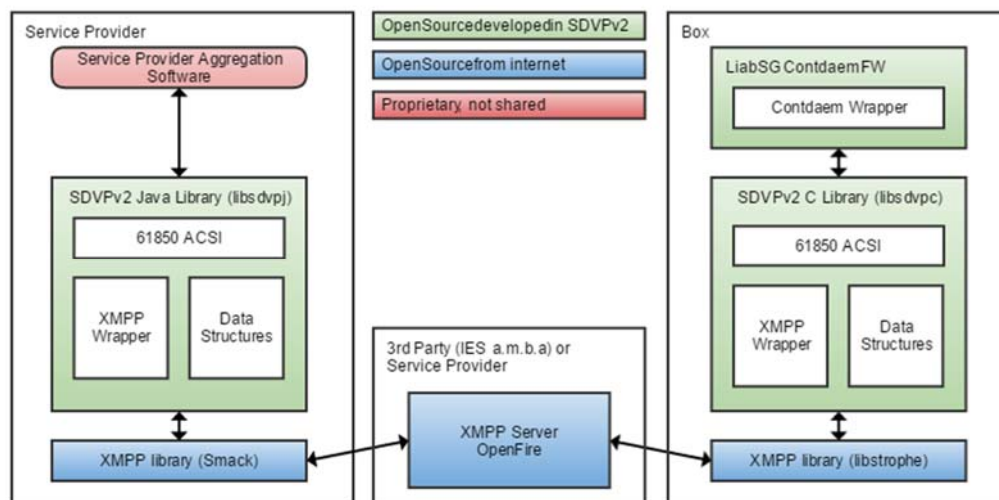


Figur 3-2 Blackbox skitse af informationsmodellen IEC61850 med eksempel på parametre til dataopsamling

Black-boksen er en af leverancerne fra projektet, for på den måde at kunne dokumentere over for producenter, at protokollen er implementer bar, og sekundært at give producenterne muligheden for enten at implementere boksen i deres eksisterende eller nye varmepumper, eller have den som en add-on løsning.

I figuren nedenfor (Figur 3-3), er der vist, hvorledes de forskellige moduler og biblioteker hænger sammen. Søjlen til venstre illustrerer, hvad der kører hos en evt. service-provider, søjlen til højre illustrerer hvad der kører i varmepumpen eller i black-boksen tilsluttet varmepumpen. Midterste søjle er OpenFire serveren, der i projektets tilfælde fysisk er placeret og administreres af andelsselskabet, men som lige så godt kunne være placeret hos service-provideren eller varmepumpeproducenten.

På java-siden anvendes XMPP biblioteket (*Smack*), mens C biblioteket libstrophe anvendes på den embeddede linuxbox.



Figur 3-3: Systemoverblik over de komponenter, der er udviklet i projektet

I SDVPv2 er der udviklet specifik software inden for de områder, der i figuren ovenfor er markeret med grøn farve. Denne software er udviklet som biblioteker, der bl.a. udstiller IEC 61850 funktionalitet i forbindelse med XMPP kommunikationen til varmepumper, samt funktionalitet, der muliggør en automatisering af etableringen af forbindelse og kommunikation mellem box og service-provider. Yderligere er der på box og på andelselskabets server, udviklet og tilpasset software, der enten allerede er Open Source eller som i forbindelse med indeværende projektets afslutning, bliver Open Source.

De blå bokse indeholder XMPP open source biblioteker/applikationer, der frit kan downloades fra internettet. OpenFire serveren forbinder de to domæner og kan også hentes, og uden videre sættes op out of the box. De røde bokse indeholder proprietær software, der ikke stilles til rådighed for projektets partnere.

3.1.3 Lessons learned

Nogle af de erfaringer, der er gjort i SDVPv2 projektet er listet nedenfor.

Typen af datakommunikation er forskellig for industrielle (store) og private (mindre) varmepumpe anlæg

Forskellen går primært på, at varmepumper installeret i private boligere, er installeret med det primære formål at levere varme til bygningen, hvorimod store varmepumpeanlæg på kraftvarmer anvendes som substituering for elpatroner og varme produceret på gasgeneratorer. Dette betyder, at

- Mindre varmepumpeanlæg som vil være installeret i en almindelig bolig eller sommerhus vil typisk kunne benytte en datakommunikation med ingen eller begrænset feedback, typisk betegnet som 'Demand Response'.
- Ønskes udvidede forretningsmodeller i almindelige boliger, vil der også her være behov for den udvidede kommunikation til og feedback fra varmepumperne.
- Større industrielle anlæg på kraftvarmeværker vil typisk benytte den datakommunikation der anvendes for DER (IEC61850-7-420)
- I SDVPv2 projektet har man valgt en datakommunikation som benytter informationsmodellen fra de industrielle anlæg, kombineret med web-baseret datakommunikation baseret på SOAP og XMPP.

Snitfladen mellem 'elsystemet' og varmepumpen i relation til 'styring' bliver i første omgang via det interface der kaldes 'SG Ready'

- SG Ready er ikke en standard, men en specifikation som er udarbejdet af en tysk brancheforening for varmepumpeproducenter. Den er meget simpel (2-bit direkte styring), men dermed også ret begrænset – f.eks. kan man ikke få et feedback for om varmepumpen reagerer på 'styrersignalet'
- SDVPv2 benytter 'SG Ready' signal, men har samtidig også feedback i form af målinger. Snitfladen imellem SG Ready signal og 'elsystemet' er en datakommunikation baseret på XMPP.

3.2 Resultater af demonstration af XMPP på konkrete installationer

I SDVPv2 er XMPP blevet anvendt i forbindelse med styring af en pulje af varmepumper i stedet Soap/XML.

Soap/XML har hidtil været anvendt til:

- 5 minutters middelværdier af:
 - Leveret varme
 - Brugt energi til varmt vand
 - Elforbrug inde
 - Indetemperatur
 - Udetemperatur
 - Tanktemperatur
- Finde relæskift i en given periode

Brugen af XMPP har bidraget med følgende funktionalitet:

- Øjeblikselforbrug

- Aktual relæstatus med tidsstempel for sidste skift

Flere af Soap/XML kommandoerne kunne også erstattes med XMPP øjebliksmålinger, men det er ikke så relevant, da de ikke ændrer sig så hurtigt. Ligeledes er øjebliksmålingerne også en del mere støjfyldte end middel af flere målinger.

Resultatet er at ovennævnte XMPP kald kan foretages for under 10 sekunder for en pulje på over 50 varmpumper.

Fordelen ved XMPP kommandoerne er, at det giver mulighed for direkte overvågning og en hurtigere styring. Specielt med de anvendte varmpumper som ikke understøtter tvangskørsel er det svært at forudsige det reelle elforbrug på en varmpumpe, der får lov til at køre. Her giver XMPP kommandoerne mulighed for hurtigt at få en øjebliksværdi og så korrigere styringen.



Figur 3-4 De udviklede kommunikationsprotokoller er dels langtidstestet på ca. 100 installationer og dels testet på Insero Energys demoanlæg på Green Tech Centeret ved Vejle. Her er det muligt at styre varmpumperne ikke bare efter den tyske SG Ready forskrift, men også direkte ændre set-punkter eller omdrejningstallet på kompressoren.

På afslutningskonferencen for projektet afholdt den 3. februar 2015 på Green Tech Centeret ved Vejle, blev XMPP protokollen eftervist ved en praktisk demonstration, dels på Neogrid Technologies aggregator software og tilkoblede ca. 100 installationer og dels på Insero Energys demoanlæg (se Figur 3-4).

4. Drift og support af IT-plattformen og tilkoblede slutbrugere og service-providere

4.1 Hosting og Server setup

Projekt-partneren LIAB står for hosting af hjemmeside og data opsamlet i varmepumpeprojektet. Hosting løsningen består af i alt to servere. Den primære server er hostet hos tyske Hetzner, og kan skaleres, skulle dette blive nødvendigt. Den anden er en database-backup server, placeret hos LIAB i Støvring.

Da backup-serveren er en dedikeret server, vil det være lidt mere besværligt at flytte til en større løsning. Det vurderes dog, at den nuværende server kan klare mindst dobbelt så mange brugere, inden en opdatering skal på tale.

En eventuel opdatering af primærserver vurderes til at kunne gøres inden for en dag, da alle aktiviteter på serveren foregår i virtuelle maskiner. På grund af virtualiseringen kan serverne også flyttes til en ny maskine uden nævneværdig nedetid. Det vil være muligt at lave "billeder" af serverne, og flytte dem til en ny server med kun meget lidt nedetid. Serveren kan derefter flyttes og opsættes imens den gamle server fortsætter. Den nye server vil så blive synkroniseret og skiftet til primær derefter.

Den sekundære backup-server er fysisk forbundet via VPN til primær-serveren hos Hetzner, og den foretager kontinuert backup som slave til databasen. Denne backup reflekterer alle ændringer hos primærserveren - også eventuelle fejl. Derfor foretages også en fuldstændig databasebackup en gang i døgnet til en 2. backup server, hvorfra databasen i tilfælde af en fejlsituation kan genskabes fra.

Backup serveren er ejet af andelsselskabet, og vil også kræve en opgradering såfremt primærserveren bliver opdateret. I øjeblikket er største begrænsning for begge servere den store mængde databaseskrivninger til diskene.

Hos Hetzner har vi op til 20TB trafik pr. måned, hvoraf der i øjeblikket bruges under 300 GB i alt pr måned, dataforbruget har de seneste tre måneder ligget stabilt på omkring 260-270 GB.

Følgende udviklingsdele har været berørt i projektet:

- Implementation af autentificering og kryptering: Det oprindelige SDVP system benyttede kommunikation i klartekst og ingen former for brugernavne og passwords eller lignende for at autentificere de computere, der ville tilgå data på serverne. Under SDVPv2 projektet er der blevet indført autentificering baseret på adgangskoder gennem det såkaldte "Digest Access Authentication" system. Ligeledes benyttes i dag HTTPS, hvor det sidste "S" står for Secure. Ved at benytte HTTPS i stedet for HTTP foregår al kommunikation krypteret.
- Med den oprindelige SOAP-baserede system kan der gå op til 5 minutter før en styringskommando bliver transmitteret ud til LIABSG computeren. Ligeledes kan der gå op til 5 minutter før en ændring bliver registreret på serverne. Det har været et mål med SDVPv2 projektet at indarbejde de såkaldte XMPP protokoller, for på den måde at

få nær-realtids data fra LIABSG computeren og kunne styre LIABSG computeren og dermed varmepumpen med forsinkelser i størrelsesordenen sekunder i stedet for minutter. Dette er beskrevet i kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet..**

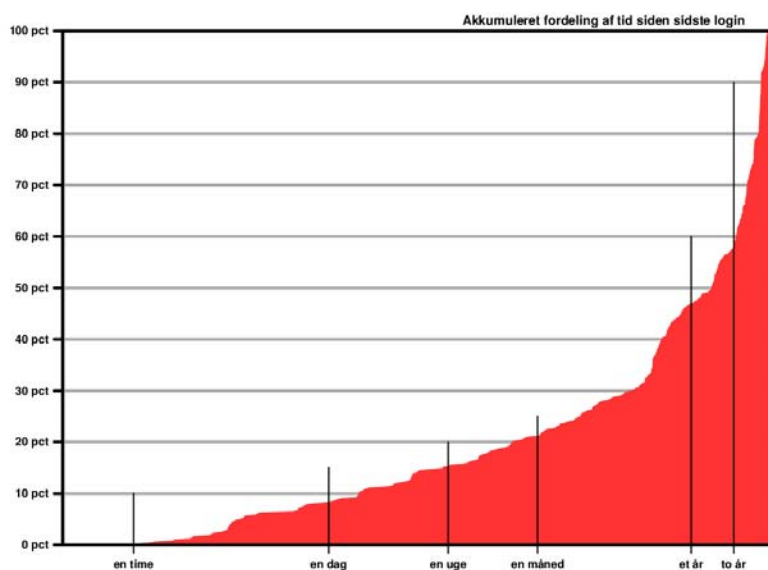
4.2 Hjemmesiden

På hjemmesiden er der i løbet af projektet lavet nye grafer, der nu kører HTML5. Dette betyder at graferne nu, modsat de tidligere flash baserede, kan vises på Apple enheder, og i det hele taget i langt størstedelen af browsere uden plugins. Da HTML5 er en integreret del af nyere browsere, er performance på graferne også øget i forhold til at køre dem via et eksternt plugin. Ud over opdatering af grafer, er der også tilføjet såkaldte 'tags' til logningen af brugershendelser. Dette gør det muligt at lave mere effektiv søgning i loggen.

4.2.1 Brugerstatistik

Ud fra brugersystemet på styrdinvarmepumpe.dk, er der trukket tallene for seneste login for alle tilknyttede brugere. Til hver installation er der tilknyttet flere brugere og en del brugere er derfor helt inaktive og er ikke medtaget i statistikken. Der findes derfor i systemet ca. 420 brugere, som har logget ind mindst en gang. På Figur 4-1 ses den akkumulerede fordeling af tid siden sidste login. Statistikken er opgjort den 25. november 2014.

Det ser ud som om, at der er en mindre gruppe med ca. 60 aktive brugere, der logger ind mindst en gang om ugen og derfor regelmæssigt følger med i, hvordan deres installation fungerer. Omvendt har mere end 50% af brugerne ikke været logget ind i et helt år og det må derfor antages at deres interesse for systemet er ret minimalt.

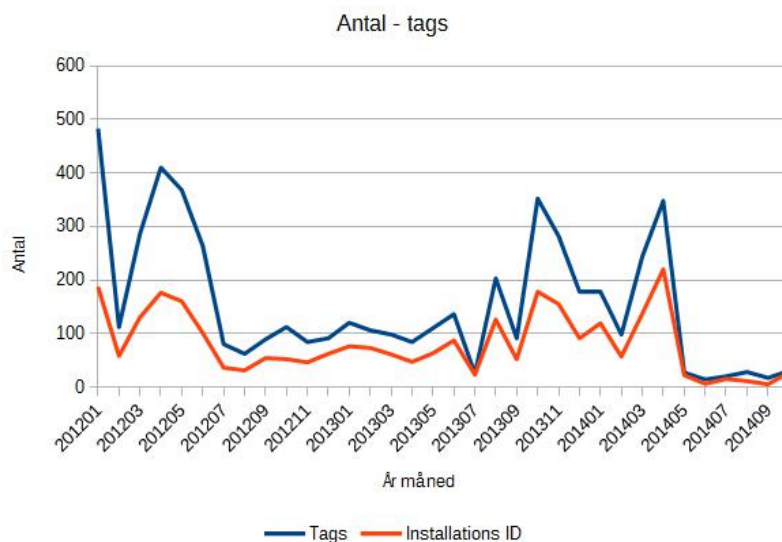


Figur 4-1 Akkumuleret fordeling over tid siden sidste login på hjemmesiden "styrdinvarmepumpe.dk" for de tilknyttede brugere.

Det bør overvejes om ikke denne login-hjemmeside skal suppleres med en form for rapportering til brugene, f.eks. ved at der fremsendes en rapport i PDF til brugerne via email.

4.3 Henvendelser fra ejere af varmepumper

I en log på hjemmesiden StyrDinVarmepumpe.dk registreres sager, hændelser og henvendelser på en installation og klassificeres via #-tags. Der er registreret 5.231 tags på i alt 421 installationer i projektperioden. Nogle installationer er blevet aflyst så i alt er der ved projektets udgang ca. 300 installationer aktive.



Figur 4-2 Antal sager/tags fordelt pr måned i perioden fra januar 2012 til og med oktober 2014.

Den blå linje viser antallet af tags eller sager. Den røde linje viser antallet af installations ID som har én eller flere tag pr. måned. Hvis den røde og blå linje ligger oven på hinanden, er én tag pr. installations ID. Jo større afstanden er mellem den blå linje og den røde linje, jo flere tags er der pr. installations ID.

I starten af 2012 omhandler hovedparten af tags aftaler i forbindelse med installation af måleudstyret. Omkring sommerferien 2013 er der en del henvendelser omkring batterier og flow-sensorer, der ikke virker – dette medfører også at kontakten til kunderne generelt intensiveres i denne periode.

Der er også en del henvendelser omkring at IT udstyret hos husejeren går "off-line". Problemer med offline opstår typisk når husejer skifter Internet udbyder, eller når der af en eller anden grund har været en strømafbrydelse. En anden årsag til at styreboksen er offline, er husejers vaner med at slukke for router om natten og i ferieperioder.

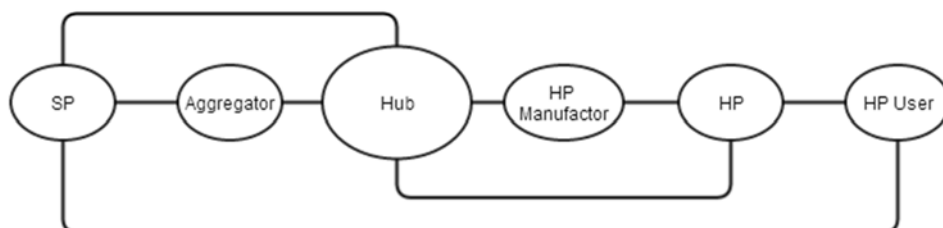
Omkring sommerferien 2013 begyndte batterierne i temperaturfølerne at løbe tør for strøm. Der blev derfor udsendt nye batterier. Batterierne i de trådløse temperaturfølere holder kun ca. 1 år, hvis ikke de trådløse sensorer indstilles korrekt. Husejere er bedt om at ændre i ude temperaturføleren, således at der sendes data med et længere tidsinterval, for at spare på batteriet. Temperaturfølerne benytter et specielt batteri på 3,6 V.

I dag er der i dag under to telefonopkald pr. uge og en til to e-mail pr. uge. Hvis der udsendes f.eks. en nyheds mail til husejerne, så vækker vi deres interesse for projektet og vi modtager derefter lidt flere e-mails, som typisk handler om nyt brugernavn eller password. Eller hjælp til opsætning af WIFI, fordi man har fået ny internetudbyder eller har fået ny router.

5. Analyse af forretningsmodeller for drift og anvendelse af IT-plattformen

I dette kapitel defineres og beskrives en række aktører, der er relevante i relation til IT-plattformen og deres overordnede forretningsmodeller skitseres.

