

Granskning af og analyse af PVT-E anlæg Lokes Plads

2. udgave

Bengt Perers, Janne Dragsted og Simon Furbo

DTU Byg

Danmarks Tekniske Universitet

Maj 2019

Indhold

<u>1.</u>	Introduktion	3
<u>2.</u>	Målinger og erfaringer fra PVT-E pilotanlægget på Lokes Plads 38.....	3
<u>3.</u>	Anbefalinger vedrørende udformning af nye PVT-E anlæg	8
<u>4.</u>	Evaluering af COWI's dispositionsforslag "BIPVT-E anlæg til Stengården afd. 8"	8
	Referencer.....	11
	Bilag 1. DTUs spørgsmål og kommentarer til dispositionsforslaget samt COWI's svar.....	11
	Bilag 2. Oversigt over udgifter	15
	Bilag 3. Naturgasforbrug, elforbrug, varmekonsum og udelufttemperatur	16

1. Introduktion

Denne granskningsrapport omhandler vurdering af PVT-E pilotanlægget opført i 2018 på Lokes Plads 38 og vurdering af de foreslåede BIPVT-E anlæg til Stengården afd. 8. Rapporten er udarbejdet af DTU Byg til Stenløse-Ølstykke Boligforening 5708-5 Stengården afd. 8.

2. Målinger og erfaringer fra PVT-E pilotanlægget på Lokes Plads 38

Et PVT-E pilotanlæg bestående af energiproducerende tagkonstruktioner med solcellemoduler, solfangere og energiabsorbere sammenkoblet med en varmepumpe og et batteri blev i 2018 opført på Lokes Plads 38. Anlægget, som erstattede den gamle naturgaskedel, leverer al varme, alt varmt brugsvand og en del af elforbruget til boligen. Derudover leveres i perioder med høj elproduktion fra solcellemodulerne el til nettet. Anlægget bruger både el fra solcellemodulerne og fra nettet. Figur 1 viser pilotanlægget.



Figur 1. Nordsiden af Lokes Plads 38 med solcellemoduler på taget. PVT-E moduler er placeret på tagets sydside. Varmepumpe, batteri og anlæggets tekniske installationer er placeret i skuret.

Anlægget består af 16 PVT-E moduler med et samlet bruttoareal på 48 m², 24 PV moduler med et samlet bruttoareal på 72 m², en modulerende 3-12 kW Danfoss Varius Pro+ varmepumpe og et 7,5 kWh Fronius batteri. 2 af PVT-E modulerne med et samlet bruttoareal på 6 m² er ikke termisk aktive. 2 af PV modulerne med et samlet areal på 6 m² er heller ikke i drift på grund af en fejl opstået under produktionen. Nettoarealerne for modulerne er væsentligt mindre end bruttoarealerne. Det totale nettoareal for de termisk aktive PVT-E moduler er 35 m², og det totale nettoareal for PV modulerne og PVT-E modulerne, der producerer el, er 95 m². PVT-E modulerne producerer både el og varme. Varmen produceres både af solstråling og af udeluften.

Før pilotanlægget blev installeret, blev der gennemført målinger af gasforbrug og rumvarmebehov. Efter at pilotanlægget blev installeret, er der gennemført målinger af husets rumvarmebehov,

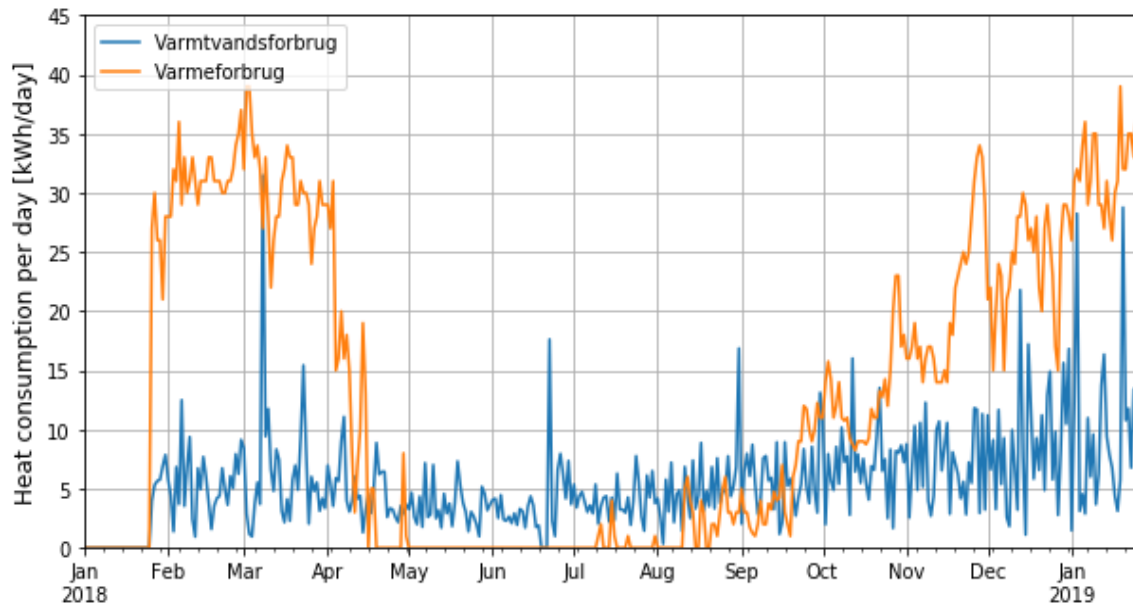
varmtvandsforbrug, elforbrug og indeklime i form af indendørstemperatur, luftfugtighed og CO₂ niveau. Derudover blev varmepumpens elforbrug, PVT-E modulernes varmeproduktion, PVT-E og PV modulernes elproduktion, solstrålingen på den sydvendte tagflade, udelufttemperaturen samt de vigtigste anlægstemperaturer registreret. På den måde er det blandt andet muligt at bestemme varmepumpens effektivitet.

