

Bilag til dokumentation af beregning af gennemsnitlig COP i demonstrationsprojektet

EXERGI Partners har været ansvarlig for analyser af driften af varmepumpeinstallationer i demonstrationsprojekterne under Insero Energy, OK Energi og EXERGI Partners. Grundet manglende installationer hos EXERGI Partners samt udfordringer med indberetninger af døgndata for installationer fra OK Energi, har EXERGI Partners alene regnet på demonstrationsprojektet under Insero Energy og angivet et skønnet interval for COP-niveauer for de øvrige demonstrationsprojekter til brug i *Økonomisk analyse af forretningskoncepter for varmepumper* udført af Ea Energianalyse. Her vurderes det, at det gennemsnitlige COP-niveau for EXERGI Partner's ikke-gennemførte installationer er højere end både Insero Energy's og OK Energi's gennemførte installationer, jf. Tabel 1:

Tabel 1. Forslag til forudsætninger til de økonomiske beregninger. Kilde: EXERGI Partners¹

Koncept	COP-lav	COP-høj
Fjernvarme uden rør /Energy services	2,8	3,0
'Nærværme'/Insero Energy	2,6	2,8
Leasing/OK	2,4	2,6

Den tilgang har det øvrige konsortium fundet problematisk, hvorfor Insero Energy på konsortiets vegne har suppleret analysen fra EXERGI Partners med yderligere beregninger baseret på et opdateret datasæt indhentet fra OK Energi. Hermed bliver COP-værdien beregnet på baggrund indhentede driftsdata i demonstrationsprojektet og ikke på skøn. Dette anvendes efterfølgende i de økonomiske beregninger udført af Ea Energianalyse. Metoden til beregning af COP ændret ift. den udførte beregning af EXERGI Partners.

Det har ført til en principiell og divergerende opfattelse af beregningen af COP-værdien mellem EXERGI partners og de øvrige parter i konsortiet. Energistyrelsen har derfor bedt Teknologisk Institut om at gennemgå datagrundlaget og de udførte beregninger af Insero Energy.

Teknologisk Institut finder at data er valide og den anvendte metode er korrekt i Insero Energys supplerende analyse. På baggrund af den gennemførte kvalitetssikring har Energistyrelsen ikke fundet, at der er grundlag for at anfægte de beregninger, som Insero Energy har fremlagt og som fremgår af dette bilag. Derfor anvendes resultatet herfra i såvel privat- som samfundsøkonomiske beregninger i projektet frem for skøn anført af EXERGI Partners. Det betyder at en COP på 2,7 lægges til grund for de økonomiske analyser og at der udføres en følsomhedsberegning med COP på 3,0. Det skal bemærkes, at forskellen mellem EXERGI Partners skøn og Insero Energy's beregninger er marginale og datagrundlaget så beskedent, at den anvendte COP under alle omstændigheder er behæftet med en vis usikkerhed.

Dette bilag redegør for metode og resultatet af Insero Energy's analyse. Efter analysen er gengivet EXERGI Partners kommentar til bilaget.

¹'Salg af varme' fra individuelle varmepumper - Analyse af varmepumpers faktiske driftsforhold og muligheder for forbedret effektivitet via koordineret udruining og drift. EXERGI Partners (2015).

Sagens indhold

Den supplerende dataanalyse er gennemført idet Insero Energy har konstateret, at beregningerne fra EXERGI Partners er udført med baggrund i timeværdier for det første halvår af 2015 med begrundelse om, at antallet af graddage er det halve af et helt kalender år og derfor afspejler beregningen et COP-årgennemsnittet uden det er nødvendigt at graddagekorrigere. Det er imidlertid ikke korrekt, idet antallet af graddage for det første halve år er ca. 2/3 af hele årets graddageantal, jf. Tabel 2.