Andelsselskabet Intelligent Energistyring AmbA (vist på Figur 5-1 som HUB) tænkes at fungere i følgende simplificerede kontekst:



Figur 5-1 Aktørerne i SDVPv2 projektet (SP: Service-provider)

I ovenstående figur er HUB placeret hos andelsselskabet og her tilbydes en åben kommunikationsvej mellem service-provider (SP) og varmepump ejer/bruger (HP User), således det er muligt at opsamle data fra varmepumpen og styre den. Alle driftsdata logges af andelsselskabet, og der hentes vejrdata og prisdata, som passer til de geografiske koordinater på de tilsluttede varmepumper.

I dette eksempel har en aggregator, adgang til flere installationer og anvender tilgængelige data fra installationerne til at lave modeller for de tilsluttede huse og ud fra dette beregne en optimeret plan, som sendes retur til husene for på den måde at kunne levere og sælge Smart Grid ydelser til TSO og netselskaber.

5.1 Mulige forretningsmodeller for forskellige aktører

Ovenstående figur giver plads til mange forskellige aktører som hver har forskellig interesse i platformen og dermed forskellige forretningsmodeller. Et udpluk af disse kunne være:

5.1.1 Varmepumpeproducent og en installatør

For en varmepumpeproducent/installation/service er IES Amba interessant fordi det giver mulighed for at se online information og kørselshistorik og derved lave basal fjerndiagnosticering. Kører varmepumpen optimal, er den sat rigtig op, er der en fornuftig COP osv. Værdien for disse aktører vil øges hvis dette kobles sammen med en aggregators husmodeller og nøgletal. Derved vil det være muligt at vurdere om varmepumpen er fornuftig dimensioneret til huset. Flere varmepumpe fabrikanter er begyndt at udvikle egne online services for dette og er dermed også en konkurrent til SDVPv2.

5.1.2 Udlejning/finansiering

Overvågning og adgang til historiske data gør brugen af varmepumpen transparent for mange aktører. Det åbner op for at det kunne være interessant for en aktør at udleje/lease en varmepumpe med og/eller uden forbrug til interesserede boligejere med fossilt baseret opvarmning. For nogle er det et attraktivt alternativ til at foretage større investeringer i huset.

5.1.3 Elsystemet

Brugen af varmepumpe udgør fleksibelt elforbrug, som kan flyttes i tid, uden nævneværdig komfortdegradering hos brugeren. IES Amba platformen giver mulighed for, at 3. parter kan udvikle og implementere den aktuelle styring og overvågning og kommunikere med varmepumperne på en åben standardiseret måde uafhængig af installation og varmepumpefabrikat.

Elselskab

Et elselskab er interesseret i at sælge strøm til varmepumper. IES Amba giver mulighed for styring og ikke "bare" fjernaflæsning af forbrug. Derved kan der anvendes spotpris optimeret kørsel og "bare" slukkes i dyre timer. Dette skaber grobund for nye forretningsmodeller for et elselskab i forhold til "blot" at sælge strøm til "vilde" varmepumper.

Balanceansvarlig

For en balanceansvarlig er mange varmepumpers fleksibilitet interessant. Forbruget kan spotprisoptimeres. Det kan ligeledes anvendes til systemydelse, som regulerkraft. Det fleksible forbrug kan også anvendes til intern balancering hos den balanceansvarlige.

Netselskab

For netselskabet er IES Amba interessant, idet det giver mulighed for at overvåge og styre større elforbrug i lokale flaskehalsområder. Herved kan forbruget evt. holdes væk fra kogespidsen o.l.

5.1.4 Afdelt information om huset

I denne kategori hører alle aktører som kan lave en forretning ud af at kende forskellige nøgletal om huset. Disse nøgletal kunne være husets klimaskærm, varmetab, varmekapacitet, følsomhed over for sol og vind, brugsadfærd i huset osv. Det er alt sammen nøgletal, som kan genereres af en aggregator der har adgang til varmepumper på IES Amba IT-platformen. I aktørlisten ovenover er der nævnt mange aktører, der hører under denne kategori.

Det kunne være alarm og overvågningsfirmaer, idet unormal brugsadfærd i huset er synlig i data fra IES Amba.

Offentlige myndigheder kan have interesse i nøgletal om husets klimaskærm, som supplement og til opdatering af deres registrerede oplysninger.

Håndværkere og rådgivningsfirmaer kunne være interesserede i husets klimaskærm i forbindelse med tilbud og rådgivning på ændringer i huset (isolering/tilbygning osv.)

Kreditforeninger og forsikringselskaber er interesseret i husets "tilstand" når de skal forsikre et hus og giver nøgletal om husets klimaskærm værdifuld viden.

5.1.5 Aggregator

Aggregatorens interesse i IES Amba er åbenlys, idet aggregatorens forretningsmuligheder består i at kontrollere en varmepumpe ud fra målte data og tilgængelige vejr- og pris prognoser. Aggregatoren laver modeller for huset og dets varmebehov og kan derudaf beregne en optimeret køreplan, som varmepumpen kan følge. Aggregatoren kan ligeledes agere Virtuel Power Plant (VPP) for potentielle interesserede. En anden vigtig funktion hos aggregatoren er mulighed for at lave diverse nøgletal over huset. Aggregatoren kan også eksistere i forskellige niveauer og f.eks. specialisere sig i bestemt forbrug og produktion. Det er tilfældet med DONG's powerhub, der i dag har fokus på større forbrug, som er tilsluttet via et specificeret fleksibilitetsinterface. Derved vil en VPP fra aggregator med puljede varmepumper kunne tilsluttes.

5.2 Forretningsmodel for andelsselskabet

Andelsselskabet skal de næste år gå fra udvikling og demonstration til kommerialisering i markedet ved at markedsføre, færdigudvikle, produktionsmodne og dokumentere IT-plattformen, så det også bliver muligt at anvende eget udviklet udstyr til realtidskommunikation.

I perioden frem til udløbet af i 2014 har drifts- og udviklingsomkostningerne til IT-plattformen været delt mellem SDVP2 udviklingsprojektet og andelsselskabet. Det har været hensigten, at andelsselskabet fra 2015 skal overtage alle omkostninger til drift og videre udvikling af IT-plattformen, via indtægter fra medlemmer og betalinger for at udnytte IT-plattformen kommercielt.

På nuværende tidspunkt står det i midlertidigt klart at IT-plattformen ikke kan hvile i sig selv ved det ambitionsniveau, der er i øjeblikket, når det nuværende projekt SDVP2 afslutter og en del af finansieringen dermed falder bort. Dette skyldes blandt andet at markedet for Smart Grid ikke har udviklet sig så hurtigt som forventet, bl.a., er engrosmodellen udskudt et år til 2016 og netselskabernes behov og prissætning af Smart Grid ydelser for at undgå netforstærkninger er heller ikke iværksat. Endelig har spotprismarkedet og regulerkraftmarkedet også udviklet sig til et lavere niveau og med mindre udsving.

For at opretholde det nuværende ambitionsniveau, er der derfor til drift og udvikling af IT-plattformen over de næste 2 år ansøgt og bevilliget et nyt forskEL projekt, SDVP Connect, der skal færdigudvikle IT-plattformen og produktionsmodne den. Dermed muliggøres en øget tilgængelighed, for både aktører og virksomheder i energi- og varmepumpebranchen, så IT-plattformen forsat kan støtte danske og udenlandske virksomheder i at udvikle intelligente applikationer til styring og overvågning af varmepumper i det kommende Smart Grid.

5.2.1 Strategi, produkter og services

Intelligent Energistyring skal i de kommende år ind i en fase, hvor virksomheden skal kunne hvile i sig selv uden tilskudsmidler. Derfor er der behov for at få skitseret en egentlig strategi for virksomheden, herunder vision, mission og målsætninger, samt roadmap for udvikling af virksomheden og dens produkter og services. SDVP2 projektet har sammen med Bestyrelsen for Andelsselskabet startet processen med at udvikle en strategi for andelsselskabet. Der er dog forsat usikkerhed omkring, hvordan andelsselskabet skal videreføres eller om det i stedet skal opløses og udviklingen i stedet skal varetages af en forening på frivillig basis.

5.2.2 Beskrivelser af produkter og services

For at Andelsselskabet fremadrettet kan blive rentabelt og hvile i sig selv, mener projektgruppen, at andelsselskabet i fremtiden bør tilbyde følgende produkter og services til deres medlemmer og betalende 3. parter:

One Shop, der tilbyder færdigudviklede HW og SW løsninger, samt formidler kontakt til andelshavere, der på konsulentbasis eller som parter kan medvirke med udvikling og projekter.

I dag haves the "full monty", i den eksisterende LIAB løsning, men ande'et ønsker at få udviklet en "light" udgave baseret på open hardware som eks. Raspberry Pi eller Develco Squid med open source software indbygget.

Prisen for denne ydelse aftales mellem parterne på almindelige konsulent vilkår.

Open Lab, hvor det er muligt at kommunikere allerede tilkoblede anlæg for F&U, analyser, styring og lignende. Her er der adgang til online-data og kommunikation via XMPP og IEC 61850.

Er kun tilgængelig for medlemmer eller parter der betaler fuldt kontingent. Prisen kunne eksempelvis være 100 kr/år pr. installation.

Infrastruktur baseret på XMPP og IEC 61850, til nye installationer, hvor 3.-parter kan udvikle applikationer til afregning, overvågning, Smart Grid, indeklima, driftsoptimering, alarmer, med meget mere. Her er der adgang til online-data og kommunikation.

Er kun tilgængelig for medlemmer eller parter der betaler fuldt kontingent. Prisen kunne være eksempelvis 100 kr/år pr. installation.

Software og hardware er frit tilgængelig under Open Source licens.

Database med historiske elsystemdata, vejrdata og driftsdata samt stamdata med mulighed for at tilpasse data, der opsamles. Data hentes med SOAP via den allerede udviklede og implementerede protokol. Det er muligt at hente timeværdier, der er anonymiseret.

Produkternes endelige udformning er pt. under udvikling og det er uklart om der er økonomi og organisation til at drive andelselskabet videre hen i mod en forretning, der kan hvile i sig selv.

6. Konklusioner og perspektiver

Projektet StyrDinVarmePumpe version 2 (SDVP2), støttet af ForskEL, har færdigudviklet og afprøvet en standardiseret IT-infrastruktur i ca. 300 husstande til styring og overvågning af varmpumper, der kan fungere i et kommende Smart Grid marked i bl.a. Danmark.

Perspektivet i projektet er på kommunikation med varmpumper i forhold til styring og overvågning set fra en service-provider eller aggregators behov for at levere Smart Grid ydelser til elsystemet eller services til varmpumpeejeren som eksempelvis driftsovervågning eller levering af varme til en garanteret varmepris.



Projektet har på baggrund af informationsmodellen fra IFIV og READY forskEL projekterne ledet af Nordjysk Elhandel (NEAS) udviklet og demonstreret, at det via XMPP kommunikationsprotokollen¹⁴ er muligt at overvåge og styre et større antal varmpumper installeret i danske husstande.

Der er udviklet og dokumenteret et Open Source software bibliotek, der kan danne grundlag for kommerciel udnyttelse af kommunikationsprotokollen XMPP og informationsmodellen IEC61850 i forhold til nær-realtidskommunikation mellem varmpumpe og 3. parts aktører.

Hardwaren, der er udviklet i forbindelse med Styr Din VarmePumpe version 1, er frit tilgængelig som Open Source. Via de udviklede åbne software biblioteker er det yderligere muligt, at porte kommunikationsprotokollen over på egen hardware. Gennem andelsselskabet "Intelligent Energistyring AmbA", kan 3.-part købe og få installeret måle- og kontroludstyr til egne installationer. I løbet af de to år projektet har kørt er hardwaren og softwaren udviklet, så det nu er muligt at "tale" med en lang række komponenter i forbindelse med en varmpumpeinstallation – eksempelvis også certificerede energimålere som Kamstrup 602.

Projektet har tillige videre udviklet en åben webservice, hvor informationer om vejrprognoser, elpriser og el-systemdata er tilgængelige efter geografisk beliggenhed.

Andelsselskabets servere har gennem de sidste godt 4 år opsamlet 5. min data fra de godt 300 varmpumpeinstallationer. Disse data er omregnet til gennemsnitlige timeværdier og i anonymiseret form gjort offentligt tilgængelige. Data omfatter temperaturer, flow og varme- og elforbrug i installationen.

Projektet har på baggrund af disse data foretaget en række dybdegående analyser, der har givet værdifuld viden om brugeradfærd og fleksibilitetspotentialer samt om installationerne og måleudstyrets tekniske formåen.

På trods af, at det opsatte måleudstyr, på nogle gulvvarmeinstallationer har en måleusikkerhed på op til 20% på varmeenergimålingen, viser analyserne i projektet at gennemsnittet af målinger taget over alle installationer cirka svarer til det beregnede forventede varmeforbrug efter SBI¹⁵.



¹⁴ XMPP protokollen er en Open-Standard protokol til etablering af nær-realtids tovejs beskeder over internettet. Protokollen anvendes bl.a. inden for social networking (Facebook), Internet of Things samt Smart Grid

¹⁵ SBI: Kragh, J. And Wittchen, K., *Danske bygningers energibehov i 2050, SBI 2010*

Analyser på de opsamlede data viser, at det er muligt at anvende varmepumper installeret i husstande til at forskyde elforbrug i knap 2 timer i gennemsnit selv på de koldeste og varmeste dage og stadigvæk kan opretholde en komforttemperatur på $\pm 1,5$ °C. Den til rådighed værende eleffekt, hvis der blev installeret 200.000 varmepumper, der kan styres i det danske energisystem, svarer til 3-600 MW kraftværkseffekt.

De omfattende analyser af data viser også, at performance af de installerede varmepumper, der nu er ca. 5 år gamle varierer meget. Den gennemsnitlige årlige systemeffektivitet (målt leveret varme divideret med målt forbrugt el) er ca. 290%. Det er lavere end det man ser i datablade og på Energistyrelsens hjemmeside med beregnede sCOP-faktorer. Hertil bemærkes, at de sCOP værdier, som er gengivet på Energistyrelsens liste, er beregnet til at sammenligne forskellige varmepumpers effektivitet på et ensartet grundlag. Præcis som når benzin økonomi mellem bilmærker sammenlignes.

I forbindelse med gennemførelse af et større måleprogram for Energistyrelsen¹⁶ er det konkluderet, at der er en lang række forhold, som påvirker målingerne i negativ retning, når virkningsgraden måles ift. den sCOP som opgives for det pågældende produkt, herunder bl.a. brugsvand, forskellige driftsbetingelser (fremløbstemperatur mv.) samt pumpeeffekter o.l.



Igen er dette er meget lig opgørelser af benzin- og diesel økonomi ved biler. Opgørelserne kan anvendes til sammenligning af økonomien mellem bilmærker og -modeller, men det er ikke muligt at opnå den samme performance ved praktisk kørsel.

Den opgivne sCOP, der beregnes ud fra metoden angivet i EN14825, har det primære formål at danne basis for en sammenligning mellem forskellige varmepumper. At lave en direkte sammenligning mellem den målte effektivitet og sCOP værdien for den enkelte varmepumpe giver derfor ikke den store mening. Det dokumenteres dog i Energistyrelsens rapport, at der er overensstemmelse mellem den Normeffektfaktor, som tidligere blev anvendt på Energistyrelsens lister og så de målte værdier, og senere er det ligeledes dokumenteret, at Normeffektfaktor og sCOP inden for ganske få procent faktisk er ens. Det anbefales at tage et kig i de konklusioner, som her er gjort på baggrund af lignende målinger.

Det vil således også være problematisk at sammenligne den målte systemeffektivitet på varmepumper i dette projekt, med effektiviteten opgivet eller beregnet for andre teknologier som eksempelvis oliekedler, naturgasfyr eller fjernvarme, da disse ikke er baseret på målte værdier for brændselsforbrug og leveret varme.

De 25 nyeste installationer på IT-plattformen har en systemperformance, der alle ligger på samme niveau eller højere og her er der anvendt en certificeret afregningsmåler fra Kamstrup. Disse nye anlæg er installeret af en service-provider, der tager ansvaret for installation og performance. At have adgang til online målinger øger muligheden for at lave en aktiv overvågning af anlæggene med mulighed for at forbedre driften og lære af installationerne og husejernes adfærdsmønstre.

Med de nuværende oliepriser er tilbagebetalingstiden for et luft-vand varmepumpeanlæg ca. 8 år og hvis olieprisen kommer op på niveauet fra for et år siden så vil tilbagebetalingstiden være godt 4 år. Under alle omstændigheder er varmepumpen med en levetid på ca. 15 år en god investering også ved den observerede reelle årlige systemeffektivitet på ca. 290%.

¹⁶ Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, målinger, dataindsamling og formidling" (Svend V. Pedersen og Emil Jacobsen, Teknologisk Institut)

På nuværende tidspunkt står det klart, at andelsselskabet og dermed IT-plattformen ikke kan drives forretningsmæssigt med overskud eller hvile i sig selv ved det ambitionsniveau, der er i øjeblikket. Dette skyldes blandt andet at markedet for Smart Grid ydelser ikke har udviklet sig så hurtigt som forventet, bl.a., er engrosmodellen udskudt et år til 2016 og netselskabernes behov og prissætning af Smart Grid ydelser for at undgå netforstærkninger er heller ikke iværksat. Endelig har spotprismarkedet og regulerkraftmarkedet også udviklet sig til et lavere niveau og med mindre udsving siden 2012. Dette skyldes bl.a. at der de sidste 2-3 år er blevet installeret i omegnen af 350 MW elkedler i fjernvarmesektoren, der tager de billigste priser og at vindmøllerne er blevet gjort styrbare. Der er således kommet andre ydelser, der også kan bruges til at levere fleksibilitet til elsystemet, hvilket er sundt for konkurrencen.