Tabel 1 viser målte gasforbrug for tre perioder, før pilotanlægget blev installeret. Gaskedlens nyttevirkning er ca. 75%.

Periode	Gasforbrug, m ³	Varmeforbrug, kWh	Gaskedels effektivitet
1/5-2015 – 30/4-2016	904	5700	78%
1/5-2016 – 30/4-2017	958	5496	72%
2/11-2017 - 18/6-2018	752	4172	74%

Tabel 1. Målt gas- og varmfeforbrug. Der forudsættes et dagligt varmtvandsforbrug på 5,7 kWh og en brændværdi for naturgas på 11 kWh/m³.

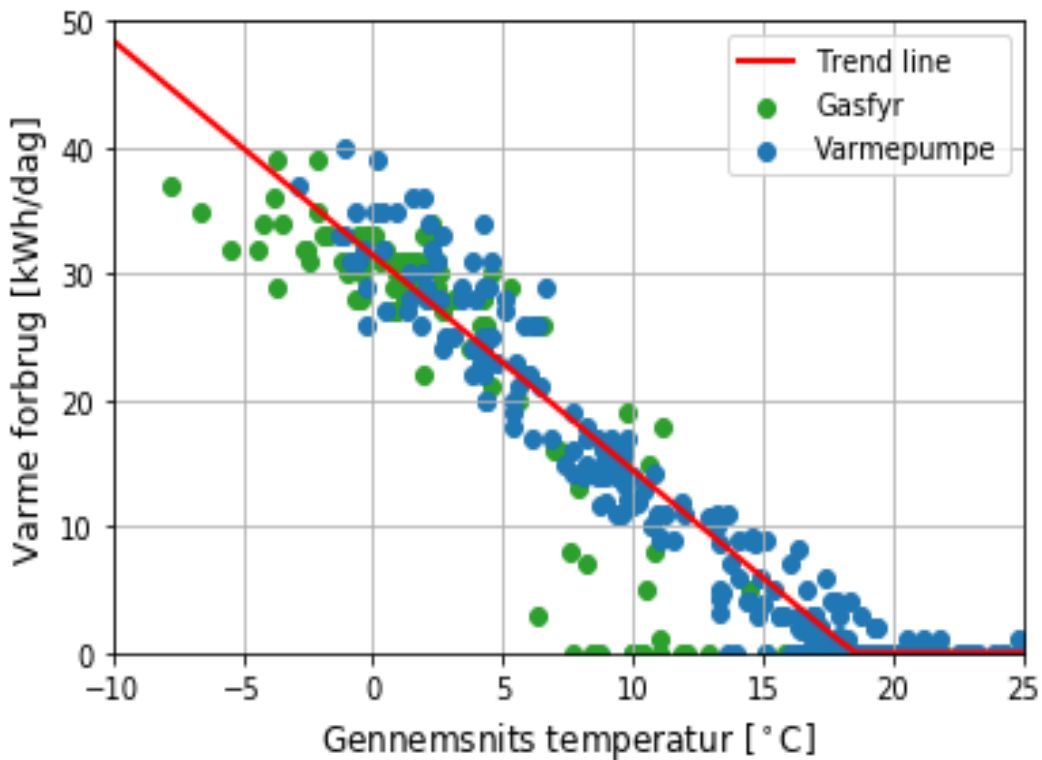
Figur 2 viser daglige målte rumvarmebehov og varmtvandsforbrug igennem et år. Varmebehovene er meget små sammenlignet med varmepumpens størrelse. Eksempelvis er det største daglige gennemsnitlige varmeeffektbehov mindre end 2 kW, mens varmepumpens mindste effekt er 3 kW. Varmepumpen er derfor stærkt overdimensioneret, hvilket resulterer i meget korte driftstider og relativ lav effektivitet for varmepumpen. Det skal i denne forbindelse bemærkes, at der ikke markedsføres varmepumper i den rigtige størrelse til det lille varmebehov.



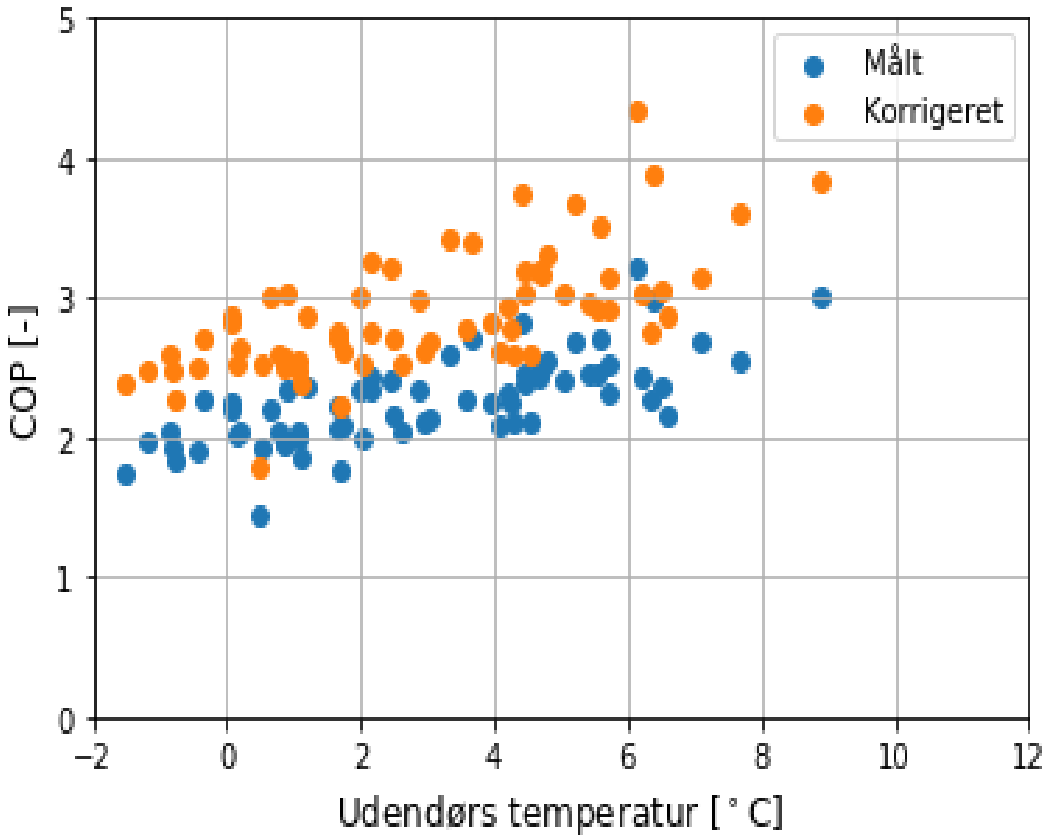
Figur 2. Målte daglige rumvarmeforbrug og varmtvandsforbrug.