Tabel 2. Graddage for 2014/2015 og Normalår. Kilde Teknologisk Institut²

	2014/15	Normalår
Jan	430	525
Feb	414	480
Mar	367	460
Apr	228	302
Maj	46	79
Jun	0	1
Sep	0	36
Okt	82	219
Nov	246	349
Dec	422	455
Graddage	2.235	2.906
1. halvår	1.485	1.847
Pct. 1. halvår	66%	64%

EXERGI Partners har derudover sorteret huller og fejl-data fra i timeværdierne under demonstrationsprojekt af Insero Energy. Dette er korrekt at gøre for de analyser af døgnvariationer som EXERGI Partners har udført, men for beregning af en gennemsnitlig COP for installationens driftsperiode er det efter Insero Energy's opfattelse mere retvisende at anvende måleraflæsninger (tællerstand), der pr. definition afspejler det fulde el- og varmemeforbrug for perioden.

De øvrige konsortiepartnere har over for EXERGI Partners derud over bemærket, at den udførte dataanalyse indeholder subjektive skøn, manglende kildehenvisninger samt angivelser af, at udførte analyser er signifikante uden, at der er matematisk belæg for dette. Disse kommentarer er ikke indarbejdet i den endelige version af EXERGI Partners analyse.

Insero Energy har derfor gennemført supplerende analyser af COP for både Insero Energy's og OK Energi's installationer, da der inden deadline for aflevering til Energistyrelsen, var mulighed for at supplere med yderligere driftsdata fra begge virksomheders installationer og på den måde lave en mere fyldestgørende og retvisende analyse af varmepumpernes gennemsnitlige COP.

² <http://www.teknologisk.dk/graddage/pressemeddelelse/492>

Metode og resultat af analyse af COP udarbejdet af Insero Energy

Til vurdering af opnåelige virkningsgrader (Coefficient Of Performance - COP) på varmepumper installeret af en service provider, er der taget udgangspunkt i konkrete målinger af elforbrug og varmeproduktion på de installationer, der er foretaget af de to selskaber Insero Energy A/S og OK Energi a.m.b.a. i projektet.

Målingerne er tællerstande på de Kamstrup energi- (model MC 602) og elmålere (model 382), der er opsat i forbindelse med OK's installationer og de Kamstrup energimålere (model MC 602) og elmålere (model Carlo Gavazzi EM23), der er opsat i forbindelse med Insero Energy's installationer. Målingerne er hjemtaget online – for Insero Energys vedkommende via StyrDinVarmePumpe platformen på timebasis, der lokalt via ModBus kommunikerer med Kamstrup måleren, og for OK's vedkommende via Kamstrup's fjernaflæsnings service, der hjemtager døgnværdier via GSM nettet. I begge tilfælde er det tællerstande, der er hjemtaget og dette afspejler således, hvad der står i målerens lokale displays.

Insero's installationer har været i drift i ca. et år og OK's har været i drift i mindre end et halvt år hen over sommeren 2015. Målingerne er ikke klimakorrigeret og dette vil sandsynligvis betyde, at specielt OK's målinger er usikre, idet COP typisk er lavere om sommeren, da varmtvandsproduktion her udgør en større andel af den samlede varmeproduktion fra varmepumpen. Omvendt vil en højere udetemperatur om sommeren alt andet lige betyde en højere COP. Med det målersetup, der har været anvendt i de to projekter, har det ikke været muligt at foretage en kvalificeret klimakorrektion. Det vurderes at det lavere graddage antal i fyringssæson 2014/15 - usikkerheden i øvrigt taget betragtning - ikke har nævneværdig betydning for beregningen af COP og dermed de økonomiske analyser.

Beregningen af den gennemsnitlige COP for anlæggene er lavet som en middelværdi af samtlige anlægs individuelle konstaterede COP værdier. Denne metode er bl.a. anvendt i StyrDinVarmePumpe projektet³. Teknologisk Institut har som ekstern part foretaget kvalitetssikring af måledata og beregninger af COP og vurderer at metoden er korrekt og datagrundlaget er valid.

Målingerne på Insero Energy's installationer omfatter alle de 19 luftvand varmepumper af mærket Vølund Fighter (F2040), der er opstillet i forbindelse med delprojektet "VE-baseret varmeforsyning i en hel by". Data fremgår af tabel 3, hvorfra det fremgår, at den gennemsnitlige COP er ca. 2,7.