6.1.1 Perspektivering

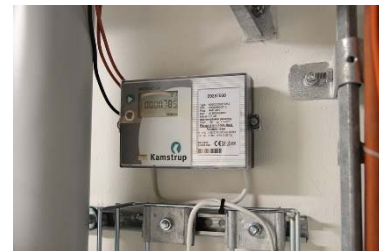
Projektet har fokuseret på at udvikle og enable IEC61850 standarden via kommunikationsprotokollen XMPP, og har demonstreret direkte styring af tilkoblede varmepumper via denne protokol. Styreboksen er udviklet og installeret i SDVPv1 projektet, kan via de opsatte målere for temperaturer, flow og elforbrug, sætte styrerelæer i varmepumpen efter EVÜ standarden eller den tyske "SGReady" forskrift.

Denne simple tilgang til styring, har været nødvendigt for udviklingen af softwaren i dette projekt, da ingen af de varmepumper, der for 5 år siden kom med i projektet har muliggjort – hverken direkte eller efter henvendelse til fabrikanter – at projektet har kunnet eksperimentere med den interne styring varmepumperne.

Det er dog ved at ske en ændring af dette og flere fabrikanter tilbyder nu såkaldte åbne API'er, hvor 3-part kan tilgå varmepumpen for styring og overvågning af temperaturer, tryk og lignende.

Tilbage står, at energimåling og elmåling ikke i dag er inkluderet i de varmepumpe fabrikater, der installeres i de danske hjem. Derfor er det under alle omstændigheder nødvendigt - og for elmåling lovpligtigt - at opsætte energimålere i forbindelse med installation af varmepumper, hvis disse skal drives af en service-provider eller aggregator.

Dette fordyrer installationen og introducerer flere fejlmuligheder, hvilket dette projekt også viser. Derfor vil projektgruppen anbefale, at også energimåling gøres til et lovkrav – herved er der et incitament for producenterne til at indarbejde dette i varmepumpen og hermed billigøres installationen i forhold til eftermontage. Denne udvikling ser vi også i andre lande, bl.a. England med RHI direktivet¹⁷.



Et sidste forhold, der er værd at bemærke er, at vi i projektet har forsøgt at styre varmepumpen, hvor det reelt er husets komforttemperaturer, der ønskes styret. Det betyder, at styring af varmtvandsbeholdere og termostarter i forbindelse med gulvvarme og radiatorer ville være en mere direkte styring, der sandsynligvis gør det muligt at opnå endnu større fleksibilitet i forhold til serviceprovidere og aggregatorer i et kommende Smart Grid marked i Danmark.

¹⁷ <https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/renewable-heat-incentive-rhi>

7. Bilag

7.1 IES amba budget for 2015-18

Udgifter	2015	2016	2017	2018
Bogholderi og regnskab:	15.000	15.000	15.000	20.000
Revision	15.000	12.000	12.000	12.000
Advokat	-	-	-	-
Administration/Formidling/Drift(1)	90.000	90.000	435.000	435.000
HPCOM, konferencer o.l.	100.000	100.000	-	-
Formandskab SDVP2	50.000	50.000	50.000	50.000
Omkostninger i alt	270.000	267.000	512.000	517.000
Indtægter				
Kontingenter(2)	150.000	200.000	400.000	400.000
Forsker adgang(2)	5.000	10.000	20.000	20.000
Kommerciel indtægt(2)	10.000	20.000	40.000	100.000
HPCOM	80.000	80.000	-	-
Nye midler fra SDVP Connect	50.000	50.000	-	-
Indtægter i alt	295.000	360.000	460.000	520.000
Overskud/Reserve	25.000	93.000	52.000	3.000

Note (1) Administration/Formidling/Drift

Serverhosting	(20.000)	Hosting company
Backup hosting	(20.000)	LIAB
Vejrdata	(35.000)	DMI
Service og vedligehold	(180.000)	20 timer/md 750 kr
Hotline, administration af brugerdatabase	(90.000)	10 timer/md 750 kr
Formidling, hjemmeside	90.000	10 timer/md 750 kr
I alt	90.000	

Server og Backup hosting, Vejrdata, Service og vedligehold samt Hotline er indeholdt i det nye SDVP Connect og udgør ca. 335.000 kr.

Note (2) Forudsætninger for indtægter

	2015	2016	2017	2018
Kontingent størrelse	10.000	10.000	10.000	10.000
Pris for dataadgang	1.000	1.000	1.000	1.000
Pris pr. VP tilkoblet kommercielt	100	100	100	100
Medlemmer/andelshavere	15	20	40	40
Dataadgang (forsker)	5	10	20	20
Kommercielle	100	200	400	1.000

7.2 Andre lignende projekter og litteraturstudie

Der er udført et litteraturstudium med en undersøgelse af, om der internationalt udføres eller har været udført andre smartgrid demonstrationsprojekter beslægtet med SDVP. Formålet er at finde andre relevante projekter med formål, indhold og resultater, som kan:

- Leverer supplerende viden til SDVP-projektet
- Bestyrke erfaringerne og konklusionerne fra SDVP
- Inspirere til nye demo-projekter på SDVP-plattformen eller til nye analyser

Hele strukturen omkring SDVP's IT-plattform er unik, fordi den både giver en fremragende mulighed for at følge varmepumpeinstallationers drift i det virkelige liv, og fordi der er tilvejebragt en stærk platform for udvikling af intelligente smartgrid-produkter og -løsninger:

- Normal og kontinuert drift af et større antal VP-installationer
- Online måling og opsamling af driftsdata med information om varmepumpens levetid af varme og varmt brugsvand og forbrug af el samt om driftsbetingelser givet ved temperaturer indendørs og udendørs
- Høj tidsopløsning på måling og dataopsamling
- Overførsel af driftsdata til database på central IT-plattform.
- Lagring af alle historiske måledata
- Online grafisk præsentation af målinger samt mulighed for download af historiske data.
- Mulighed for kobling af varmepumpernes drift til klimadata fra DMI med en høj geografisk opløsning
- Stærkt grundlag for mangfoldige statistiske analyser af fx varmepumpernes drift og samspillet mellem varmepumper, husenes termiske egenskaber og beboeradfærd – baseret på stamdata om installationerne, måledata og klimadata

Mulighed for tredjeparts adgang til IT-plattformen, fx:

- Fabrikanter, kan følge (deres) varmepumper i virkelig drift og få værdifuld feed-back
- F&U-projekter og myndigheder, tekniske analyser – og måske antropologiske analyser
- Elhandelsselskaber og aggregatorer, fjernstyring i 'nær-realtid' via styreboksen på basis af bl.a. on-line tilstandsovervågning af husene
- IT-plattform open-source. Fremmer udviklingen af ikke-proprietære smartgrid-løsninger

Det er håbet at finde andre internationale projekter, der på væsentlige parametre flugter med SDVP's målsætninger og IT-plattform.

7.2.1 Metode

Oplysninger om andre varmepumpe demonstrationsprojektet er søgt gennem forskellige kanaler. Der er søgt på internettet med en lang række forskellige kombinationer af nøgleord. Der er udført opslag på hjemmesider for danske og internationale VP-brancheorganisationer. Danske nøglepersoner med rod i forskningsverdenen og med forbindelser til internationalt standardiseringsarbejde og deltagelse i IEA-samarbejde er blevet kontaktet.

7.2.2 Konklusion

Konklusionen af undersøgelsen er, at det danske SDVP-projekt formentlig er ret unikt. Der er ikke fundet andre varmepumpeprojekter, der med basis i så solid en erfaringsopsamling fra et

stort antal varmepumpeinstallationer under normal drift, sigter så ambitiøst mod at skabe en åben platform for udvikling af smart-grid løsninger til privatboligsegmentet.

Der er fundet et tysk og et engelsk projekt, der indeholder elementer af samme karakter som SDVP, men ikke hele paletten.

Nedenstående beskrives projekterne nærmere, og der knyttes også kommentarer til andre smart-grid relaterede aktiviteter, der omfatter individuelle varmepumper.

7.2.3 Projekter

Her gennemgås kort de mest interessante projekter, der er fundet i litteraturstudiet.

WP-Effizienz, WP-Monitor, WP-Monitor Plus

En række på hinanden følgende tyske målings- og dataopsamlingsprojekter ledet af Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. Det første projekt startede i 2005, og rækken af projekter kører fortsat. Det primære mål har været at udføre en uafhængig undersøgelse af varmepumpernes effektivitet under normale driftsforhold og at gennemføre en grundig kortlægning af faktorer omkring installationerne, der influerer på effektiviteten. Denne viden er brugt til at udarbejde detaljerede retningslinjer for installation af varmepumper for at løfte kvaliteten med hensyn til energi, miljø og økonomi.

Ingen af projekterne har været rettet mod decideret teknologisk udvikling af varmepumperne eller mod smartgrid-aspekter som fx fjernstyring. Desuden offentliggøres kun i meget beskedent omfang løbende driftsdata på internettet, og kun som månedsværdier. Alligevel er projekterne interessante set fra et SDVP-synspunkt. Der er tale om et større antal varmepumper af forskellige (kendte) fabrikater under normal drift. Driftsmålinger er udført med en høj tidsopløsning og kvalitet over en flerårig periode og giver mulighed for at udføre mange analyser. Målesystemer og udfordringer i forbindelse med etablering og drift af disse hos almindelige private boligejere samt IT-plattform er dokumenteret i detaljer. Brugerundersøgelser er udført. Anvendte definitioner, metoder og beregningsmodeller er velbeskrevne. Denne information kan dels underbygge, dels supplere erfaringerne fra SDVP-projektet – erfaringer, der kan vise sig nyttige at stå på ved fremtidige projekter omkring drift, måling og styring af større kvanta varmepumpeinstallationer.

“WP-Effizienz” blev udført i perioden oktober 2005 til september 2010.

Ca. 100 varmepumpeinstallationer i nyere byggeri med varmepumper af 7 forskellige fabrikater blev under normal drift gennemmålt over et par år. Der var både væske/væske (heraf både jordslanger og borehuller) og luft/væske anlæg med i undersøgelsen. Det primære mål var en uafhængig bestemmelse af varmepumpeinstallationernes effektivitet. Begrundelsen var, at tidligere undersøgelser havde vist, at der var meget stor spredning på varmepumpeinstallationers effektivitet. Måling og dataopsamling skete med en tidsopløsning på et minut (til sammenligning er den i SDVP 5 min.). Undervejs blev afdækket en række faktorer, som påvirker driften af varmepumpeinstallationerne negativt. Måledata indsamledes via GSM én gang i døgnet og var ikke tiltænkt offentliggørelse.

“WP Monitor”.

I dette projekt, som omfatter et måleprogram for ca. 100 varmepumper fra 12 fabrikater under normal drift over 30 måneder, er der sat fokus på nogle af de spørgsmål, der blev rejst i “WP-Effizienz”-projektet. Et antal af varmepumpeanlæggene har nyere teknologier som fx behovstyrede varmepumper. Der bliver fortsat arbejdet med identificering af muligheder for optimering i installationen. Energiselskaber er inddraget aktivt, og de er særligt interesseret i

driftsmålingerne af høj kvalitet og tidsopløsning – formentlig som en forberedelse til en smart-grid-fremtid, selvom dette ikke er blevet bekræftet under litteraturundersøgelsen. Et mål er at skabe øget accept af varmepumpeanlæg gennem offentlig formidling af viden. I projektet besluttede man efter aftale med et antal varmepumpeejere løbende at offentliggøre varmepumpeinstallationers driftsdata inkl. grafer, dog aggregeret til månedlige værdier.

“WP Monitor PLUS” startede i september 2013.

Blandt de anlæg, som måles i “WP Monitor”-projektet udvalgte 46 varmepumper, hvor det er dokumenteret, at de allerede har en høj effektivitet eller vil kunne opnå det med forbedringer som fx ændring i styring, indgreb i varmepumpeinstallationen eller evt. fuldstændig udskiftning af varmepumpen. Målet er at skabe en ‘best-practice’, en slags ‘reference-fra-oven’. De foregående projekter viste, at mange faktorer spiller ind på effektiviteten af varmepumpeinstallationen, og ved at analysere disse faktorer grundigt og udvikle værktøjer og retningslinjer til forbedring af varmepumpers design og installationer forventes det, at varmepumper generelt vil kunne opnå betydelige energi- og miljømæssige samt økonomiske forbedringer.

Links:

<http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/german/index/>

<https://wp-monitor.ise.fraunhofer.de/german/index>

Customer Led Network Revolution (CLNR)

CLNR (Dansk: “Kundestyret netværksrevolution”) er et af en samling af engelske projekter om varmepumper og Smart Grid, som finansieres gennem Ofgem Low Carbon Network Fund og modtager £ 54.000.000.

Projektet startede i 2011 og slutter ultimo 2014.

Projektets overordnede mål er at afprøve virkningerne på elnettet ved en betydelig udbredelse af nye teknologier som elektriske køretøjer, solcelleanlæg og varmepumper. Forbrugernes adfærd og reaktioner på anvendelsen af et ‘smart lokalt elnet’ undersøges, idet det testes, hvor langt det er muligt at flytte eller styre belastninger med fokus på spidslastperioden fra kl. 16:00 til 20:00.

Nøgledeltagere er energihandelselskabet, British Gas, og forsyningsselskabet, Northern Power Grid

CLNR dækker 14.000 boliger og virksomheder i det nordøstlige og Yorkshire (boliger på landet og i byerne Durham, Leeds, Newcastle og Sheffield). 450 varmepumper er inkluderet, og 16 af dem (af fabrikat Neura) styres intelligent ved direkte kontrol. Resten af varmepumperne overvåges og testes ved anvendelse af tidstariffer.

Det har ikke været muligt at få detaljerede tekniske oplysninger om dataopsamlingsystemet eller principper for og opbygning af det intelligente styringssystem. Det er derfor også svært at sige, i hvilken udstrækning, projektet flugter med SDVP-projektet. Men det store antal varmepumpeanlæg, der overvåges, de involverede energiselskaber samt oplysningen om intelligent styring af 16 anlæg er klare indikationer på, at der er et vist smartgrid ambitionsniveau. En kilde med kendskab til både de engelske projekter og i rimeligt omfang til SDVP har dog udtalt, at det danske projekt er betydelig mere ambitiøst uden dog at uddybe det nærmere.

Links:

<http://www.networkrevolution.co.uk>

<http://www.delta-ee.com/delta-ee-downloads/heat-pumps>

New Energy Development Organization (NEDO): Smart Community Project, Greater Manchester & Wigan

Et engelsk baseret internationalt projekt delvist finansieret af NEDO (en statslig japansk organisation) og ledet af Hitachi. Øvrige deltagere: Daikin Industries Ltd og Mizuho Bank, Ltd.

Projektet startede i 2013 og løber til 2016. Målet er at udvikle og demonstrere balancering af netbelastningen gennem fleksibilitet opnået ved styring af driftstider af bolig varmepumper samt at udvikle forretningsmodeller til at kunne puljestyre og handle fleksibel belastning på elmarkedet. I alt 200 til 300 varmepumper bestykses til intelligent styring. Varmepumpeanlæggene ligger koncentreret i et par områder i England, bl.a. omkring Manchester.

Det er ikke lykkedes at finde yderligere tekniske detaljer.

Links:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/341743/Delta-ee_Smart_Ready_Heat_Pumps_in_UK_22_Jan_14_FINAL.pdf

http://www.daikin.com/press/2014/140313/press_20140313.pdf

7.3 Onlinetilgængelighed på udvalgte varmepumpe typer

Projektet har lavet en web-undersøgelse på de forskellige fabrikanters hjemmesider i 2013, omkring muligheder for online-adgang til deres respektive modeller. Resultatet heraf er gennemgået i det følgende. Det skal bemærkes at det er en udvikling der går stærkt og meget kan være ændret på det år der er gået siden undersøgelsen sluttede.

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

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

Flere aktører har dog meddelt, at de vil levere kundespecifikke versioner med bl.a. monterede måler, hvis kunden ønsker dette i forbindelse med en ordre af rimelig størrelse. Man må formode, at hvis der viser sig et marked for central fjernoptimering af varmepumpedrift, så vil det være muligt for en overvejende del af varmepumpe-producenterne at udvikle en sådan styring med udgangspunkt i de nuværende online-styringssystemer.

7.3.1 Bosch

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

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

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

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

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

7.3.2 NIBE/Vølund

NIBE Uplink er en online tjeneste til NIBE's varmepumper, hvor den enkelte forbruger kan registrere sin varmepumpe og få online adgang til denne via NIBE's hjemmeside:



Frihed – hvor du vil, når du vil
 Med NIBE Uplink får du et hurtigt overblik over dit anlæg, og du kan se dets aktuelle status. Du får et overskueligt og godt grundlag, som du kan benytte til effektivt at følge og styre din varme- og varmtvandskomfort. Hvis der opstår en eventuel driftsforstyrrelse i dit anlæg, får du en alarm via e-mail, som giver dig mulighed for hurtigt at tage tiltag.

For NIBE F1145*, F1245*, F1155, F1255, F1345*, F370*, F470*, F750*, VVM310, VVM320, VVM500*, SMO20, SMO40
 * Produktkompatibilitet

Hold dig opdateret
 NIBE Uplink holder styr på, hvilken software der passer til dit anlæg og lader dig downloade og opgradere til den sidste nye version.

For NIBE F1126, F1226, F1145, F1245, F1155, F1255, F1345, F370, F470, F750, VVM310, VVM320, VVM500, SMO20, SMO40

[Registrer en konto](#)

© NIBE Energy Systems 

NIBE er samtidig ved at udvikle et API, hvor 3.-parter kan få adgang til data og sende kommandoer til varmepumpen, hvis denne er koblet på Internettet:

The NIBE Uplink API is a RESTful api, relying on established conventions from the HTTP specification. As an example, the API relies on the client to use HTTP methods such as GET, POST, PUT, DELETE to describe the action to perform on a resource and it indicates the success or failure of that action by returning a HTTP status code.

All access is over HTTPS, and is provided over the `api.nibeuplink.com` domain.

All data is sent and received as JSON. The client needs to specify the Content-Type and Accept headers as either `application/json` or `text/json`.

API functions have both required and optional parameters. For GET requests, parameters not specified in the request URL, no matter if they are required or optional, should be provided as query parameters. For POST, PUT and DELETE requests, the same parameters should be provided as JSON in the request body.