Figur 3 viser målte daglige varmeforbrug som funktion af dagens gennemsnitlige udelufttemperatur. Varmebehovet er næsten en retlinet funktion af udelufttemperaturen. Det skal bemærkes, at naturgaskedlen var placeret inden for klimaskærmen, så varmetabet fra kedlen kom huset til gode. Det er forklaringen på de små varmebehov selv ved relativ lave udelufttemperaturer.

Figur 4 viser målte og korrigerede daglige COP værdier for varmepumpen. De målte værdier angiver forholdet mellem varmeforbrug plus varmtvandforbrug og varmepumpens elforbrug. De korrigerede størrelser er bestemt ved at inkludere en skønnet værdi af varmetabet fra skuret, hvor varmepumpen er placeret. COP værdierne er ikke så høje, både på grund af overdimensioneringen omtalt oven for og på grund af de store varmetab fra varmepumpe, rør og beholdere. Ikke desto mindre vurderes det, at varmepumpens effektivitet er rimelig.



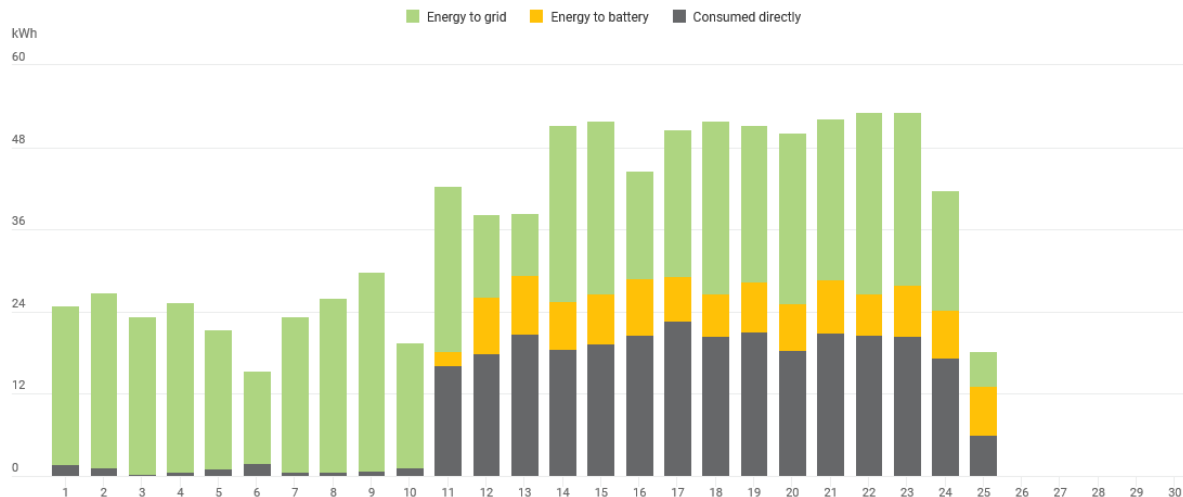
Figur 3. Målt dagligt varmebehov som funktion af dagens gennemsnitlige udelufttemperatur.



Figur 4. Målte og korrigerede daglige COP værdier for varmepumpen.

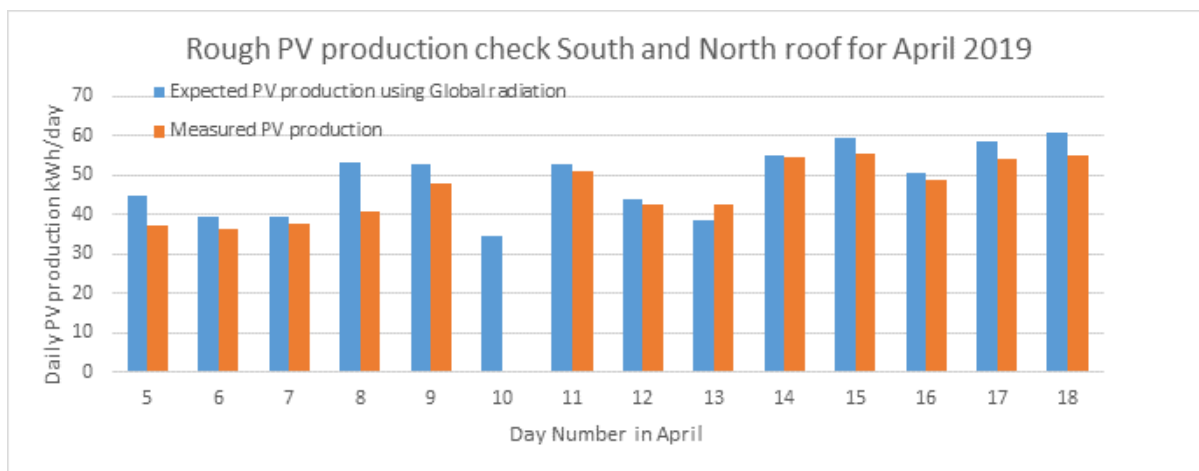
Indeklimamålingerne viste, at anlægget kan holde indendørstemperaturen på 22°C selv på de koldeste vinterdage.