For OK's installationer (ligeledes Vølund Fighter F2040) har der været udfordringer med, at Kamstrup målerne har været konfigureret forskelligt med hensyn til enheder på el- og varmeforbrug og derfor er der kun brugbare målinger på 15 af 40 installationer. Her bærer flere parter i konsortiet et ansvar for, at dataopsamlingen ikke har været fuldkommen og derfor gentages denne analyse efter fyringssæsonen 2015/16. De nuværende data fremgår af Tabel 4, hvor det fremgår at den gennemsnitlige COP er ca. 2,7.

Konklusionen på Insero Energy's analyse er, at den gennemsnitlige COP for både OK Energi's anlæg og Insero Energy's anlæg er ca. 2,7, samt at det er muligt at opnå en højere COP ved eksempelvis bedre installationer, øget driftovervågning eller mere hensigtsmæssig brugeradfærd. Derfor laves der i de privat- og samfundsøkonomiske analyser en følsomhedsberegning med COP på 3,0.

³ Side 20 i slutrapportering fra styrdinvarmepumpe projektet forskEL nr. 12075 udført af Insero Energy, EXERGI Partners, Teknologisk Institut, med flere.

Tabel 3. Måledata fra demonstrationsprojekt under Insero Energy

iid/KMnr	I drift	Aflæst	Varmelevering	Elforbrug	COP
424/69287554	30-09-2014	01-11-2015	19410	6694	2,90
425/69287559	02-10-2014	01-11-2015	11250	5245	2,15
429/7082812	11-10-2014	01-11-2015	13940	5539	2,52
432/69287556	21-10-2014	01-11-2015	16640	5799	2,87
434/69287561	30-10-2014	01-11-2015	17990	8211	2,19
438/69287552	01-01-2015	01-11-2015	23350	9721	2,40
439/69287562	14-10-2014	01-11-2015	15950	5299	3,01
440/69287541	09-12-2014	01-11-2015	15480	5253	2,95
441/69287543	09-10-2014	01-11-2015	20740	6631	3,13
442/69287551	07-10-2014	01-11-2015	12940	5511	2,35
448/69287550	04-11-2014	01-11-2015	21870	8502	2,57
453/69287555	11-10-2014	01-11-2015	14500	5033	2,88
456/69287539	20-11-2014	01-11-2015	10810	4259	2,54
458/69584362	16-12-2014	01-11-2015	11740	4664	2,52
459/69287563	13-10-2014	01-11-2015	16070	6587	2,44
461/69287549	27-11-2014	01-11-2015	18770	6260	3,00
462/69287553	25-11-2014	01-11-2015	14920	5575	2,68
463/69287557	02-12-2014	01-11-2015	16180	5917	2,73
464/69634134	15-01-2015	14-09-2015	12773	4851	2,63
Gennemsnitlig COP					2,7

Tabel 4. Måledata fra demonstrationsprojekt under OK Energi

KundeID	I drift	Aflæst	Varmelevering	Elforbrug	COP
955618	13-03-2015	13-11-2015	6358	2227	2,85
2727757	17-03-2015	17-09-2015	3888	1780	2,18
617380	20-03-2015	13-11-2015	8817	2765	3,19
1784169	20-03-2015	13-11-2015	5683	2769	2,05
2499802	25-03-2015	13-11-2015	3217	1422	2,26
500144	26-03-2015	13-11-2015	11418	3597	3,17
2625661	07-05-2015	13-11-2015	8979	2979	3,01
2668568	24-06-2015	13-11-2015	3257	1120	2,91
2160974	21-08-2015	13-11-2015	2512	1031	2,43
1041219	03-09-2015	13-11-2015	2971	904	3,29
2730615	03-09-2015	13-11-2015	6216	1683	3,69
1524849	18-09-2015	13-11-2015	2659	933	2,85
1528823	18-09-2015	13-11-2015	5377	2611	2,06
2735514	28-10-2015	13-11-2015	833	318	2,62
1660394	07-11-2015	13-11-2015	337	148	2,28
Gennemsnitlig COP					2,7