7.3.3 Danfoss

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

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

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

- Rumtemperatur
- Udendørstemperatur
- Varmtvandstemperatur
- Driftsstatus
- Driftstider

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

7.3.4 *Gastech*

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

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

7.3.5 *IDM Terra*

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

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

7.3.6 *IVT*

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

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

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

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

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

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

7.3.7 *Thermia*

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

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

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

- Overvåg varmepumpen når som helst.
- Alarm funktion – hvis et problem opstår, vil man automatisk modtage en notifikation.
- Alt data er lagret på en ekstern server – man kan logge på fra hvilken som helst enhed.
- Mulighed for at styre og overvåge adskillige andre installationer, f.eks., hvis du har et sommerhus.
- Fjernstyr varmepumpen uanset geografisk position.
- Mulighed for ændring af temperaturer og driftsparametre.
- Kalenderfunktion – temperatursænkning når man ikke er hjemme.
- Aktiviteshistorik.

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

7.3.8 *Stiebel*

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

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

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

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

7.3.9 Vaillant

Kommunikationsenhed vnetDIALOG 860 (Kommunikationsenhed med GSM-modem)

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

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

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

7.3.10 Viessmann

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

Brugskrav

- Registrering på Viessmann Vitodata server
- Gratis og direkte adgang til internet med flatrate.
- DSL-router (LAN/WLAN) med DHCP-funktion aktiveret

Kompatible mobile enheder

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

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

Applikationen vil give adgang til følgende muligheder:

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

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

7.3.11 Gennemgang af konkrete installationer

I projektet er der arbejdet aktivt med puljen af varmepumper i regi af StyrDinVarmepumpe. De næsten 300 varmepumper på denne platform blev installeret i perioden 2010-2011 i forbindelse med Energistyrelsens skrotningstilskud til ejendomme med oliefyr. På det tidspunkt blev de enkelte fabrikater spurgt om deres modeller var parate til fjernstyring. I praksis blev der udlagt til om modellerne havde den såkaldte "EVU" indgang. Det svarede en lang række af fabrikater ja til, men det viste sig senere at det kunne ikke alle modellerne leve op til. Dels var der tilfælde hvor den pågældende model alligevel ikke var forberedt, og dels var der tilfælde hvor nogle varmepumper på en ellers forberedt model ikke blev monteret med den pågældende klemrække da de ikke skulle sælges på det tyske marked. En stor del af de 300 varmepumper i platformen var dog forberedt med EVU-indgangen således at den kunne forbindes til den eksterne styrerboks, som er en del af setuppet i "StyrDinVarmepumpe".

De sidste 3-5 år siden varmepumperne i platformen blev solgt, er der dog sket en teknologisk udvikling, således af flere fabrikater har udviklet varmepumper, som er mere intelligente og kommuniker-bare.

I opsætningen til fjernstyring var det nødvendigt at besøge de fleste af de ca. 100 husstande der nu er gjort klar til fjernstyring. Den primære årsag til at dette ekstra besøg var nødvendigt var at den elektriker, der havde monteret styreboksen og ledningerne til EVU relæet i klemmer på varmepumpens egen styring, ikke havde forberedt den til fjernstyring i varmepumpens egen styring. Det viste sig dog, at denne opsætning ikke i alle tilfælde var helt enkelt.

Det var ArosTeknik ved Nikolaj Worm, der var rundt ved disse varmepumper. Erfaringen med nogle af fabrikater er beskrevet i de følgende afsnit.

Vølund / NIBE

For Vølund (NIBE) var tilkoblingen til EVU relativt enkelt. Der var dog enkelte gamle udgave som ikke var monteret med EVU indgang. På de nyere modeller var det i orden. Der blev løbende forbedret på styringerne således at det blev muligt at indlægge ugeplaner i varmepumpens egen styring. Desuden blev det muligt at blokere både kompressor og elpatron samtidig. Der er dog stadig en prioritering af varmt brugsvand. I perioden med aktiv fjernstyring, har man oplevet flere fejl hvor nogle af varmepumperne er startet alligevel, men det forventes at de nyste opdateringer råder bod på dette.

Der er mulighed for at blokere for brug af elpatronen men der er en problematik omkring legionella. Der ofte er en funktion ca. hver 14 dage hvor varmepumpen hæver brugsvandstemperaturen til omkring 60 °C og det kræver at elpatronen giver det sidst løft af temperaturen. Hvis elpatronen blokeres gennemføres denne "legionella - gymnastik" ikke.

For at give et eksempel på hvordan en enkelt af de nuværende varmepumper på det danske marked kan styres, er følgende gengivet fra Vølunds brugermanual for modellen NIBE F1245:

"SG Ready: Denne funktion kan kun benyttes i elnet, der understøtter "SG Ready"-standarden (Tyskland). Her foretager du indstillinger for funktionen "SG Ready".



"påvirk rumtemperatur" Her vælger du, om rumtemperaturen må påvirkes ved aktivering af "SG Ready". Ved lavprisindstilling på "SG Ready" øges parallelforskydningen for indetemperaturen med "+1". Hvis der er installeret og aktiveret en rumføler, øges i stedet den ønskede rumtemperatur med 1 °C.

"påvirk varmtvand" Her vælger du, om varmtvandstemperaturen må påvirkes ved aktivering af "SG Ready". Ved lavprisindstilling på "SG Ready" sættes stoptemperaturen på varmtvandet så højt som muligt ved kun kompressordrift (el-patron tillades ikke). Ved overkapacitetsindstilling på "SG Ready" sættes varmtvandet i "Luksus" (el-patron tillades).

Fra NIBES installatørhåndbog beskrives følgende:

- "SG Ready" er en smart form for tariffstyning, hvor din el-leverandør kan påvirke inde-, varmtvands og/ eller pool temperaturen (hvor relevant) eller ganske enkelt blokere tilskudsvarmen og/eller kompressoren på visse tidspunkter af døgnet.
- Blokering (A: Sluttet, B: Åben) "SG Ready" er aktiv. Kompressoren i varmepumpen og tilskudsvarme blokeres som dagens tariffblokering.
- Normalindstilling (A: Åben, B: Åben) "SG Ready" er ikke aktiv. Ingen påvirkning af systemet.
- Lavprisindstilling (A: Åben, B: Sluttet) "SG Ready" er aktiv. Systemet fokuserer på omkostningsbesparelse og kan f.eks. udnytte en lav tarif fra el-leverandøren eller overkapacitet fra eventuel egen strømkilde.
- Overkapacitetsindstilling (A: Sluttet, B: Sluttet) "SG Ready" er aktiv. Systemet får tilladelse til at køre med fuld kapacitet ved overkapacitet hos el-leverandøren.

Kontakt for ekstern blokering af varme. Hvis der anvendes ekstern blokering af varme, kan denne tilsluttes på klemrække X2. Varmedriften kobles fra ved at slutte en potentialfri kontaktfunktion til den indgang, der vælges i menu 5.4. Sluttet kontakt medfører blokeret varmefødrift.

Danfoss

For varmepumperne fra Danfoss er der også en ret let tilgang til at koble varmepumpen på EVU indgangen. Ved blokering af driften er der mulighed for at indstille en forsinkelse af opvarmningen når blokeringen af EVU indgangen stopper. Det betyder at forsinkelsen skal indstilles, så det ikke er elpatronen der tager over, men det bliver kompressoren der står for at hæve temperaturen igen. Det er mulighed for en indstilling af gradminutter. Som eksempel kan man indstille grænsen til 90 gradminutter. Dvs. at hvis rumtemperaturen er sænket med 3 °C så kan kompressoren arbejde i 30 minutter med at hæve temperaturen til det ønskede niveau inden elpatronen sætter ind.

Med tilbehøret Danfoss OnLine kan man via en hvilken som helst internetopkoblet computer fjernstyre og overvåge et varmepumpesystem. Programmet muliggør kommunikation mellem

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

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

- Rumtemperatur
- Udendørstemperatur
- Varmtvandstemperatur
- Driftsstatus
- Driftstider

Bosch

Varmepumperne fra Bosch/IVT er også blevet forbedret i de år som projektet har forløbet i. Også oplevede ArosTeknik at gamle modeller ikke var klar til EVU styring men at de nyeste modeller har styringer som indeholder muligheder for opsætninger.

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

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

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

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

IVT

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

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

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

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

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

IVT skriver i en pressemeddelelse fra 2013: " Undersøgelser fra ELFORSK viser, at et almindeligt hus kan spare mellem 500-2000 SEK. årligt med Smart Grid installeret. - Det afhænger selvfølgelig af, hvad mønster, de har i deres familie. Men dette er noget, du ikke ønsker at være uden, siger Styrbjörn Drugge, markedschef for IVT og fortsætter:

- Og udover at kunder kan spare penge, er der også socioøkonomiske fordelene ved Smart Grid. Det er i el-leverandørernes interesse at sprede elforbruget over dagen.

Hvis du vil udnytte Smart Grid skal varmesystemet suppleres med IVT Anywhere, og et abonnement (som kan hentes som en app til Android og iPhone), som koster 39 SEK. om året."



Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, måling, dataindsamling og formidling

November 2013



Svend Vinther Pedersen, Teknologisk Institut
Emil Jacobsen, Teknologisk Institut

Titel:

Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, måling, dataindsamling og formidling

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Køle- og Varmepumpeteknik
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C

November 2013

Forfatter: Svend Vinther Pedersen & Emil Jacobsen

Indholdsfortegnelse

Forord	4
1. Konklusion.....	5
2. Definitioner.....	9
3. Evaluering af måledata.....	10
Systemgrænser og beregning af SPF	10
Varmepumpeeffektivitet set i forhold til varierende kriterier	12
4. Årseffektivitet	14
Datagrundlaget	14
Varmeoptagersystemer og varmeafgiversystemer	15
Resultater	16
5. Validering af normeffektivitet	21
Fremløbstemperaturer	28
Jordslangetemperaturer	31
6. Referencer:	32

Forord

Denne rapport beskriver de målinger, der er gennemført, og de resultater, der er fremkommet i forbindelse med konsulent opgaven "Indsamling og behandling af varmepumpedata", som er en fortsættelse af det måleprogram på varmepumper, der er gennemført for at kunne evaluere den udviklede og anvendte beregningsmodel til bestemmelse af normeffektivitet for varmepumper. Gennemførelsen af konsulentopgaven er foretaget af Teknologisk Institut, men bygger videre på projektet med den officielle titel "Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, måling, dataindsamling og formidling", som blev lavet af et konsortium bestående af Teknologisk Institut (projektleder), Viegand og Maagøe samt Europakonsulenterne.

Målingerne, som denne rapport behandler, er gennemført i perioden 1. april 2010 til 30. oktober 2012.

Rapporten indeholder desuden resultaterne af de ekstra målinger, som undervejs er igangsat for yderligere at dokumentere konklusionerne, bl.a. er der undervejs gennemgået en række installationer, som der enten ikke var kontakt til via internettet eller som viste urealistiske virkningsgrader (f.eks. en COP < 1). Der blev også monteret ekstra følere på en række installationer til underbyggelse af modellens forudsætninger omkring temperatursæt på varmepumpers varmeoptager- og afgiver.

Oprindeligt var der lagt op til, at i alt 300 varmepumper skulle indgå i måleprogrammet, men af flere årsager (f.eks. andre tilskudsordninger o.l.) lykkedes det kun at få i alt 170 varmepumpeinstallationer med i programmet. Det vurderes, at der overordnet set er tale om et fornuftigt statistisk grundlag, hvorpå konklusioner kan drages. Det skal dog nævnes, at der kun er tale om relativt få (i alt 12) luft/vand-varmepumper, hvoraf kun en enkelt af disse er tilsluttet et gulvvarmeanlæg. Dette gør evalueringen af modellen for luft/vand- varmepumpen noget mere usikker.

Alle varmepumpeinstallationerne, der indgår i måleprogrammet, var ved måleprogrammets start på Energistyrelsens liste over energimærkede varmepumper, og dermed er de listet og rangeret ift. normeffekt. Varmepumperne, der blev analyserede i måleprogrammet, er alle nyinstallerede varmepumper fra 2009 til 2011.

Anvendelsen af normeffektfaktor set i forhold til SCOP mærkning efter EN14825.

Bygningsreglementet BR10 er efter måleprogrammets afslutning ændret således, at den kommende SCOP faktor beregnet efter EN14825 kan benyttes til at udregne normeffekt-faktoren. På sigt vil normeffekt-faktoren blive erstattet af SCOP faktoren, som vil stå på energimærket på varmepumpen. Normeffekt-faktoren har en lavere værdi end SCOP faktoren beregnet efter EN14825, dette skyldes, at SCOP faktoren kun omfatter den beregnede effektivitet til opvarmningen af huset og ikke til opvarmning af brugsvand.

1. Konklusion

Resultaterne af de gennemførte målinger viser en afvigelse mellem måleværdier og beregnede værdier, som vurderes at ligge inde for en acceptabel størrelse (mellem 0 og 13,7 % afhængigt af anlægstype og afgiversystem). Det vurderes ligeledes, at der er en række ganske naturlige forklaringer på de registrerede afvigelser (forsøgt forklaret i det følgende), som leder frem til en samlet konklusion:

På baggrund af de gennemførte målinger vurderes det, at den udviklede og anvendte beregningsmetode til bestemmelse af normeffektivitet for luft/vand og væske/vand-varmepumper grundlæggende er korrekt. Det bør dog overvejes at hæve brugsvandsandelen fra 20 % til omkring 27 % af det samlede varmebehov. Desuden bør det overvejes at hæve vægtningsfaktoren for det koldeste temperaturniveau for gulvvarmeanlæg fra 35° C til 45° C.

I det følgende belyses de vigtigste hovedelementer for baggrunden for denne konklusion.

Den i måleprogrammet målte årsvirkningsgrad (SPF – Seasonal Performance Factor) for varmepumperne varierer en del. På nogle anlæg er der målt en væsentligt højere SPF end den oplyste normeffektivitet, og i nogle tilfælde er den målte SPF lavere end den oplyste. For væske/vand varmepumper er der for blandede anlæg en god overensstemmelse mellem den målte SPF og den oplyste normeffektivitet for radiatorsystemer. For varmepumper som benytter ren gulvvarme som afgiversystem er den oplyste normeffektivitet højere end den målte.

	V/V Radiator			V/V Rad/Gulv			V/V Gulv		
	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012
Maks. værdi	3,33	4,64	3,75	3,34	4,36	4,53	4,25	5,12	5,25
Min. værdi	2,74	1,46	2,24	2,61	1,96	2,21	3,58	1,92	2,11
Gennemsnit	3,05	2,82	3,03	3,02	3,04	3,21	3,79	3,27	3,38
Afvigelse normeff. vs. SPF-værdi [%]		-7,5	-0,7		+0,7	+5,6		-13,7	-10,8
Antal installationer	18	16	18	95	80	80	21	20	20

Tabel 1: Sammenligning af normeffektivitet med målt SPF for væske/vand-varmepumper samt ekstremer.

	L/V Radiator			L/V Rad/Gulv			L/V Gulv		
	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012	Norm	Målt SPF okt. 2011	Målt SPF okt. 2012
Maks. værdi	2,63	2,78	3,82	2,73	3,11	3,33	3,30	2,90	3,09
Laveste værdi	2,23	2,33	2,62	2,23	1,85	1,79	3,30	2,90	3,09
Gennemsnit	2,47	2,51	2,47	2,55	2,51	2,63	3,30	2,90	3,09
Afvigelse normeff. vs. SPF-værdi [%]		+1,6	0,0		-1,6	+3,1		-12,1	-6,4
Antal installationer	3	3	3	8	7	8	1	1	1

Tabel 2: Sammenligning af normeffektivitet med målt SPF for luft/vand- varmepumper samt ekstremer.

Datagrundlaget i analysen strækker sig over en måleperiode fra april 2010 til november 2012, altså i alt 31 måneder. Anlæggene er tilsluttet løbende i måleperioden, og der er blevet foretaget en del fejlretninger i perioden fra oktober 2010 til januar 2011.

De afvigelser, som er listet nedenfor, er alle faktorer, der er svære at værdisætte i forhold til, hvor stor indflydelse de har på det samlede resultat. Det vurderes dog, at de fleste trækker i den samme retning, forstået således at de for hovedpartens vedkommende gør varmepumpen "ringere" end den burde være, jf. beregningsmodellen. Undtaget er dog "fremløbstemperaturen" for radiatorer, som er lavere end i beregningsmodellen. Samlet vurderes det, at de nævnte faktorer sagtens kan medføre en afvigelse på 15 % eller mere – altså at faktorerne kan rumme hele den målte afvigelse.

- **Første års måling:** Måling af en varmepumpes effektivitet ved feltmåling vil det første år ofte være lavere. Dette skyldes, at jorden omkring jordslangen skal normalisere sig. Første periodes målinger viste samlet set en varmeproduktion, som var 6 % større end anden periodes målinger. Dette skal sammenholdes med, at der var 11 % flere graddage i første måleperiode. Det har tidligere været en antagelse, at det første års varmebehov kan være markant større, da bygningen skulle udtørres. Af nybyggede huse var der i datagrundlaget registreret 11 huse, som er opført i 2009, af disse havde ni huse et større varmekonsum i første måleperiode - gennemsnitligt var varmekonsumet 15,8% større for disse ni huse. Generelt kan målingerne ikke efterviser, at der er et større varmebehov eller ringere effektivitet for varmepumpenes første driftsår.
- **Brugsvandsandelen:** I normeffektivitetsberegningen forudsættes det, at brugsvandsandelen er 20 %. Den beregnede brugsvandsandel udgør gennemsnitligt 25,9 % af energiproduktionen for måleperiode 1 og 27,4 % for måleperiode 2. Beregningen er enten foretaget vha. analyse af sommermånedernes energiforbrug, bygningens energisignatur, eller alternativt med det oplyste antal beboere som grundlag. Sidstnævnte grundlag er en "gennemsnitsbetragtning" og angiver intet om variationer i individuelt forbrug i den enkelte husstand.