Solcellernes ydelser er ikke undersøgt i detaljer, idet hele PV elsystemet inklusive batteriet først kom i fuld drift den 11. april på grund af installationsproblemer med batteriet. Funktionen ser dog rimelig ud, se figur 5, som for april viser daglige energimængder fra solcellerne tilført elnettet, tilført batteriet samt elforbruget anvendt i boligen. Det bør bemærkes, at før den 11. april vises udelukkende PVT-modulernes ydelse. Driftssikkerheden ser rimelig ud efter 11. april.



Figur 5. Daglige energimængder fra PV modulerne til elnet, batteri og til eget forbrug for april 2019.

Figur 6 viser for april daglige ydelser for alle solcellerne målt og beregnet. Beregningerne er baseret på vejrdata inklusive globalstråling målt på DTU Bygs klimastation i Kgs. Lyngby og på en solcelleeffektivitet på 17% for de 38 aktive moduler. Det svarer til en omtrentlig systemeffektivitet på 11% baseret på globalstrålingen. Det vurderes, at der er en rimelig overensstemmelse mellem målinger og beregninger.



Figur 6. Målte og beregnede daglige totale ydelser for solcellerne for april. Der er ingen målinger for 10. april.

Nogle gange i løbet af vinteren og foråret har varmepumpen koblet automatisk fra på grund af for lave væsketemperaturer i PVT kredsen, ca. ved -10°C . Det ser ud til at hænge sammen med specielt vejr med lille vindhastighed og helt skyfri himmel med stor varmeudstråling fra PVT modulerne til den kolde himmel. Sandsynligvis sker det meget sjældent, men det burde undersøges, om styresystemet kan justeres for at undgå sådanne situationer. Overdimensioneringen af varmepumpen medfører en større afkøling end normalt af PVT modulerne, så overdimensioneringen har sandsynligvis medvirket til problemet. Betydningen af disse driftssituationer for den årlige ydelse af anlægget vurderes at være beskednen.

Desværre opstod der problemer med skimmelsvamp i loftsrummet grundet for høj fugtighed. I den forbindelse kan overdimensioneringen af varmepumpen måske også have spillet en rolle på grund af den ekstra afkøling af PVT modulerne med ekstra isdannelse til følge. Det er i den forbindelse vigtigt, at taget skal være regntæt, at vand fra PVT modulernes overflader ikke ender i loftsrummet og at loftsrummet har tilstrækkelig ventilation.

Med en naturgaspris på 7 kr./m³ og en nyttevirkning på 75% kan varmeprisen bestemmes til $7/(0,75 \times 11) = 0,85$ kr./kWh. Med en elpris på 2,38 kr./kWh og en årlig COP værdi for varmepumpen på 3,1, skønnet ved hjælp af figur 4, bliver varmeprisen for pilotanlægget $2,38/3,1 = 0,77$ kr./kWh. Driftsøkonomien for PVT-E pilotanlægget er altså bedre end driftsøkonomien for anlægget med den eksisterende naturgaskedel. Hvis COP værdien forøges til 4,6, reduceres varmeprisen til 0,52 kr./kWh.

Derudover vil solcellerne give meget lavere elpris og dermed varmepris, når varmepumpen og solcellerne er i drift samtidigt. Driften kan optimeres med styresystemet inklusive batteriet.

3. anbefalinger vedrørende udformning af nye PVT-E anlæg

Undersøgelserne viste, at pilotanlægget fungerer efter hensigten med en rimelig effektivitet af varmepumpen på trods af, at varmepumpen er overdimensioneret. Anlægget kan opvarme huset tilfredsstillende selv på de koldeste vinterdage.

For at undgå overdimensionering af varmepumpen kan fællesanlæg for flere boliger være en god løsning.

Anvendelse af et fast undertag anbefales for at undgå problemerne med fugt/skimmelsvamp.

Erfaringerne fra anlægget viste desuden, at det er nødvendigt med en god rørføring, som skaber mindst mulig risiko for uønsket selvcirkulation med store varmetab til følge. Derudover er det vigtigt, at rør, beholdere og tekniske installationer er isoleret omhyggeligt.