Kommentar fra EXERGI Partners

Som et supplement til projektets officielle dataanalyser har Inero Energy foretaget to supplerende analyser. Den første har til formål at vurdere om data for et helt år vil give en anderledes COP for Inero Energys egne varmepumper. I den officielle dataanalyse foretaget af EXERGI Partners er analyserne lavet for et halvt år, valgt således at det har den samme fordeling mht. graddage som et normalår. Inero har her forlænget dataserierne og – af ikke beskrevne grunde – valgt at analysere 19 anlæg, på trods af at kun 18 anlæg bestod EXERGI Partners test mht. tidsserier. (Når der korrigeres for at Inero Energy har anvendt en fejlagtig metode til at beregne COP, jfr. TI's meelding, har porteføljen ver det samlede resultat:

Table 5. Måledata fra demonstrationsprojekt under Inero Energy

iid/KMnr	I drift	Aflæst	Varmelevering	Elforbrug	COP
424/69287554	30-09-2014	01-11-2015	19410	6694	2,90
425/69287559	02-10-2014	01-11-2015	11250	5245	2,15
...
464/69634134	15-01-2015	14-09-2015	12773	4851	2,63
Akk. for portefølje			305.323	115.551	2,6

Resultatet af Inero Energys analyse, med korrektion for ovennævnte fejl, er en beregnet COP for porteføljen af 19 anlæg på 2,6, dvs. identisk med resultaterne i EXERGI Partners analyse.

På denne baggrund foreslås at EA Energianalyse som oprindeligt aftalt laver økonomi analyser ud fra de forudsætninger som EXERGI Partners er bedt om at levere.

Parallelt hermed har Inero Energy lavet en analyse for 15 af OK's i alt 40 varmepumper. Som beskrevet i delrapport om dataanalyser blev der i det februar beskrevet de data, som skulle leveres for de enkelte varmepumper der indgik i projektet. Se Bilag til dataanalyse med specifikation af data 15.2.2015

Ved den forlængede frist for levering af data, ultimo september havde OK ikke afleveret brugbart materiale (data for få anlæg i enkelte døgn). I november har OK fremsendt en mangelfuld datasæt der omhandler 15 af deres i alt 40 installationer, som blev afvist fordi det kom for sent og langt fra levede op til de aftalte datakrav.

Inero Energy har dette til trods beregnet COP for disse anlæg.

Table 6. Måledata fra demonstrationsprojekt under OK Energi

KundeID	I drift	Aflæst	Varmelevering	Elforbrug	COP
955618	13-03-2015	13-11-2015	6358	2227	2,85
2727757	17-03-2015	17-09-2015	3888	1780	2,18
...
1660394	07-11-2015	13-11-2015	337	148	2,28
Akk. for portefølje			72.522	26.287	2,8

Resultatet er en COP for den samlede portefølje på 2,8.

Hertil skal dog bemærkes at samtlige anlæg fra OK kun har kørt i årets varmeste periode. For netop luft til vand varmepumper er det afgørende at klimakorrigere de beregnede COP-værdier, da luftvarmepumpernes effektivitet falder markant når luftens temperatur falder. Der kan ikke fagligt argumenteres for at denne effekt ligeligt opvejes at brugsvandsforbruget udgør en relativt større andel af den samlede varmelevering, uden en vurdering af netop de to modsatrettede forhold.

Hertil kommer at analysen selvsagt bør omhandle OK's 40 anlæg, hvor der er bemærkelsesværdigt at OK, med Danmarks største målerfirma som konsulent, ikke har kunne levere data for de resterende 25 anlæg.

Sammenfattende, bør Inero Energys to beregninger afvises, den første for den ikke tilfører noget nyt ift. den aftalte analyse og den anden fordi der ikke er lavet en seriøs analyse, med korrektion for hhv. udetemperatur og forudsat forbrug af varmt brugsvand, samt det forhold at OK's dataset kom for sent, er mangelfuldt og der mangler en redegørelse for data fra de øvrige 25 anlæg som har fået støtte i projektet.