- **Beregning / korrektion for brugsvand:** Konceptet for beregning af brugsvand var ved projektets start planlagt til at basere sig på, at den installerede varmemåler på den enkelte installation måler både varme og varmt brugsvand. Ifm. den indledende kontrol af et udsnit af installationer har det vist sig at være tilfældet i 63 % af tilfældene (22 ud af 35 kontrollerede). Det har derfor været nødvendigt 1) at estimere, hvilke af de ikke-kontrollerede installationer, der ikke måles brugsvand på - ud fra analyse af bygningens energisignatur, og 2) at estimere brugsvandsandelen med antal beboere som grundlag.
- **Udetemperaturer / graddage:** I forbindelse med beregningen / korrektionen for brugsvand er der anvendt EMO-skyggegraddage¹. De 2 måleperioder har hver især på årsbasis haft færre graddage end normalen, dog med markante udsving i enkelte måneder. F.eks. var der ca. 13 og 40 % flere graddage i hhv. nov. 2011 og dec. 2011 end i det normale reference år. Set i forhold til normalgraddage var der 2 % færre graddage i måleperiode 1 og 11,5 % færre i måleperiode 2, hvilket betyder, at opvarmningsbehovet har været lavere end for et "Normalgraddage år".

Udetemperaturen og antallet af driftstimer og energilevering har direkte indvirkning på varmepumpens SPF. I måleperiode 1 var der set i forhold til normalåret en større energilevering ved de lave udetemperaturer omkring 2°C og der under og i periode 2 var energileveringen primært ved udetemperaturer omkring 7°C. Samlet set er der dog god overensstemmelse mellem normeffektivitetsberegningens vægtningsfaktorer og de for måleperiodens beregnede vægtningsfaktorerne for varmelevering.

- Dette betyder, at varmepumpens energiproduktion er øget med 2 % i den koldeste driftstilstand for periode 1. Samlet set over de 2 måleperioder er der dog god overensstemmelse mellem normeffektiviteten og de beregnede vægtningsfaktorer for de to måleperioder.
- **Fremløbstemperatur for gulvvarme:** For gulvvarmeinstallationer er det i normeffektivitetsberegningen forudsat, at fremløbstemperaturen er maks. 35 °C. Målingerne viser, at fremløbstemperaturen i de koldeste perioder er nærmere 39 °C. Dette påvirker effektiviteten negativt. Desuden kører de fleste gulvvarmeanlæg med blandesløjfe, hvilket kan forklare en højere fremløbstemperatur end 35°C.
- **Fremløbstemperatur for radiatoranlæg:** For installationer med radiator er fremløbstemperaturen ikke så høj som antaget, og den maksimale fremløbstemperatur er nærmere 50 °C end de 55 °C. Dette påvirker effektiviteten positivt.
- **Elpatrondrift:** Varmepumper dimensioneres typisk til at dække 98-99 % af husets samlede varmebehov. De sidste 1-2 % dækkes af suppleringsvarme fra et elvarmelegeme. Dette er ikke medtaget i beregningsmodellen for normeffektivitet.
- **Cirkulationspumper:** COPværdien, der blev anvendt i beregningen af normeffektivitet, indregner kun pumpeenergi til dækning af de interne tryktab. Dette er dog normalt - set i forhold til andre varmeproducerende anlæg. Ved denne feltmåling af SPF3 indgår pumpearbejdet 100 % på både varmeafgiversiden og varmeoptagersiden.

¹ Teknologisk Instituts EMO-skyggegraddage for hele året (inkl. sommermåneder) og forskudt ift. det normale kalenderår. Anvendes idét databehandlingen indikerer VP-varmeproduktion udenfor den normale fyringssæson medio okt. – medio maj.

- **Datagrundlag:** Datagrundlaget har varieret lidt indenfor og indbyrdes mellem de 2 måleperioder. Hovedårsagen hertil har primært været en fejlretning² i starten af måleperiode 1 (nov. '10 – jan. '11), hvor flere målepunkter løbende er blevet indført. Der tages højde herfor i databehandlingen, særligt i forbindelse med beregningen og sammenligningen med normeffekt faktoren. I målingen indgår der endvidere meget få luft/vand-varmepumper, i alt 12 stk., hvilket gør en entydig konklusion for netop denne gruppe vanskelig.

² Fejl såsom defekte målere, manglende forbindelser, etc.

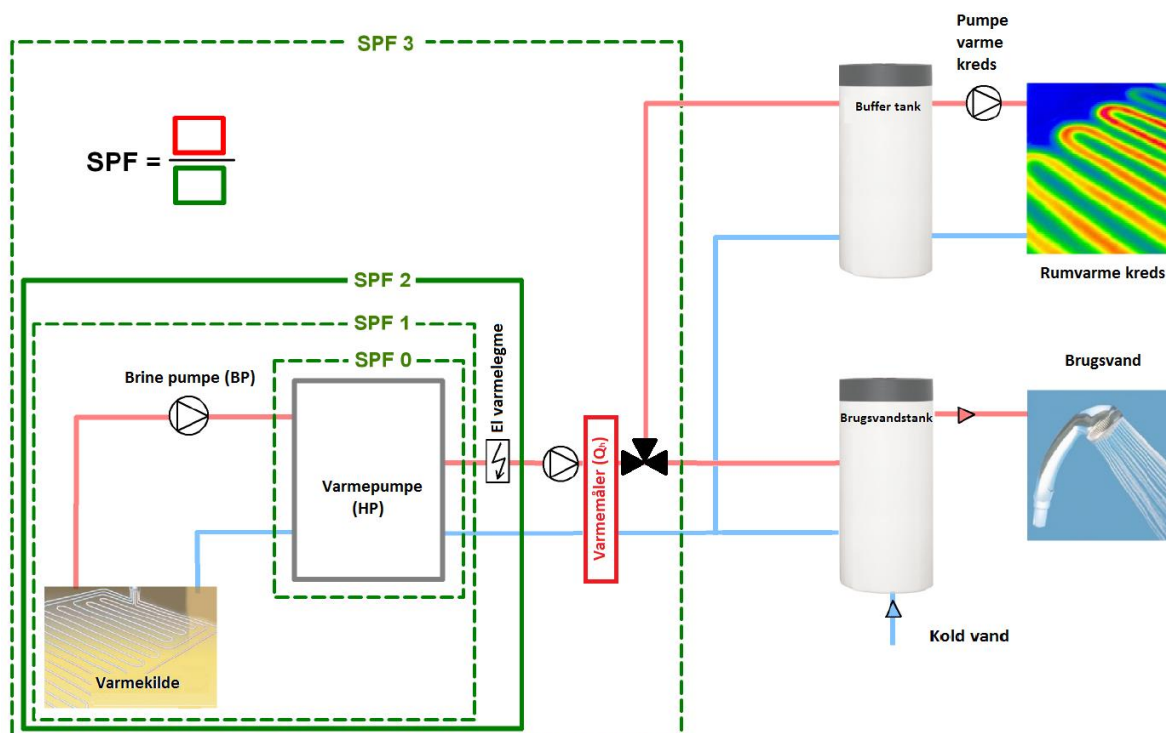
2. Definitioner

COP	Coefficient of Performance, effektfaktor	[-]
SPF	Seasonal Performance Factor	[-]

3. Evaluering af måledata

Systemgrænser og beregning af SPF

Når man måler effektiviteten af varmepumper under virkelige forhold, defineres effektiviteten som Seasonal Performance Factor (SPF). Denne effektivitet er defineret som forholdet mellem den producerede mængde varme set i forhold til den forbrugte mængde elektrisk energi. Der kan benyttes forskellige systemgrænser (jf. Figur 1) for, hvad man måler af forbrugt energi og afgiven energi. Valget af systemgrænse afhænger af, hvor mange delsystemer man ønsker at evaluere, eller om man ønsker at sammenligne med andre energisystemer, som f.eks. oliekedler eller gaskedler.



Figur 1: Forskellige systemgrænser ift. beregning af SPF.

$$SPF_0 = \frac{Q_{heat,HP} + Q_{DHW,HP}}{W_{comp+cont}}$$

$$SPF_1 = \frac{Q_{heat,HP} + Q_{DHW,HP}}{W_{comp+cont} + W_{BP}}$$

$$SPF_2 = \frac{Q_{heat,HP} + Q_{DHW,HP} + Q_{back-up}}{W_{comp+cont} + W_{BP} + W_{back-up}}$$

$$SPF_3 = \frac{Q_{heat,HP} + Q_{DHW,HP} + Q_{back-up}}{W_{comp+cont} + W_{BP} + W_{back-up} + W_{SP}}$$

SPF	Seasonal performance factor
$Q_{heat,HP}$	Varme til rumvarme produceret af varmepumpen
$Q_{DHW,HP}$	Varme til brugsvand produceret af varmepumpen
$Q_{back-up}$	Varme produceret af elvarmelegeme
$W_{comp+cont}$	Energi forbrugt af kompressor og styring
W_{BP}	Energi forbrugt på optagersiden af brinepumpe/ventilator
$W_{back-up}$	Energi brugt af elvarmelegeme
W_{SP}	Energi brugt af pumper/ventilatorer på afgiverside.

SPF_0 omfatter kun kompressor og styring. SPF_1 inkluderer den energi, der benyttes til at drive pumper eller ventilatorer på optagersiden. SPF_2 omfatter også suppleringsvarme fra elvarmelegeme, og SPF_3 har også inkluderet energiforbruget til at drive ventilatorer og pumper på varmeafgiversiden. Dog medtages pumper placeret efter buffertank eller i gulvvarmekredse med blandesløjfe ikke, og pumper til brugsvandscirkulation medtages heller ikke.

Tabel 3 giver et overblik over forskellene mellem definerede systemgrænser ved evaluering af måledata og eksisterende standarder.

Komponent	SPF ₀	SPF ₁	SPF ₂	SPF ₃	EN 14511	PrEN 14825*	Lot 10
Kompressor	x	x	x	x	x	x	x
Brinepumpe/Ventilator på varmeoptager	-	x	x	x	x***	x***	x***
Elvarmelegeme (Back-up heater)	-	-	x	x	-	x	x
Pumpe/ventilator varmeafgiverside	-	x**	x**	x	Interne tab	Interne tab	Interne tab

*Referer til SCOP

**Gælder kun for ikke-kanalmonterede systemer.

***Den energi, der medtages for pumper og ventilatorer, omfatter kun interne tab i varmpumpen. Tab i jordslange eller kanalsystem er ikke medtaget.

Tabel 3: Skematisk oversigt over forskellige systemgrænser ved beregning og evaluering af varmepumper.

I denne rapport er det SPF₃, der er bestemt. Dette fordi, at det er den effektivitet, som forbrugeren oplever og forholder sig til. Ved sammenligning af effektiviteten med andre varmeproducerende anlæg, som f.eks. oliefyr og gasfyr, ville SPF₂ være den rette effektivitet at sammenligne med, da pumpeenergien til drift af varmeafgiversiden ikke medtages i effektivitetsberegningen for oliefyr og gasfyr. En bestemmelse af SPF₂ ville dog kræve, at pumpernes elforbrug måles separat.

Sammenlignes de beregnede årseffektiviteter for varmepumper udført efter proceduren i PrEN 14825, Lot 10 eller Energistyrelsens normeffektivitet, er de alle baseret på målinger for den pågældende varmepumpe efter EN 14511. Dette medfører, at energiforbruget til pumper ikke medtages fuldt ud, da kun de interne tryktab for enheden medtages i målingen. Målinger i et tilsvarende tysk måleprogram fra Fraunhofer Institutet, ref.[1], viser et fald i effektivitet fra SPF₀ til SPF₃ på -10,5 %.

Varmepumpeeffektivitet set i forhold til varierende kriterier

Når man evaluerer varmepumpers effektivitet over en sæson (SPF), er det vigtigt at se på, hvordan driftskonditionerne har været i den pågældende sæson. Især driftskonditioner, såsom lange perioder med lave udetemperaturer, kan påvirke en varmepumpers effektivitet negativt. Desuden kan et større eller mindre opvarmningsbehov i et givent år, påvirke en varmepumpes brugsvandsandel og dermed effektivitet, idét varmepumper er mest effektive ved lavere fremløbstemperaturer. Da den målte SPF holdes op mod en normeffektfaktor, der baserer sig på DRY data (Design Reference Year), bør en evaluering af normeffektfaktorberegningen basere sig på flere sæsoner eller måleperioder. Dette fordi, at driftskonditionerne varierer fra år til år, og sjældent vil matche DRY data helt nøjagtigt.

I evalueringen af den målte SPF er det også vigtigt at forholde sig til, hvad der er varmekilden (jord eller luft) samt om varmeafgiversystemet er et radiatorsystem, et gulvvarmesystem, eller en blanding (f.eks. et 1½ plans hus med gulvvarme i stueplan og radiatorer på 1. sal).

For at illustrere hvad der påvirker årseffektiviteten, SPF, for varmepumperne, er dataene inddelt i følgende to hovedkategorier:

- 1) "væske/vand" for jordvarmepumper
- 2) "luft/vand" for luftvarmepumper

Derudover er disse kategorier underinddelt i tre kategorier for varmeafgiver:

- a) "radiatorvarme"
- b) "gulv- og radiatorvarme"
- c) "gulvvarme"

Hver kategori er beregnet i tidsintervallerne: måned og år.

I dette projekt er det vigtigt at påpege, at der er tale om nyinstallerede varmepumper. For nyinstallerede varmepumper gælder det, at jordslanger skal sætte sig det første år, og at systemet skal indkøres, hvilket fører til en lavere målt effektivitet. Der er i en del tilfælde også tale om installationer i nybyggeri. For denne type installationer gælder det, at husene typisk skal udtørre det første år, hvilket leder til et markant større varmeforbrug.

4. Årseffektivitet

Datagrundlaget

Datagrundlaget for den følgende analyse udgøres af to på hinanden følgende måleperioder med 170 varmepumpeinstallationer. Første måleperiode, nov. 2010 – okt. 2011 (måleperiode 1) og en efterfølgende periode, nov. 2011 – okt. 2012 (måleperiode 2).

Datagrundlaget har varieret lidt indenfor og indbyrdes mellem de to måleperioder. Hovedårsagen hertil har primært været en fejlretning³ i starten af måleperiode 1 (nov. 2010 – jan. 2011), hvor flere målepunkter løbende er blevet indført. Der tages i databehandlingen højde herfor, særligt i forbindelse med beregningen og sammenligningen med normeffektfaktoren.

Analysen af effektiviteten er derfor baseret på 127 varmepumpeinstallationer i måleperiode 1 og 144 varmepumpeinstallationer i måleperiode 2, jævnfør Tabel 4.

Årsag	Antal frasorteret nov '10 – okt '11	Antal frasorteret nov '11 – okt '12
Udfald på målinger	27	10
COP < 1,5*	9	9
COP > 5,5*	7	7
Frasorteret i alt	43	26
Rest målepunkter i alt	127	144

*Der er desuden tydelig fejl på drift eller i data.

Tabel 4: Frasortering af data.

Der indgår endvidere i målingen meget få luft/vand-varmepumper, i alt 12 stk., hvilket gør en entydig konklusion for netop denne gruppe vanskelig.

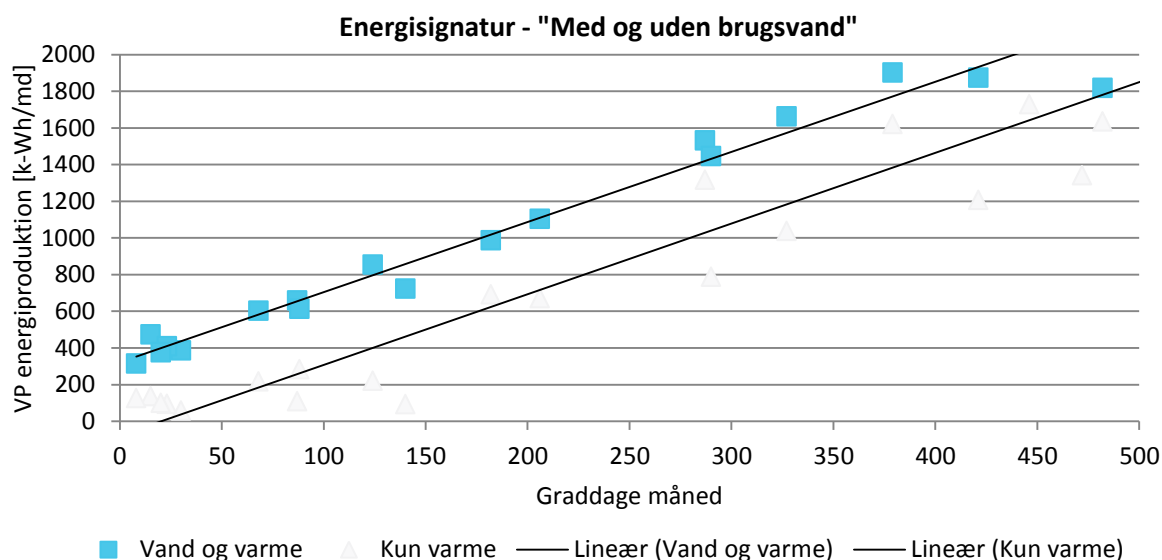
I forbindelse med den indledende fejlretning og kontrol af installationer, blev det observeret, at der kun måles varme og varmt brugsvand i 63 % af tilfældene (22 ud af 35 kontrollerede). Det har været planen, såvel som instruksen til de involverede varmepumpeinstallatører, at både brugsvand og varme skal måles på hver enkelt installation, men dette har enten ikke været muligt eller for tidskrævende på nogle installationer.

Brugsvandet udgør imidlertid en væsentlig andel af en varmepumpes energiproduktion, og udeladelse af dette vil påvirke SPF væsentligt – særligt når det ud fra erfaringen med de kontrollerede varmepumper må formodes, at der kun måles varme i ca. 37 % af de resterende og ikke kontrollerede varmepumper.

For opnåelse af et så præcist og pålideligt resultat som muligt har det derfor været nødvendigt 1) at estimere hvilke af de ikke-kontrollerede installationer, der ikke måles brugsvand på – primært ud fra analyse af bygningens energisignatur eller alternativt sommermånedernes energiforbrug, se Figur 2, og 2) at estimere brugsvandsandelen med antal beboere som grundlag.

³ Fejl såsom defekte målere, manglende forbindelser, etc.

Figur 2 viser to forskellige bygningers energisignatur⁴ – Én hvor der måles både varmt brugsvand og varme, og én hvor der kun måles varme. Måles der både brugsvand og varme, vil energisignaturen indikere dette ved en skæring på y-aksen, der ligger højere end tilfældet, hvor der kun måles varme.



Figur 2 Eksempel på to bygningers "energisignatur" til bestemmelse af, hvorvidt der måles brugsvand eller ikke. Høj skæring med y-aksen indikerer måling af både varmt brugsvand og varme.