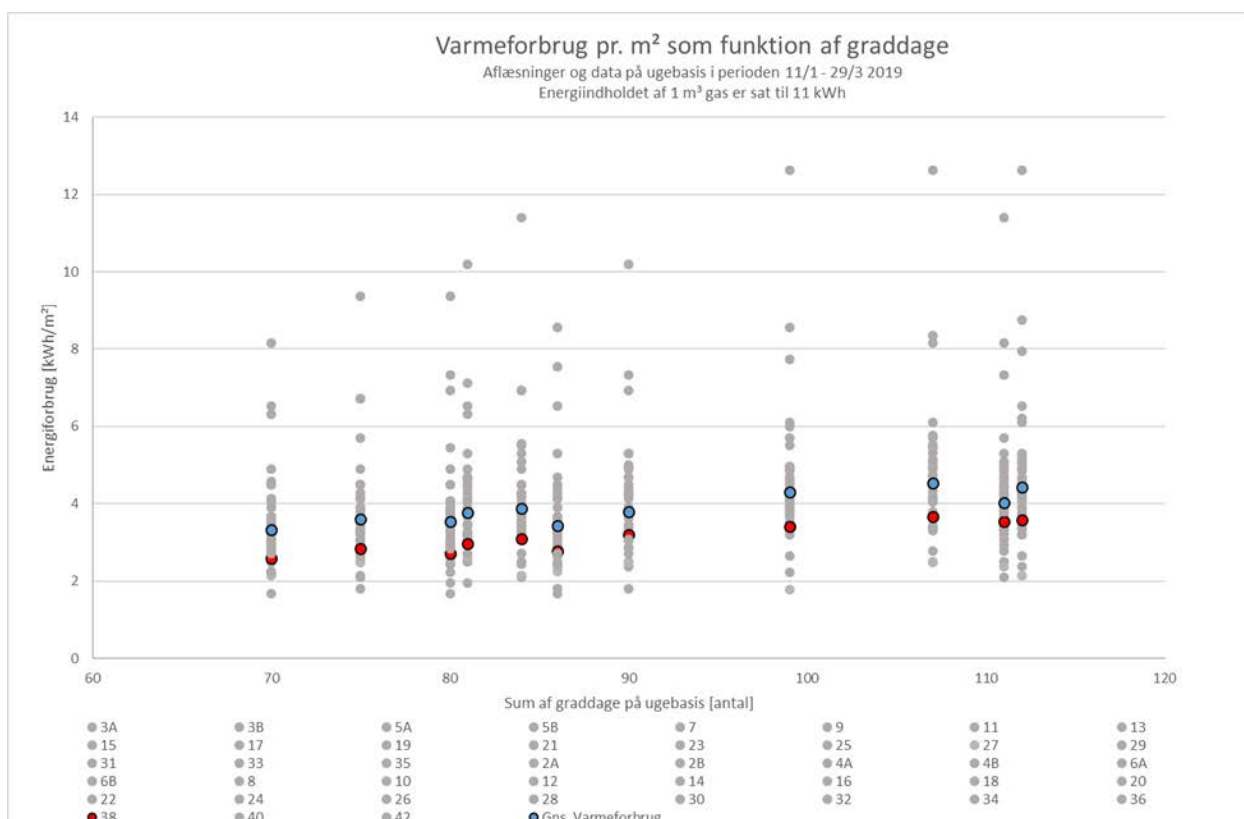
Endelig skal det nævnes, at kvaliteten af installation er helt afgørende for, om der opnås en sikker løsning uden problemer og et anlæg med høj effektivitet. Det er vigtigt i forbindelse med installationen at sikre, at taget er regntæt, at loftsrummet har tilstrækkelig ventilation og at PVT-paneler, PV-paneler, varmepumpe, beholdere og batteri installeres korrekt.

4. Evaluering af COWI's dispositionsforslag "BIPVT-E anlæg til Stengården afd. 8"

I forbindelse med granskningen af dispositionsforslaget stillede DTU en række spørgsmål til COWI. Ligeledes gav DTU kommentarer til forslaget. Spørgsmålene og kommentarerne samt COWI's svar fremgår af bilag 1, 2 og 3.

Gasforbruget er målt i en række lejligheder i bebyggelsen for at vurdere, om varmebehovet for Lokes Plads 38 er repræsentativt for bebyggelsen. Figur 7 viser ugentlige naturgasforbrug i kWh per m² lejlighed

som funktion af antallet af graddage i ugen for et stort antal lejligheder for perioden 11. januar - 29. marts 2019. Desuden er det totale naturgasforbrug for alle lejligheder divideret med det totale areal for alle lejligheder vist med blå. Derudover er ugentlige energiforbrug per m² lejlighed for Lokes Plads 38 vist med rødt bestemt som: (målt rumvarmebehov + målt varmtvandsforbrug)/0,75. På den måde tages der højde for naturgaskedlens nyttevirkning. Der er meget store variationer i energiforbruget fra lejlighed til lejlighed. Det vurderes, at energiforbruget for Lokes Plads 38 er noget lavere end energiforbruget for hele bebyggelsen.



Figur 7. Ugentlige energiforbrug per m² lejlighed for forskellige lejligheder inklusive Lokes Plads 38 (vist med rødt) som funktion af det ugentlige antal graddage. Gennemsnit for alle lejligheder er vist med blå.

I beregningerne i dispositionsforslaget er forudsat et varmtvandsforbrug på 125 l/døgn pr. lejlighed, hvilket vurderes at være rimeligt. Der er forudsat en nyttevirkning for naturgaskedlerne på 70%, hvilket er en smule lavere end de 75%, som blev bestemt for naturgaskedlen for Lokes Plads 38.

Simuleringerne resulterer i en årlig COP værdi for varmepumpen på 4,6. Dette er en relativ høj værdi set i forhold til pilotanlæggets værdi, som var lav på grund af varmepumpens overdimensionering og de relativt store varmetab fra varmepumpe, beholdere og rør. Følsomhedsanalysen viser, at selv hvis den årlige COP værdi reduceres til 3,1, vil det ikke få alvorlige konsekvenser for økonomien, da varmepumpens elforbrug i forvejen er lavt.

Beregningerne af ydelserne af PV- og PVT-modulerne er baseret på modulernes arealer, effektiviteter, orienteringer og hældninger. Det vurderes, at de beregnede ydelser er rimelige, og at PV-modulernes

ydelse i øvrigt stemmer overens med normale solcelleydelse i Danmark. Det ville i denne forbindelse være interessant at sammenligne de beregnede PV-ydelse for de nordvendte moduler med målte ydelse fra tidligere opførte PV-moduler, der vender mod nord.

De anvendte priser for PV- og PVT-modulerne er realistiske. I bilag C er priserne dog ikke angivet separat, men udelukkende inkluderet i de totale omkostninger.

Kvaliteten af installationen er helt afgørende for, om der opnås en sikker løsning uden problemer og et anlæg med høj effektivitet. Det er i den forbindelse vigtigt at sikre, at taget er regntæt, at loftsrummet har tilstrækkelig ventilation og at PVT-paneler, PV-paneler, varmepumpe, beholdere og batteri installeres korrekt.

Blandt andet er det vigtigt, at varmetabet fra varmepumpe, rør og beholdere begrænses mest muligt. Det kan sikres med den planlagte præfabrikation af installationerne og med en god rørføring, som skaber mindst mulig risiko for uønsket selvcirkulation med store varmetab til følge. Derudover er det vigtigt, at der bliver plads til at foretage en omhyggelig isolering af rør, beholdere og tekniske installationer i skuret.

Skurets udformning og isolering bør tilpasses størrelsen af anlæggets komponenter. Skurets vægge bør være rimeligt lyd- og varmeisolerede. Fastgørelse af udstyr i den nærmeste lejligheds ydervæg bør undgås for at minimere lydgener.

Rørene fra skuret til de enkelte lejligheder placeres på loftet. For at sikre en god flowfordeling bør disse rør have en tilstrækkelig stor dimension med et lavt tryktab. Passende strengreguleringsventiler bør anvendes for hver lejlighed i rørene til rumopvarmning og til varmt brugsvand, hvis varmtvandssystemet forsynes med en cirkulationsledning. Strengreguleringsventilerne bør ikke kunne efterjusteres af beboerne, men udelukkende af en bemyndiget person. Det er vigtigt, at rørene isoleres omhyggeligt, og at der er mulighed for en god udluftning. Rørføringen bør også sikre, at der er mulighed for udluftning, hvis der senere er behov for ændring af anlægget. Installationen af rørene på loftet bør tage hensyn til varmeudvidelse for rørene. Rørophængning og gennemføringer mellem lejligheder bør derfor tillade fleksibilitet. Derudover bør der ved rørgennemføringer mellem lejligheder tages hensyn til brandsikkerhed, og det bør sikres, at varmeudvidelserne ikke giver lydgener, og at lydtransport mellem lejligheder i det hele taget er mindst mulig.

For at eliminere problemer med fugt/skimmelsvamp anbefales anvendelse af et fast undertag. Det nye tag under solcellemodulerne og PVT-modulerne kan være et helt regntæt separat stålpladetag. Eventuelt kan et trætag med tagpap overvejes, hvis tagpappet har tilstrækkelig levetid. Solcellemodulerne og PVT-modulerne bør fastgøres i specielle metalstativer eller med specielle tagbeslag beregnet til modulerne, så de kan modstå vindlasten. På den måde kan modulerne også hurtigt udskiftes hvis der opstår fejl. Det er vigtigt, at installationen af modulerne bliver helt plan for at forhindre at der opbygges spændinger i glasset med efterfølgende risiko for revnedannelse. Kondensfugt direkte under PVT-modulerne er meget almindeligt i perioder med lave driftstemperaturer i varmepumpens kolde væskekreds. Træ under PVT-modulerne bør derfor undgås for at forhindre fugtskader. Tagspær kan dog være af træ under det nye tag.

Der bør være en ansvarlig byggeledelse, og det bør af projektmateriale fremgå, at der er mulighed for at kassere installationsarbejdet, hvis det ikke er i orden. Det bør også af projektmateriale fremgå, hvordan beboerne sikres mod eventuelle komponentfejl og installationsfejl, for eksempel i form af en serviceaftale.

I beregningerne er der ikke taget højde for fremtidige prisstigninger for el og naturgas. Det giver en vis ekstra fordel for de foreslåede PVT-E anlæg. Erfaringer med hensyn til levetid for PV-moduler af god kvalitet er også gode. Levetiderne for modulerne forventes at være længere end 30 år, hvilket er betydeligt længere end tilbagebetalingstiden for anlæggene. Der er i den økonomiske beregning forudsat en rimelig udskiftningstakt for de andre dele af anlægget.

Sammenfattende konkluderes det, at driftsøkonomien for de foreslåede PVT-E anlæg er udmærket sammenlignet med en alternativ løsning bestående af udskiftning af naturgaskedlerne og en traditionel renovering af tagkonstruktionerne.

Referencer

BIPVT-E anlæg til Stengården afd. 8. Dispositionsforslag. COWI, KAB. April 2019.

Bilag 1. DTUs spørgsmål og kommentarer til dispositionsforslaget samt COWIs svar

Specifikke spørgsmål vedrørende dispositionsforslag

Side 12: Figur 1-5: Enhed for y-axe mangler.

Side 28: varmekonsum 298.494 kWh/år svarer til 6942 kWh/år pr. bolig. Meget lavt?

Det er baseret på oplysninger fra beboere, dels data for året før, dels indsamlet i en periode i 2019 ved direkte aflæsning af alle gasmålere. Det anførte forbrug er inklusiv varmt brugsvand. Dette tydeliggøres i en revideret udgave. Se i øvrigt vedlagte Excel med beregninger af forbrug. Her fremgår varmekonsumet forinden i sheet "varme forbrug". Dette er omregnet til varme med en brændværdi på 10,3 kWh/m³ gas og en fyringsnyttsevirkning på 70%.

0,97 kr./kWh synes meget høj for naturgas?

Forbruget, der indgår i beregningerne, er omregnet til et varmekonsum i kWh ved at gange med fyringsnyttsevirkningen på 0,7 og brændværdien 10,3. Gasprisen skal derfor så divideres med 0,7.

Hvordan fås elproduktionen på **564.800 kWh/år**? Svarer til 149 kWh/m²?

Det er beregnet med PVT-BAT og kontrolleret med andre beregninger.

Hvordan fås samlet elforbrug på **209.864 kWh/år**?

Se vedlagte Excel. Det bygger også på oplysninger fra et antal beboere om deres forbrug.

Hvorfra kommer 0,31 kr./kWh?

Netrådhedstariff se for eksempel <https://www.danskesolcelleejere.dk/danske-solcelleejere/raadighedstariffer/>

Side 32, figur 5-3: 2019 er fejlagtigt angivet i stedet for 2018

Skemaer til sidst i rapporten: Er det bilag C?

Hvad er/hvorfra kommer størrelserne for 1 b, 1c, 1 d, 1 k, 2 c, 2 f?