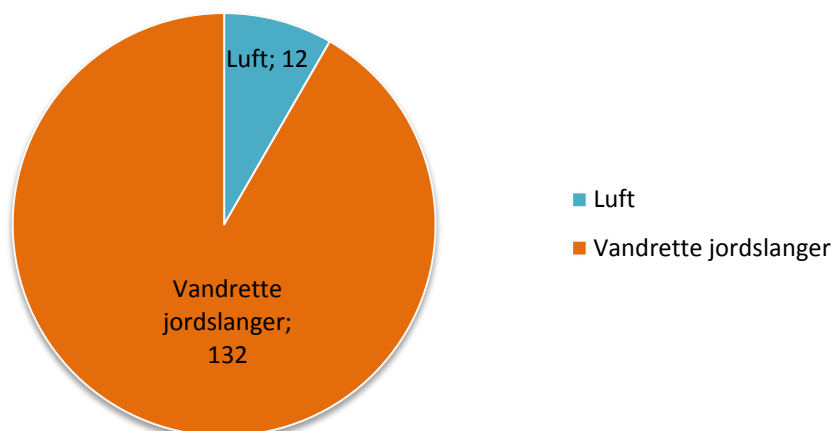
Varmeoptagersystemer og varmeafgiversystemer

I de pågældende måleperioder er der ikke målt på anlæg med lodrette jordslanger. Så vidt vides har kun et af de målte anlæg kombineret jordslange og luftabsorber som varmeoptager.

Af de målte anlæg er ni af dem varmepumper kombineret med solfanger. I disse tilfælde måles der kun på det, som varmepumperne forbruger af el, og hvad de leverer af varme. Der indgår ikke målinger på solfangerne, og der er heller ikke lavet overordnede systemmålinger på det samlede system.

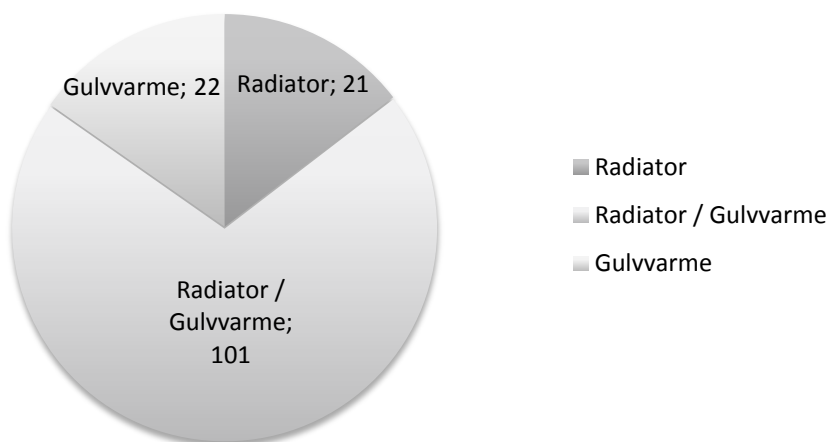
Klassificeringen af varmepumperne i forhold til den overordnede kategori "varmekilde" er for den seneste måleperiode vist i figur 3:

⁴ Under antagelse af ligefrem proportionalitet mellem udetemperaturen (her vist indirekte ved graddage), og nødvendigt energiforbrug til opvarmning.



Figur 3 Inddeling efter varmekilder.

Klassificering af varmepumperne i forhold til den underordnede kategori "varmeafgiver" fremgår for den seneste måleperiode af figur 4.

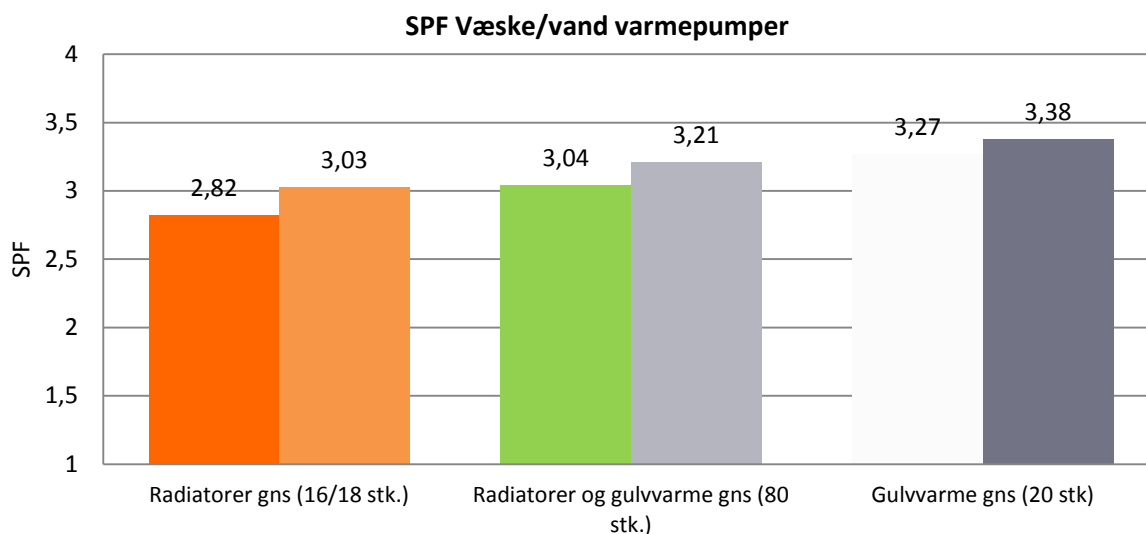


Figur 4: Inddeling efter varmeafgiver.

Resultater

Den målte SPF for væske/vand varmepumper for måleperiode 1 (nov.2010 – okt.2011) og måleperiode 2 (nov.2011 – okt. 2012) er vist i Figur 5, hhv. venstre og højre side. Den målte SPF viser det samlede gennemsnit for den leverede varmemængde set i forhold til den forbrugte energimængde på de enkelte varmepumper.

Det ses tydeligt, at varmeafgiversystemet har en stor indflydelse på anlæggenes virkningsgrad. Jævnfør det forventelige har kategorien af varmepumper med varmeafgivere i form af gulvvarme den højeste årseffektivitet grundet de relativt lavere fremløbstemperaturer i disse systemer. På de blandede systemer med både radiatorer og gulvvarme er det delkredsen med radiatorer, der er af betydning for den nødvendige fremløbstemperatur, hvilket bevirker man i denne kategori ikke vil finde helt de samme årseffektiviteter/SPF som for rene gulvvarmesystemer.



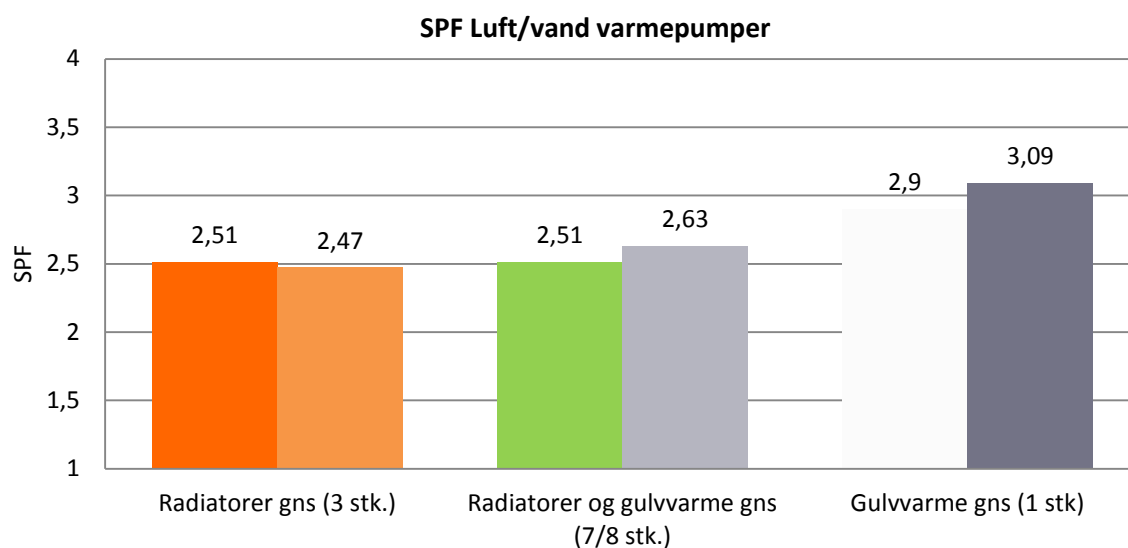
Figur 5: SPF for væske/vand varmepumper for måleperiode 1 og 2, hhv. venstre og højre side af hver underkategori.

Den målte SPF for luft/vand varmepumper for måleperiode 1 (nov. 2010 – okt. 2011) og måleperiode 2 (nov. 2011 – okt. 2012) er vist i Figur 5, hhv. venstre og højre side. Den målte SPF viser det samlede gennemsnit for den leverede varmemængde set i forhold til den forbrugte energimængde på de enkelte varmepumper.

Her er det også tydeligt, at varmeafgiversystemet har en stor indflydelse på anlæggenes virkningsgrad.

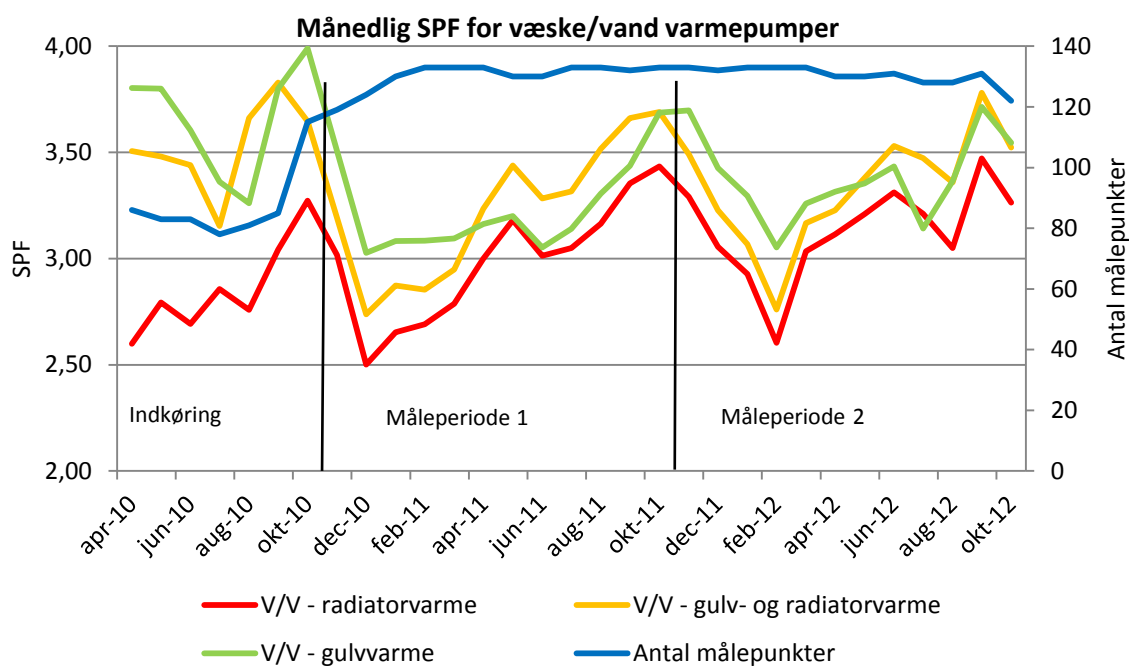
Fælles for begge overordnede kategorier, væske/vand og luft/vand varmepumper, er at SPF i måleperiode 2 er bedre end i måleperiode 1 – Med en enkelt undtagelse for kategorien af luft/vand varmepumper med varmeafgiveren radiatorer. Denne kategori er dog meget lille, tre stk., af hvilken grund konklusioner herpå er uvisse. Generelt må datagrundlaget for luft/vand-varmepumper siges at være spinkelt, da der kun indgår 12 installationer.

Der er flere mulige årsager til de forbedrede SPF i måleperiode 2, f.eks. tekniske årsager såsom indkøring, justering og sætning af jord omkring jordslanger i måleperiode 1, og/eller klimatiske årsager såsom ændrede driftskonditioner imellem de 2 måleperioder. Hvor stor en andel hver af de tekniske og klimatiske faktorer har haft af betydning for SPF er svært at udlede af data. En mere dybdegående analyse af de klimatiske faktorer er at finde i afsnittet vedrørende Validering af normeffektivitet .



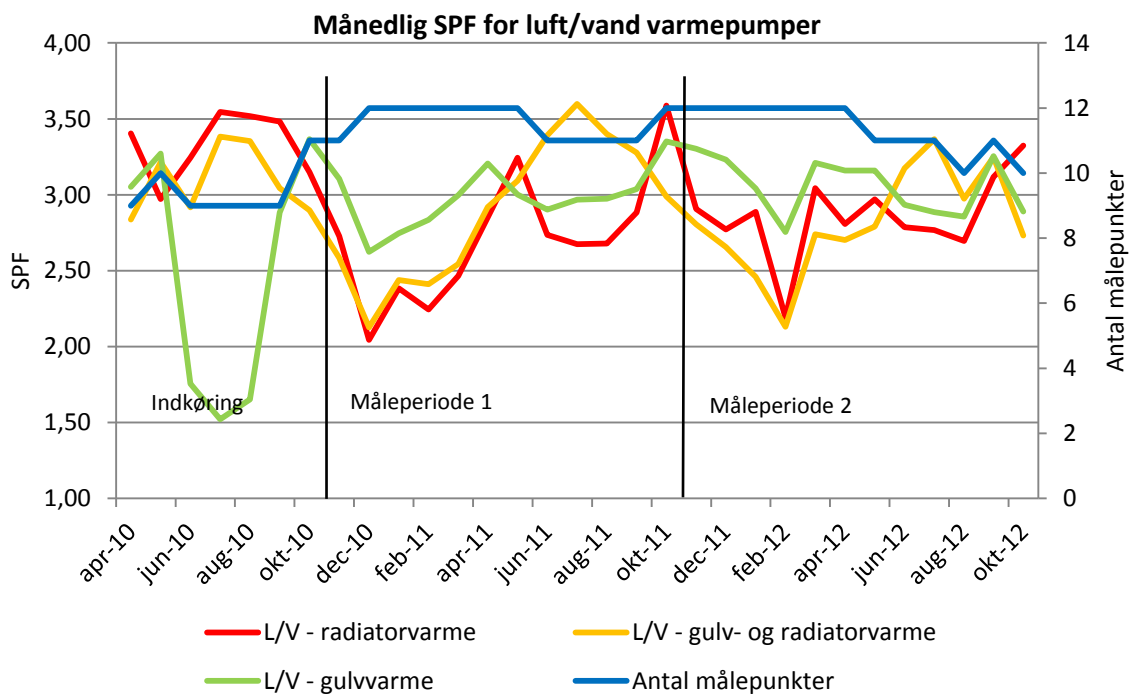
Figur 6: SPF for luft/ vand varmepumper for måleperiode 1 og 2, hhv. venstre og højre side af hver underkategori.

Af den månedlige SPF for væske/vand varmepumper ses hvordan, og i hvor stor en udstrækning driftskonditionerne har indflydelse på effektiviteten, se Figur 7. Fælles for måleperiode 1 og 2 er et kraftigt fald i starten af vintermånederne nov. – jan., efterfulgt af en moderat til hurtig forbedring i den sene vinter til slutningen af efteråret feb. – okt. Sidstnævnte tendens er dog afbrudt af et mindre fald i sommerperioden, hvor brugsvandsandelen stiger og er på sit højeste, jf. Figur 9. Interessant er det, jf. forløbene i Figur 7 og Figur 9, at varmepumperne bliver ved med at levere varme udenfor det, der traditionelt anses som værende fyringssæsonen, medio oktober til medio maj. Dette understøtter endvidere nuværende beregningsmetode for normeffektforberegning.



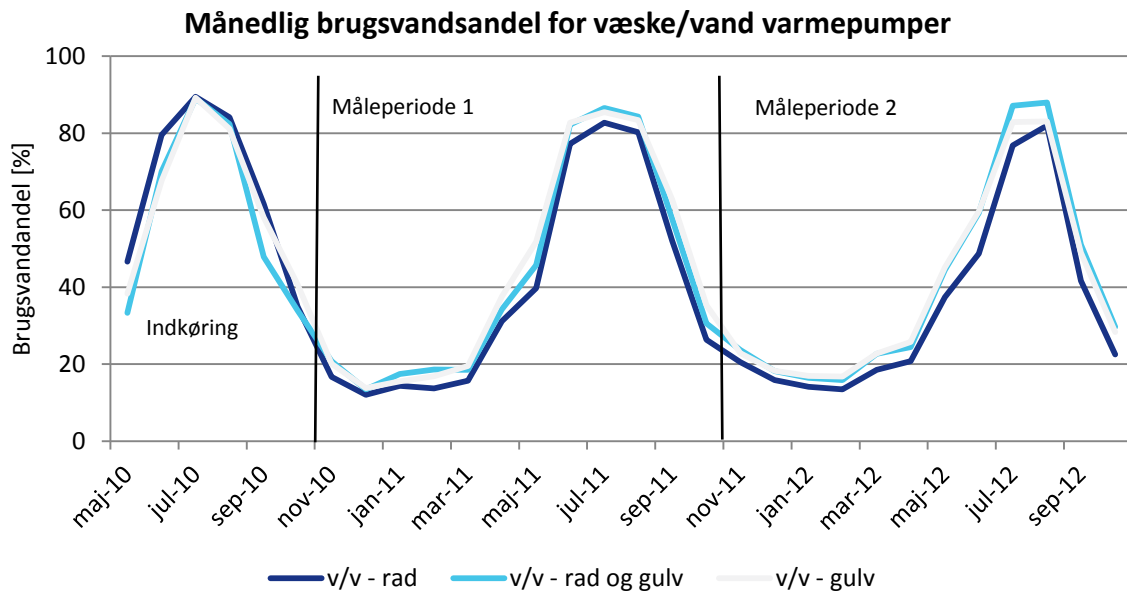
Figur 7: Månedlig SPF for jordvarmepumper.