Bilag C er tabellen med overskriften "Stengården 43 anlæg".

Installeret effekt i tabellen bilag C skal være kWp ikke kW

Tabellen i bilag C, udskrift fra PVT-BAT er ikke retvisende med hensyn til investeringer. Investeringer er indsat som en samlet investering der er taget fra ydelsesark fra LBF. Der er derfor ingen opdeling på solceller, batteri mv. Tallene 300 kr for PV og 100 kr. for PVT er arbitrære, og der skal ses bort fra dem.

Følgende graf viser fremløbs og returtemperaturer. Afkølingen er ret lav svarende til en-strengsanlæg.

Generelle spørgsmål til forslaget:

Information om hældning og orientering af PVT-modularealer og PV-modularealer savnes.

Er ydelserne af PV-modulerne/PVT-modulerne med de rigtige orienteringer og hældninger beregnet med simuleringprogram?

Der er her foretaget en tilnærmelse, idet PVT-BAT (endnu ikke) kan regne med nordvendt placering. Beregningerne er så sammenlignet med andre beregninger som kan.

Kobles PVT-modulerne kun til den kolde tank?

Ja, beregninger viser, at det giver så lidt at udnytte solvarme direkte, at det nok er bedre at simplificere anlægget.

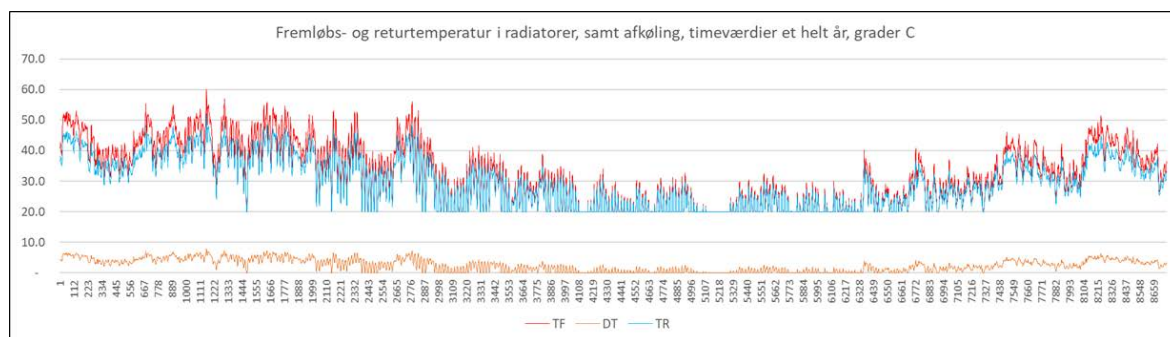
Varmepumpens COP værdi for hele året er 4,6. Er det bestemt med en simulering? Meget højere end for pilotanlægget. Hvilken indendørstemperatur er forudsat? Hvilke temperaturer er forudsat for radiatoranlæggene og for varmtvandstemperaturen for brugsvand? Hvor store varmetab regnes der med, både fra rør, beholdere og tekniske installationer?

Ja, det er bestemt ved en simulering med en tabellagt sammenhæng mellem elforbrug og leveret varme for varmepumpen som funktion af temperaturen på den varme og den kolde side af varmepumpen. Fremløbstemperaturen beregnes som en funktion af udetemperaturen. Når den er højere end i pilotanlægget, skyldes det delvist, at der i pilotanlægget er brugt en højere fremløbstemperatur, og at der her er mange varmetab. Det kan dog også skyldes, at beregninger ikke i tilstrækkelig grad tager højde for tab.

En supplerende følsomhedsberegning viser følgende, svarende til tabel 5-1 i rapporten. Det fremgår, at selv ved en øgning af elforbruget til varmepumpen på 50% falder det årlige overskud "kun" til 261.000 kr. COP falder fra 4,5 til 3.1.

Variation	Reference	Ny værdi	Årligt overskud
Reference			313,900
Solcelleeffektivitet, W/m ²	190	140	276,000
Salgspris for el, kr./kWh	0.20	0	233,800
Salgspris for el, kr./kWh	0.20	0.30	355,800
Elforbrug til husholdning, kWh pr. år pr	3100	3410	328,300
Elforbrug til husholdning, kWh pr. år pr	3100	2818	299,800
Elpris køb, kr./kWh	2.09	2.51	356,200
Elpris køb, kr./kWh	2.09	1.74	278,700

Varmepumpe elforbrug	1	1.50	261,200
----------------------	---	------	---------



Hvordan styres flowfordelingen mellem husenes radiatoranlæg?

Der er tale om enstrengsanlæg. I fuldskalaanlægget kobles boligerne i parallel. Der skal lægges vægt på en korrekt flowfordeling mellem boligerne.

Er priserne for PV og PVT per kWp og per m² inkl montage?

Fremgår af vedlagte.

Hvad er prisen for tagrenovering med og uden PV + PVT?

Fremgår af vedlagte

Hvordan ser tagkonstruktionen med PV + PVT mere eksakt ud?

Der er regnet med fast undertag og alle PV og PVT monteret uden på dette.

Kan alle 43 boliger have et fælles el abonnement og spare faste afgifter?

Som udgangspunkt regnes med 9 anlæg med 9 batterier med afregning til elhandler, idet der er 9 tilslutningspunkter. Hvis muligt ændres det til 1 afregningspunkt og 1 batteri.

Er der pris-/ydelsesgarantier for beboerne?

Det indgår ikke på nuværende tidspunkt.

Hvad er pris og økonomi for batterierne? Hvilken levetid regnes der med for batterierne?

Se vedlagte.

Hvem er ansvarlig for smart styring? Hvem giver service og opdateringer? Hvad koster det?

Enten DTU Compute eller batterileverandør.

Kan man starte med at færdiggøre et anlæg ad gangen, eller bliver alle 9 anlæg opført samtidigt?