Forløbet af den månedlige SPF for luft/vand varmepumper minder meget om den for væske/vand, med en enkelt undtagelse af kategorien med blandet varmeafgiver (gulv- og radiatorvarme), hvor SPF stiger i stedet for at falde i sommermånederne som alle de andre kategorier, se Figur 8. Nogen umiddelbar forklaring på dette er ikke fundet.



Figur 8: Månedlig SPF for luft/vand-varmepumper.

Det ses af figur 9, at brugsvandsandelen er højest om sommeren og lavest om vinteren, hvilket har indflydelse på den gennemsnitlige fremløbstemperatur og dermed effektivitet. En høj brugsvandsandel i sommermånedene medfører relativt længere driftstider med høje fremløbstemperaturer og deraf lavere effektivitet. Dette ses f.eks. ved at den månedlige SPF fra figur 7 og figur 8 falder i sommerperioden.



Figur 9: Brugsvandsfordeling fordelt på måneder.

5. Validering af normeffektivitet

Energistyrelsens normeffektivitet er et udtryk for en teoretisk beregnet årseffektivitet for en varmepumpe. Nærmere bestemt forholdet mellem den energi varmepumpen producerer og forbruger i form af varme og el gennem et helt kalenderår eller sæson. En højere normeffektivitet indikerer med andre ord større varme- og brugsvandsproduktion pr. forbrugt mængde el.

Normeffektiviteten for varmepumper på Energistyrelsens liste over effektive varmepumper er bestemt ud fra testdata og ud fra en beregningsmodel med meteorologiske data for det Danske reference år (DRY) fra Københavnsområdet som input. Der foretages bestemmelse af normeffektivitet for både radiatordrift og for gulvvarmedrift for hver varmepumpe på Energistyrelsens liste, som skal betragtes som retningsgivende og kan benyttes til sammenligning af forskellige varmepumper.

Beregningsmodellen for normeffektiviteten bygger på 12 vægtede driftstilstande og er defineret som:

$$\text{COP}_{\text{norm}} = (\sum Q_{\text{varme}} \times w_i) / (\sum E_{\text{el}} \times w_i)$$

hvoraf Q_{varme} er anlæggets varmeydelse, E_{el} er totalt tilført energi og w_i er en vægtningsfaktor for den specifikke driftstilstand, som for en luft/vand-varmepumpe med hhv. gulvvarme eller radiatorvarme fremgår af Tabel 5 og Tabel 6.

Luft/vand-varmepumper – gulvvarmesystem og brugsvand				
Udendørstemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)			
	35°C (gulvvarme)		55°C (brugsvand)	
	i	w _i	i	w _i
-7 °C	1	0,14	5	0,01
2 °C	2	0,38	6	0,06
7 °C	3	0,28	7	0,06
15 °C	4	0,00	8	0,07

Tabel 5: Luft/vand-varmepumpe med gulvvarme. Vægtningfaktorer ved forskellige driftsbetingelser.

Luft/vand-varmepumper – radiatorsystem og brugsvand				
Udendørstemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)			
	45°C (radiator)		55°C (brugsvand)	
	i	w _i	i	w _i
-7 °C	1	0,00	5	0,15
2 °C	2	0,19	6	0,25
7 °C	3	0,28	7	0,06
15 °C	4	0,00	8	0,07

Tabel 6: Luft/vand-varmepumpe med radiatorsystem. Vægtningfaktorer ved forskellige driftsbetingelser.

I beregningen af normeffekt faktoren forudsættes det, at:

- 1) Brugsvandsproduktionen antages at udgøre i alt 20 % af den samlede energilevering over året.
- 2) De vægtede driftsbetingelser spænder over et interval af temperaturer både over og under den angivne værdi, jf. Tabel 5 og Tabel 6.
- 3) Udetemperaturen og jordslangetemperaturen følges ad, således at følgende er gældende:

$T_{ude} = -7 \text{ °C}$ svarer til en jordslangetemperatur på -5 °C

$T_{ude} = +2 \text{ °C}$ svarer til en jordslangetemperatur på 0 °C

$T_{ude} = +7 \text{ °C}$ svarer til en jordslangetemperatur på $+5 \text{ °C}$

$T_{ude} = +15 \text{ °C}$ svarer til en jordslangetemperatur på $+10 \text{ °C}$

- 4) For radiatorvarme er følgende forudsætninger gjort:

Fremløbstemperaturen til radiatorsystemet varierer mellem 45 °C og 55 °C afhængig af udetemperaturen.

Ved -7 °C ude: 100 % af rumvarmen leveres ved 55 °C

Ved $+2 \text{ °C}$ ude: 50 % af rumvarmen leveres ved 55 °C og 50 % leveres ved 45 °C

Ved $+7 \text{ °C}$ ude: 100 % af rumvarmen leveres ved 45 °C

Ved $+15 \text{ °C}$ ude: 100 % af rumvarmen leveres ved 45 °C

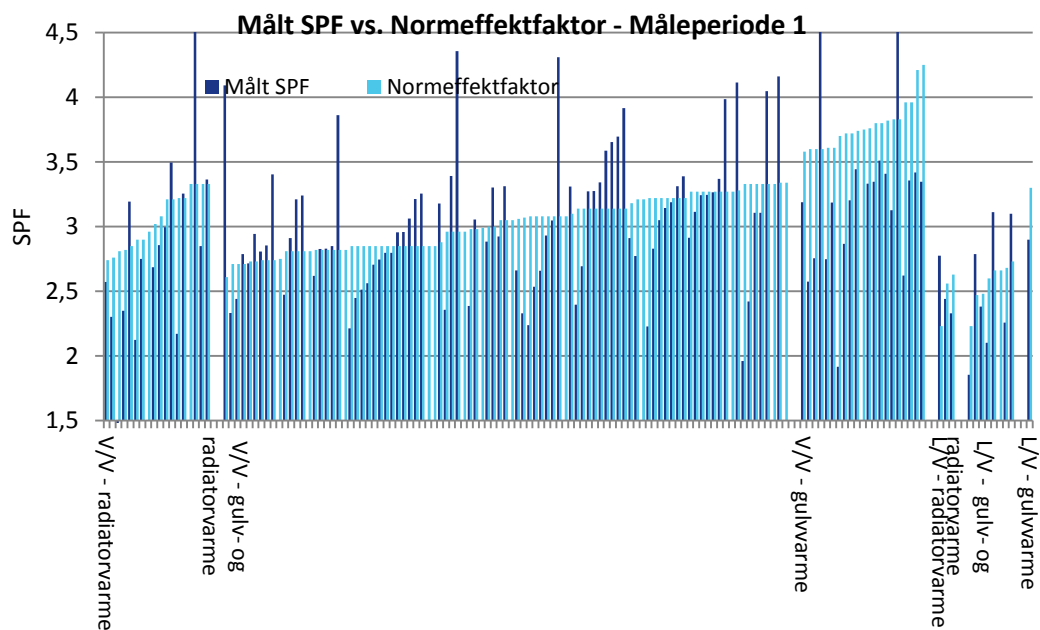
Fremløbstemperaturen ved produktion af varmt brugsvand er altid 55 °C (hele året)

- 5) For gulvvarme er følgende forudsætninger gjort:

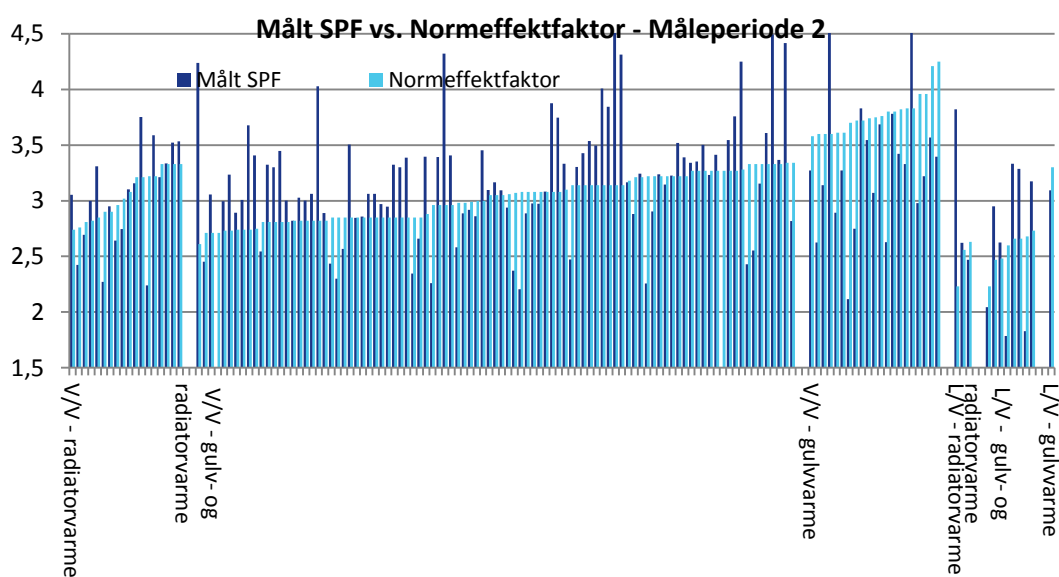
Fremløbstemperaturen til gulvvarmesystemet er altid 35 °C (hele året)

Fremløbstemperaturen ved produktion af varmt brugsvand er altid 55 °C (hele året)

Sammenholdes de forskellige målte SPF-værdier fra måleprogrammet med Energistyrelsens liste for normeffektivitet, erfares det af Figur 10 og Figur 11, at de enkelte varmepumpemodeller ligger både over og under normen. Dette med stor individuel spredning på de enkelte varmepumpemodeller.



Figur 10: Målt SPF, måleperiode 1, sammenholdt med Energistyrelsens normeffektfaktor.



Figur 11 Målt SPF, måleperiode 2, sammenholdt med Energistyrelsens normeffektfaktor.

Mulige årsager til afvigelser

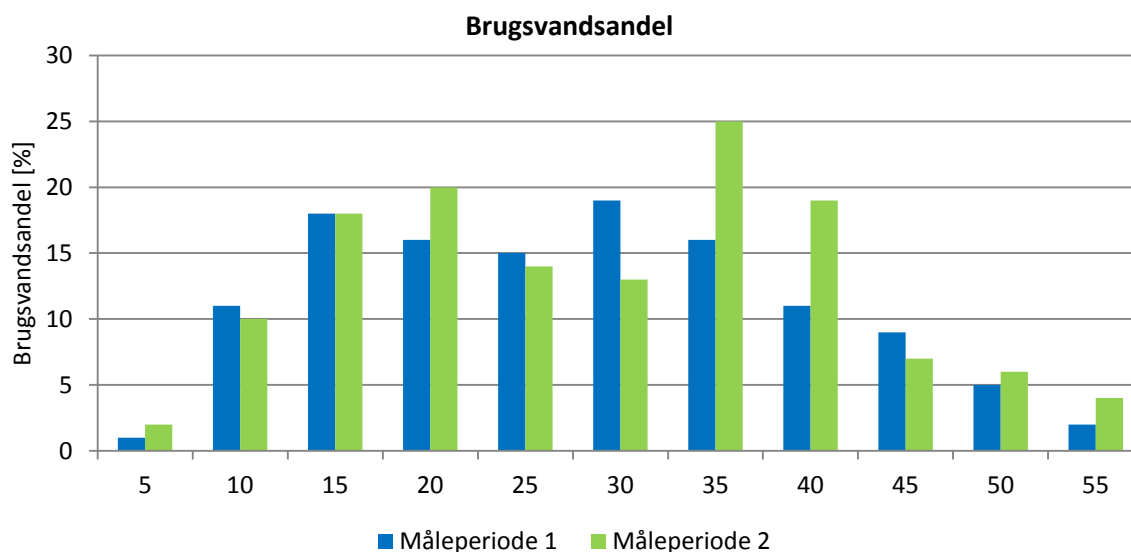
Årsagerne til, at målte værdier afviger fra normen, kan være mange og begrundet i f.eks. et atypisk vejrlig i måleperioden eller antagelser, der ikke repræsenterer den virkelige driftssituation.

I det følgende vil de forskellige antagelser fra beregningsmodellen blive gennemgået og sammenlignet med målinger fra måleprogrammet. Eventuelle afvigelser og deres indvirkning på normeffektiviteten vil ligeledes blive diskuteret.

Brugsvandsfordeling

Det forudsættes i beregningen for normeffektiviteten, at brugsvandsandelen udgør 20 %.

Ved beregning af brugsvandsbehovet ud fra antal beboere set i forhold til den målte varmemængde viser det sig, at brugsvandsproduktionen udgør en varierende andel af energileveringen ca. 5-55 % med et middel på ca. 26-27 % (jf. Figur 12). Varmepumper med en høj andel af brugsvandsproduktion vil relativt set arbejde længere ved højere fremløbstemperaturer med en lavere effektivitet til følge og dermed lavere SPF.



Figur 12: Histogram over den målte brugsvandsandel i procent af den samlede energiproduktion for hver måleperiode. Gennemsnitligt udgør brugsvandsandelen 25,9 % af energiproduktionen for periode 1, og 27,4 % i periode 2. Den største hyppighed udgøres af intervallet 25-30 % og 30-35 % i hhv. periode 1 og 2.

Udelufttemperaturer

Vejret har direkte indflydelse på en varmepumpes drift og i sidste ende SPF. I perioder med lave temperaturer under varmepumpens bivalenspunkt⁵ vil en varmepumpe f.eks. ikke blot skulle levere mere varme til bygningen, men skulle også arbejde ved et højere trykforhold med lav effektivitet. Dette endda med et tilskud i form af elvarme fra en elpatron. Hvis der er en enkelt parameter, der kan mindske effektiviteten af en varmepumpe, så er det lange perioder med lave udelufttemperaturer. Det er derfor nærliggende at sammenligne normeffektivitetens vægtningsfaktorer med de tilsvarende og faktiske be-

⁵ Den udetemperatur, hvor varmepumpens elpatron starter suppleringsvarme for at modsvare stigende varmetab fra huset, der ligger over varmepumpens kapacitet. Typisk -2°C .

regnede vægtningsfaktorer i et helt årsudsnit af måleperioden: Dette med hensyntagen til udelufttemperaturer for samme årsudsnit.

Varmepumper – gulvvarmesystem og brugsvand								
Udetemperatur / brinetemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)							
	35°C (gulvvarme)				55°C (brugsvand)			
	i	w _i (norm)	w _i periode 1	w _i periode 2	i	w _i (norm)	w _i periode 1	w _i periode 2
-7 °C / (-5 °C)	1	0,14	0,16	0,08	5	0,01	0,01	0,01
2 °C / (0 °C)	2	0,38	0,42	0,30	6	0,06	0,05	0,03
7 °C / (5 °C)	3	0,28	0,19	0,39	7	0,06	0,05	0,08
15 °C / (10 °C)	4	0,00	0,03	0,03	8	0,07	0,09	0,08
Gns.		0,80	0,80	0,80		0,20	0,20	0,20

Varmepumper – gulvvarmesystem og brugsvand								
Udetemperatur / brinetemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)							
	35°C (gulvvarme)				55°C (brugsvand)			
	i	w _i (norm)	w _i Gns periode 1+2	Afvigelse absolut	i	w _i (norm)	w _i Gns periode 1+2	Afvigelse absolut
-7 °C / (-5 °C)	1	0,14	0,12	-0,02	5	0,01	0	0
2 °C / (0 °C)	2	0,38	0,36	-0,02	6	0,06	0,04	-0,02
7 °C / (5 °C)	3	0,28	0,29	0,01	7	0,06	0,065	+0,005
15 °C / (10 °C)	4	0,00	0,03	0,03	8	0,07	0,085	+0,015
Gns.		0,80	0,80	0		0,20	0,20	0

Tabel 7: Sammenligning af normeffektivitetens vægtningsfaktorer og måleperiodens faktiske vægtningsfaktorer.

Varmepumper – radiatorsystem og brugsvand								
Udetemperatur / brinetemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)							
	45°C				55°C			
	i	w _i (norm)	w _i periode 1	w _i periode 2	i	w _i (norm)	w _i periode 1	w _i periode 2
-7 °C / (-5 °C)	1	0,00	0,00	0,00	5	0,15	0,17	0,09
2 °C / (0 °C)	2	0,19	0,21	0,15	6	0,25	0,26	0,18
7 °C / (5 °C)	3	0,28	0,19	0,39	7	0,06	0,05	0,08
15 °C / (10 °C)	4	0,00	0,03	0,03	8	0,07	0,09	0,08
Gns.		0,47	0,43	0,57		0,53	0,57	0,43

Varmepumper – radiatorsystem og brugsvand								
Udetemperatur / brinetemperatur (indløb)	Fremløbstemperatur (varmepumpe)							
	45°C				55°C			
	i	w _i (norm)	w _i Gns periode 1+2	Afvigelse absolut	i	w _i (norm)	w _i Gns periode 1+2	Afvigelse absolut
-7 °C / (-5 °C)	1	0,00	0	0,00	5	0,15	0,13	-0,02
2 °C / (0 °C)	2	0,19	0,18	-0,01	6	0,25	0,22	-0,03
7 °C / (5 °C)	3	0,28	0,29	+0,01	7	0,06	0,065	+0,005
15 °C / (10 °C)	4	0,00	0,03	+0,03	8	0,07	0,085	+0,015
Gns.		0,47	0,50	+0,03		0,53	0,50	-0,03

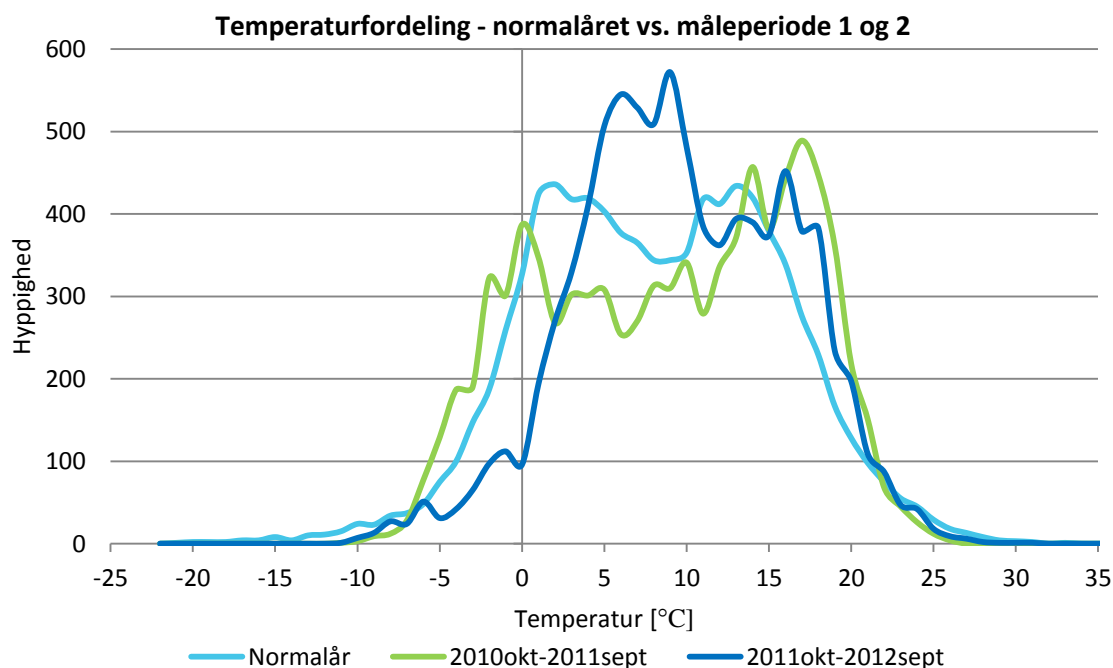
Tabel 8: Sammenligning af normeffektivitetens vægtningsfaktorer og måleperiodens faktiske vægtningsfaktorer.

Ved sammenligning af normeffektivitetens vægtningsfaktorer med de faktiske beregnede vægtningsfaktorer for måleperioderne (Tabel 7 og Tabel 8) er der rimelig overensstemmelse med de vægtningsfaktorer, der benyttes til beregning af normeffektiviteten og de for måleperioderne målte vægtningsfaktorer. Dog er udsvingene store fra periode 1 til periode 2.

	Måleperiode 1 (11-'10 / 10-'11)	Måleperiode 2 (11-'11 / 10-'12)	Normalår	Måleperiode 1 ændring ift.:	Måleperiode 2 ændring ift.:
	2010/2011	2011/2012	1974/2011	Normalår	Normalår
November	382	287	339	12,68 %	-15,34 %
December	626	379	447	40,04 %	-15,21 %
Januar	512	446	519	-1,35 %	-14,07 %
Februar	472	482	486	-2,88 %	-0,82 %
Marts	421	327	444	-5,18 %	-26,35 %
April	182	290	311	-41,48 %	-6,75 %
Maj	140	124	154	-9,09 %	-19,48 %
Juni	30	87	58	-48,28 %	50,00 %
Juli	15	20	22	-31,82 %	-9,09 %
August	23	8	18	27,78 %	-55,56 %
September	68	88	91	-25,27 %	-3,30 %
Oktober	206	242	252	-18,25 %	-3,97 %
I alt	3077	2780	3141	-2 %	-11,5 %

Tabel 9: Skyggegraddage i måleperiode 1 og 2 set i forhold til "normalåret" i Danmark NB! Er baseret på Teknologisk Instituts EMO-skyggegraddage og forskudt ift. det normale kalenderår.

Graddage kan ikke benyttes til at vurdere varmepumpens SPF, men de benyttes til at sammenligne boligens opvarmningsbehov fra år til år. For måleperiode 1 var varmebehovet 2% lavere end et normalt graddage år, og for periode 2 var det 11,5 % lavere end et normalt graddage år.



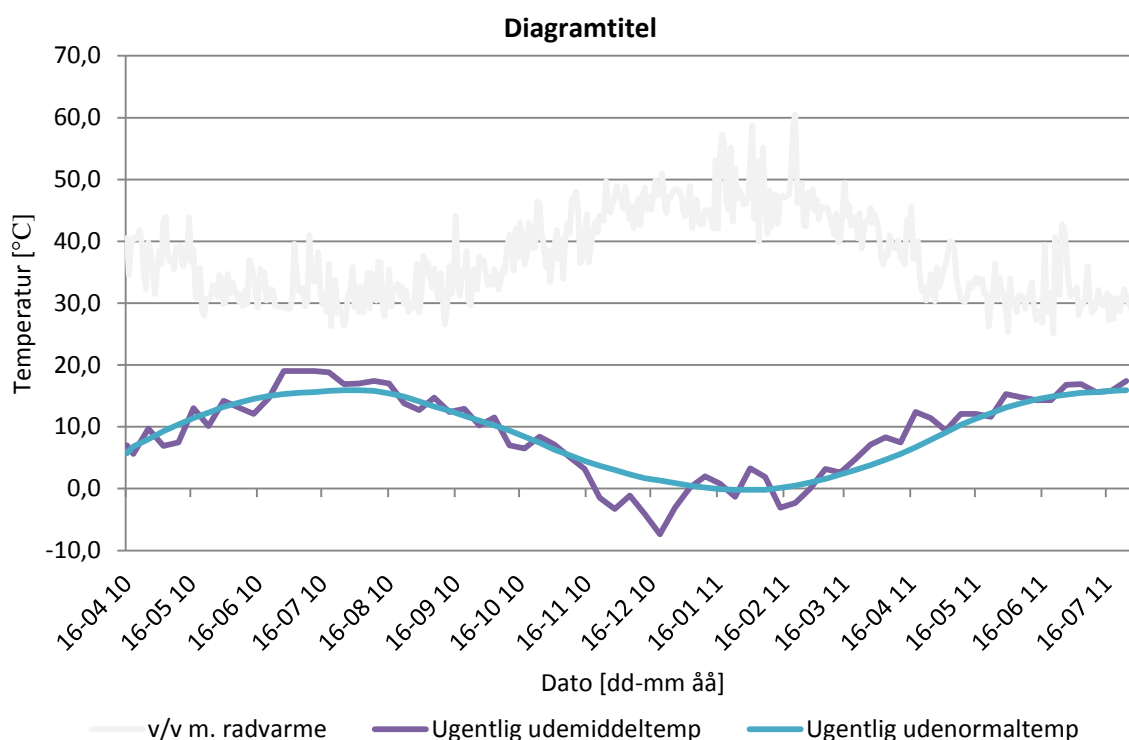
Figur 13: Histogram: Fordeling af temperaturer i et normalår (lys blå) og i måleperiode 1 og 2 (hvh. grøn og blå) apr. 2010 - mar. 2010 (8760 timer).

Vægtningsfaktorerne for de forskellige driftspunkter i beregningsmodellen for normeffektivitet er baseret på DRY data⁶ fra København og bør alt andet lige med rimelighed repræsentere et gennemsnitsår og klimatiske arbejdsvilkår for en varmepumpe. Afviger de faktiske klimatiske arbejdsvilkår i måleperioden signifikant fra gennemsnittet, vil det resultere i en række vægtningsfaktorer, der for de forskellige temperaturintervaller er lavere eller højere. I tilfældet for årsudsnittet for måleperioden okt. 2010 – sept. 2011 har de faktiske vægtningsfaktorer for driftspunkterne været højere for de to laveste temperaturintervaller. For måleperioden okt. 2011-sept. 2012 har de faktiske vægtningsfaktorer været lavere for de to laveste temperaturintervaller og markant højere for temperaturintervallet omkring 7°C.

Dette er ikke et udtryk for, at beregningsmodellens vægtningsfaktorer er forkerte, men snarere et udtryk for at forholdene varierer fra år til år.

Fremløbstemperaturer

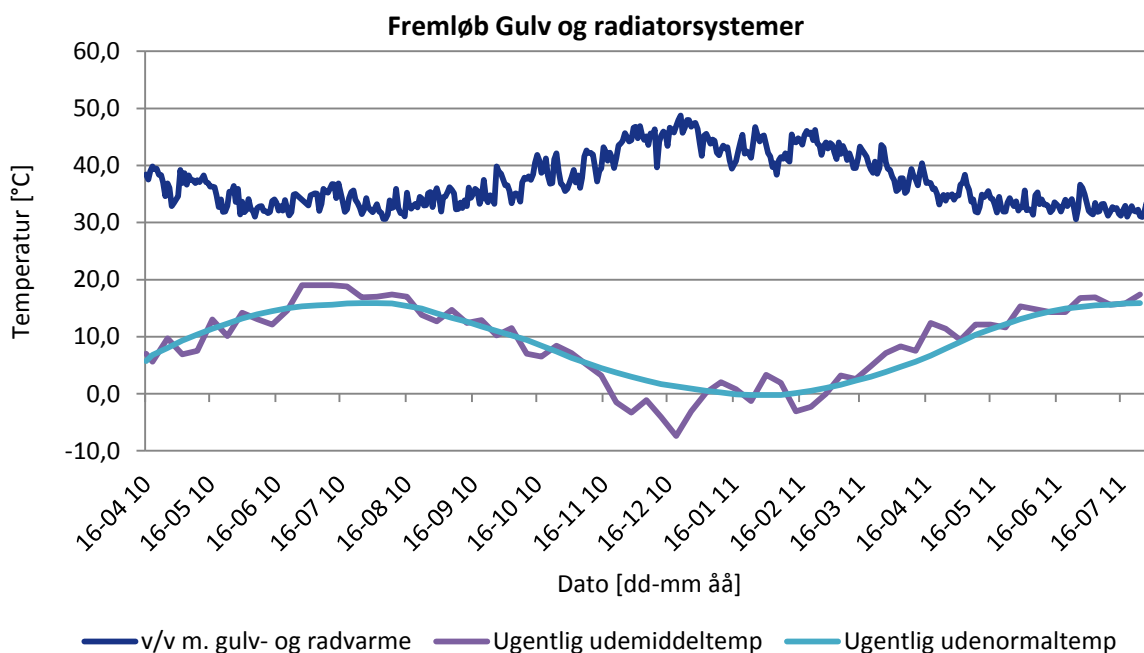
Der er målt fremløbstemperaturer til centralvarmeanlæggene på timebasis på 25 udvalgte anlæg, men fremløbstemperaturen er desuden opsamlet en gang i døgnet på alle anlæg. Billedet er det samme for de to målemetoder, når dataene på anlæggene sammenlignes.



Figur 14: Fremløbstemperaturer ved varierende udetemperaturer for væske/vandvarmepumper m. radiatorer. (Målinger fra 14 anlæg).

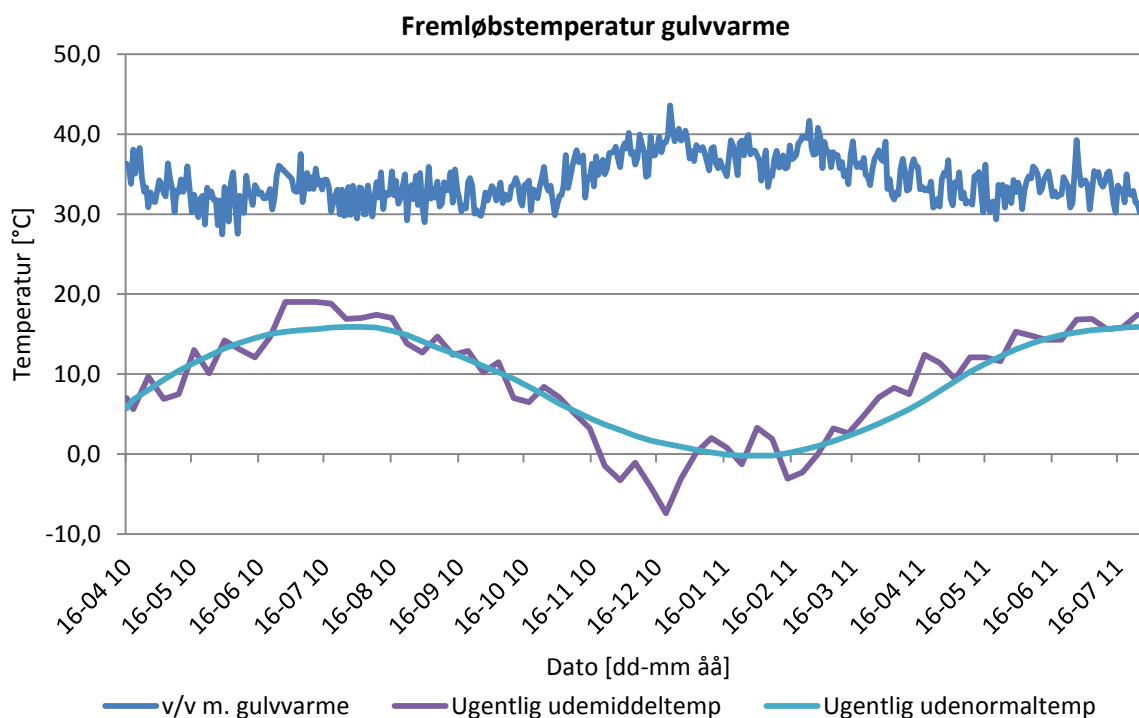
⁶ DRY: Design Reference Year. Klimadata fra DMI, der repræsenterer årsvariationer for et gennemsnitsår på basis af flere på hinanden følgende års temperaturmålinger.

Målingerne i Figur 14 viser, at fremløbstemperaturen for radiatoranlæg har et lavere niveau end det der er forudsat af vægtningsfaktorerne ved bestemmelse af normeffektfaktor. Dette på trods af at den ugentlige middeltemperatur i perioder har ligget væsentligt lavere end normalen. Da den faktiske fremløbstemperatur har ligget lavere end antaget, burde den målte SPF for væske/vand-varmepumper med radiatorer ligge højere end det er tilfældet, hvis man ser på fremløbstemperatur isoleret set. Udetemperaturen har dog været lavere end normalt, hvorfor man ikke endeligt kan konkludere på den målte SPF ift. normeffektiviteten.



Figur 15: Fremløbstemperaturer ved varierende udetemperaturer for væske/vand-varmepumper m. gulv- og radiatorvarme. (Målinger fra 105 anlæg.)

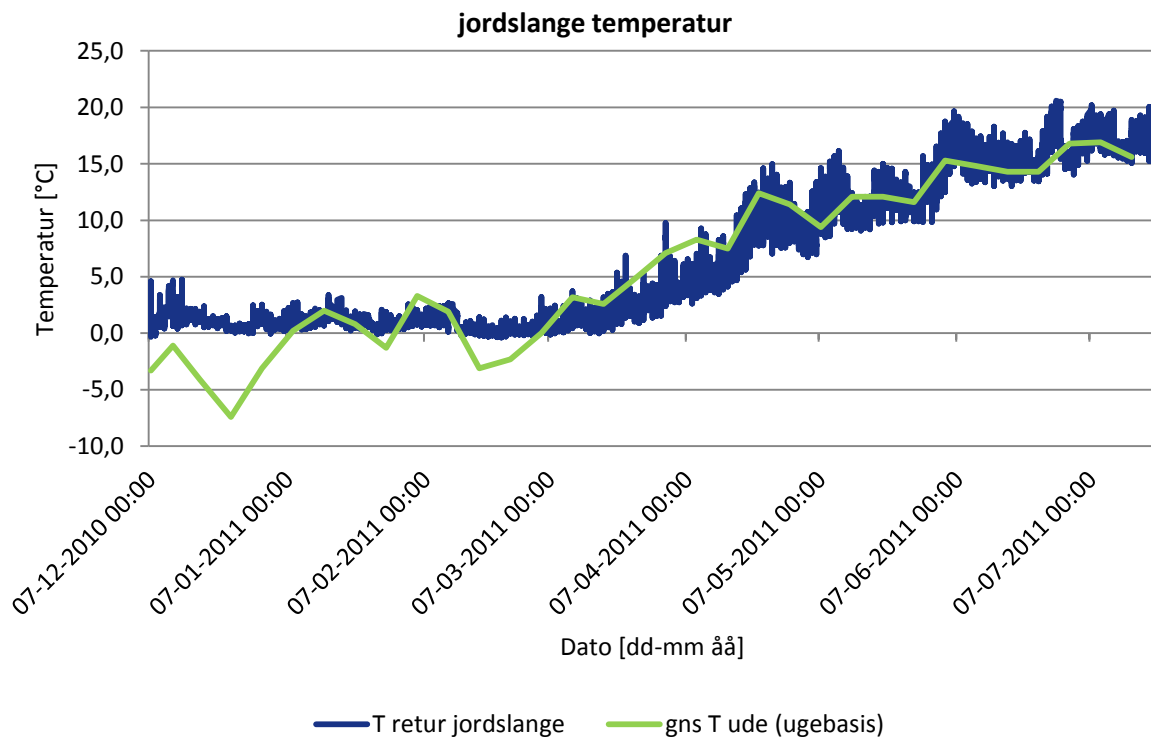
For anlæg med både radiatorer og gulvvarme er fremløbstemperaturene en smule lavere end for anlæg, hvor der kun er installeret radiatorer, se Figur 15.



Figur 16: Fremløbstemperaturer ved varierende udetemperaturer for væske/vand-varmepumper m. gulvvarme. (Målinger fra 21 anlæg).

For gulvvarmesystemer er fremløbstemperaturen ved beregning af normeffekt faktoren vurderet for lavt set i forhold til det målte. Ved de laveste udetemperaturer er fremløbstemperaturen nærmere 40°C end 35°C, som er benyttet i beregningsmodellen for normeffekt faktor. Reelt vil dette betyde, at den målte SPF vil ligge lavere end normen den sammenlignes med, isoleret set.

Jordslangetemperaturer



Figur 17: Jordslangetemperatur i måleprogrammets vinterperiode.

Der er i måleperioden målt temperaturer på jordslanger. Der foreligger pt. dog ikke målinger for et helt år. Det kan alligevel med rimelighed antages, at de benyttede temperaturer for jordslangen i udregning af normeffektfaktoren på væske/vand-varmepumper ikke er så lave ved lave udetemperaturer som oprindeligt antaget. Den laveste beregnede gennemsnitlige jordslangetemperatur ligger på ca. 0°C, hvilket er højere end de -5°C, der forudsættes af normen. Når den reelle jordslangetemperatur er højere end temperaturen der forudsættes i normen burde den målte SPF være højere.

6. Referencer:

Ref [1]: Fraunhofer ISE: Heat Pump Efficiency. Analysis and evaluation