Op til entreprenøren. Der vil i videst mulig omfang blive monteret på værksted, især med VVS delen.

Er fremtidige øgede energipriser med i beregningerne?

Der er en parametervariation i rapporten.

Er der boliger med brændeovne?

Nej

En del nye PV-invertere er forberedt for også at kobles til batteridrift.

Der er forudsat separat inverter til PV og til batteri.

Udgiftsposter til Stengårdens langtidspol (2020-2035)											
Budgetpost	Referencen	BIPVT-E	Nuv. langtidspol	Noter							
Inverter-udskiftning			350.000								
Batteri			500.000								
Serviceaftaler			480000								
Måler-udskiftning I (teknik-skure)			18000								
Måler-udskiftning II (varmtvand + varme)			64500								
Måler-udskiftning III (elbimåler)			43000								
Nye varmepumper i 2040			720000							Forholdsmæssig opsparing til investering senere end langtidspol	
Nye gasfy	1290000										
Serviceaftale	86000										
Gasfy-reparation og -service								86.000			
Reparation af tagreuder								15.000			
Reparation af tag								50.000			
I alt	kr. 1.376.000		2.175.500								
Beløb pr. år	kr. 86.000	kr. 135.969						151.000			

Bilag 3. Naturgasforbrug, elforbrug, varmemeforbrug og udelufttemperatur

Gas og elforbrug - data fra beboere indsamlet januar 2019

A				B				C				D			
A	B	C	D	6B	6A	4B	4A	2B	2A	3B	3A	5B	5A	7	9
				1800		3384				1566		2200			2168
				1000		1144				737		541			994
				2		4				1		1			4

C				D			
C	18			D	D	C	C
				36	38	40	42
				5500	7866		2840
				2014	958		1196
				3	4		4

B				C			
B	11			C	C	C	C
				35	33	31	29
				1828			
				3254			

B				C			
B	19			C	C	C	C
				35	33	31	29
				1828			
				3254			

B				C			
B	21	3150	1100	C	C	C	C
				35	33	31	29
				1828			
				3254			

B				C			
B	23	2614	612	C	C	C	C
				35	33	31	29
				1828			
				3254			

B				C			
B	25			C	C	C	C
				35	33	31	29
				1828			
				3254			

Elpris			
Elpris	gaspris	gaspris	nettet
2.38	6.77	6.85	7.7
beregnet ud fra deres regninger			
regning derfra inkl. Moms			
gasprisuden dk fast pris			
do variabel minimum			

		antal		gennem		43 huse	
		snit		snit		snit	
Samlet elforbrug		56.016	kWh	18	3.112	3.112	133.815
samlet gasforbrug		21.413	m³	20	1.071	9.636	414.342

1) Brændværdi 10.3 kWh/m³ nyttevirkning 90%

Legend

C Husstype - se tegning til højre

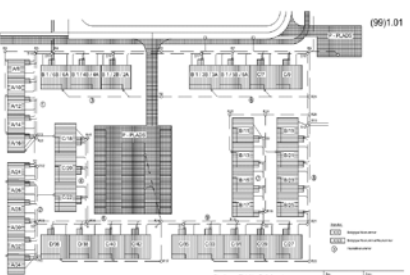
35 Husnummer - se tegning til højre

1828 Årligt elforbrug i kWh - oplyst

3254 Årligt gasforbrug i m³ - oplyst

Antal beboere - børn + voksne

Gul angiver at tallet synes forkert



99) 01

99) 01

Beregning på en blok med 5 huse

Forbrug pr. bolig		i alt	
Elforbrug	3100	15500	
gas	1000	5000	m³
årsnyttvirkning	0,8		antalet
fyling	10	Wh/m²	
Varmefbr.	40000	kWh	
Her til varmt vand	10000	kWh	anslået
Varme	30000	kWh	beregnet

Gas og elforbrug - data fra beboere indsamlet januar 2019

A	8	3400		1
A	10			
A	12	1836	483	1
A	14	6227	830	2
A	16	3050	1300	1

A	24			
A	26	3100		
A	28			
A	30		534	1
A	32	3092	1184	2
A	34	?	715	2

B1	B1	B1			
6B	6A	4B	4A	2B	2A
	1800		3384		
			1144		
		2	4		

C	18			
C	20			
C	22	2852	1175	2

D	D	C	C
36	38	40	42
5500	7866		2840
2014	958		1196
3	4		4

B1	B1	C	D		
3B	3A	5B	5A	7	9
	1672	1566	2200		2168
		737	541		994
	1	1	1		4

B	11			
B	13	2161	909	
B	15			
B	17	1708	733	1

B	19			
B	21	3150	1100	
B	23	2614	612	1
B	25			

C	C	C	C	C
35	33	31	29	27
1828				
3254				

Elpris 2.38 *beregnet ud fra deres regninger*
 gaspris 6.77
 gaspris 6.85 *regning derfra inkl. Moms*
 nettet 7.7 *gasprisguiden dk fast pris*
 7 *do variabel minimum*

		antal	gennem snit	kWh 1)	43 huse
Samlet elforbrug	64.014	kWh	21	3.048	131.076
Samlet gasforbrug	21.413	m ³	20	1.071	7.495
					322.266

1) Brændværdi 10.3 kWh/m³ nyttevirkning 90%

Legend

C	C	Hustype - se tegning til højre
35	33	Husnummer - se tegning til højre
1828		Arligt elforbrug i kWh - oplyst
3254		Arligt gasforbrug i m ³ - oplyst
		Antal beboere - børn + voksne

Gul angiver at tallet synes forkert



Beregning på en blok med 5 huse

Forbrug pr. bolig	i alt		
Elforbrug	3100	15500	
gas	1000	5000	m ³
årsnyttevirkning	0,8	antaget	
fyring	10	Wh/m ³	
Varmebr.	40000	kWh	
Her til varmt vand	10000	kWh	anslået
Varme	30000	kWh	beregnet

