

Fleksibel anvendelse af strøm fra solceller i Mollerup Golf Club (FASS)

Slutrapport fra et ELFORSK-demonstrationsprojekt.

Indhold:

1.1 Projektets titel, projektnummer og slutdato.....	1
1.2 Projektets formål.....	2
Projektets mål, kort beskrevet	2
1.3 Resume af projektets proces, anvendt metode og opnåede resultater	2
1.4 English Summary	3
1.5 Konklusion af projektets resultater	3
1.5.1 Projektets mål.....	3
1.5.2 Historik - overblik	3
1.5.3 Batteridrift.....	4
1.5.4 Rentabilitet	4
1.5.5 Resultater	5
1.6 Perspektivering og den videre anvendelse af resultaterne.....	5
1.6.1 Roadmap til energibesparelser i en golfklub. Erfaringer og perspektiver (benchmark)	5
1.6.2 Generelle resultater	7
1.6.3 Projektets konklusioner og perspektiver.....	8
1.7 Oversigt over gennemførte formidlingsaktiviteter i projektperioden	8
1.8 Bilag	9
Bilag 1: Pressemeddelelse/historie om FASS-projektet	9
Batterier, buggies, golf og en grønnere verden... Hvad er sammenhængen?	9

1.1 Projektets titel, projektnummer og slutdato

Projektets titel	Fleksibel anvendelse af strøm fra solceller i Mollerup Golf Club (FASS)
Projekttype	Demonstrationsprojekt Indsatsområde: bygninger)
Programnavn	ELFORSK-projekt 351-066
Projektansvarlig virksomhed	Mollerup Golf Club, Mollerupvej 7, 8240 Risskov.
Projekt partnere	VisBlue
CVR	16460400
Afslutningsdato	30. juni 2021

1.2 Projektets formål

Projektets mål, kort beskrevet

Konkret ønsker vi at installere et solcelleanlæg og et Vanadium Redox Flow-batteri (VRFB).

- 1) Formålet er at reducere køb af strøm og i videst muligt omfang kun anvende egenproduceret grøn strøm fra solceller.
- 2) At teste og demonstrere værdien af fleksibel anvendelse af grøn strøm vha. VRFB-teknologien.

Med dette set-up har Mollerup Golf Club således fokus på optimal energiledelse, energioptimering og omkostningseffektivisering til gavn for klubben og samfundet.

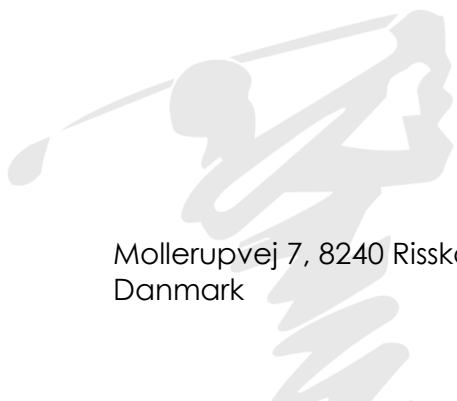
1.3 Resume af projektets proces, anvendt metode og opnåede resultater

FASS projektet (Fleksibel anvendelse af strøm fra solceller i Mollerup Golf Club) har overordnet til formål at nedbringe køb af strøm til klubhuset ved i videst muligt omfang at anvende egenproduceret grøn strøm fra solceller. Klubben har et elforbrug i aften- og nattetimer, som gør en batteriløsning interessant.

Solcelleanlæg og batteri er taget i brug i juni 2020. Der er efterfølgende løbende foretaget målinger af solcelleanlæggets produktion, hvor meget strøm, der anvendes direkte fra solcelleanlægget, hvor meget strøm, der lagres på batteriet og hvor meget strøm, der bruges fra batteriet. Målingerne kan ikke umiddelbart sammenlignes med tidligere års strømforbrug, da klubhuset i lange perioder har været nedlukket pga. Corona situationen.

Projektets resultater, kort beskrevet:

- 1) Mollerup Golf Club har i perioden 1-7-2020 til 30-6-2021 **købt 54.687 kWh strøm**. Data afspejler ikke et normalt årligt forbrug, da klubhuset i lange perioder har været nedlukket pga. Corona.
- 2) Mollerup Golf Club har i perioden 1-7-2020 til 30-6-2021 **anvendt 28.094 kWh egenproduceret grøn strøm**.
- 3) Mollerup Golf Club har i perioden 1-7-2020 til 30-6-2021 **anvendt 3.483 kWh egenproduceret grøn strøm – lagret i batteriet**.



1.4 English Summary

The FASS project (Flexible use of electricity from solar cells in Mollerup Golf Club) has the overall purpose of reducing the clubhouse's purchase of electricity by using as much of the electricity from the club's solar panels as possible. A great part of the electricity consumption is placed in the evening/night, which makes a battery solution interesting.

The project is supported by ELFORSK with DKK 210,000. VisBlue is a partner in the project and has until 1.3.2021 made a battery available for the project, which was completed in the period 1.1.2020 to 30.6.2021.

In March, the board of Mollerup Golf Club decided to acquire the battery permanently and to expand the solar panels. The club's board has thus stated that they are satisfied with the results achieved on the given terms.

1.5 Konklusion af projektets resultater

1.5.1 Projektets mål

'Projektet vil nedbringe køb af strøm og demonstrere fleksibel anvendelse af strøm fra solceller. Mollerup Golf Club har et årligt elforbrug i klubhuset på ca. 250.000 kr., hvilket primært skyldes jordvarmeanlæg, køkken, opladning af ca. 30 buggies, samt medlemmernes adfærd. Klubben har som sin politik at arbejde for bæredygtighed, herunder at støtte bestræbelserne for FN's 17 verdensmål. Ligeledes ønsker klubben at støtte Aarhus Kommunes politik med at være CO2 neutral i 2030. Som en del af den grønne dagsorden ønsker Mollerup Golf Club derfor at etablere solceller. En væsentlig del af forbruget – ikke mindst opladning af buggies – ligger imidlertid på tidspunkter, hvor solceller ikke producerer strøm. Der er derfor behov for at lagre strømmen til anvendelse i aften- og nattetimerne (opladning af buggies mv.) Kombinationen af solceller og batteriteknologi er derfor de bærende elementer i projektet. Udnyttelsesgraden af den producerede strøm forventes at blive 75%.' (Projektansøgningen fra november 2019).

1.5.2 Historik - overblik

- December 2019. ELFORSK bevilger projektet, projektperiode: 01-01-2020 – 31-3-2021.
- Juni 2020: Solceller og batteri opstilles. Begge dele ca. 3 mdr. forsinket pga. Corona. FASS-projektet indleder det praktiske arbejde ultimo juni 2020.
- Corona: Såvel 2020 som 2021 har aktivitetsmæssigt været meget påvirket af Corona situationen, eksempelvis har klubhuset har været helt lukket i flere måneder. Dette vanskeliggør arbejdet med at skaffe valide data.
- 24. marts 2021: Projektet forlænges (pga. Corona) til 30-6-2021.
- Ultimo marts 2021: Mollerup Golf Club beslutter at anskaffe batteriet permanent og at udvide solcelleanlægget.

1.5.3 Batteridrift

Det tekniske set up er således, at solceller og batteri leverer strøm til klubaktiviteterne i klubhuset (jordvarme, belysning, opladning af buggies mv.), men ikke til køkkenet (som har fået egen hovedmåler).

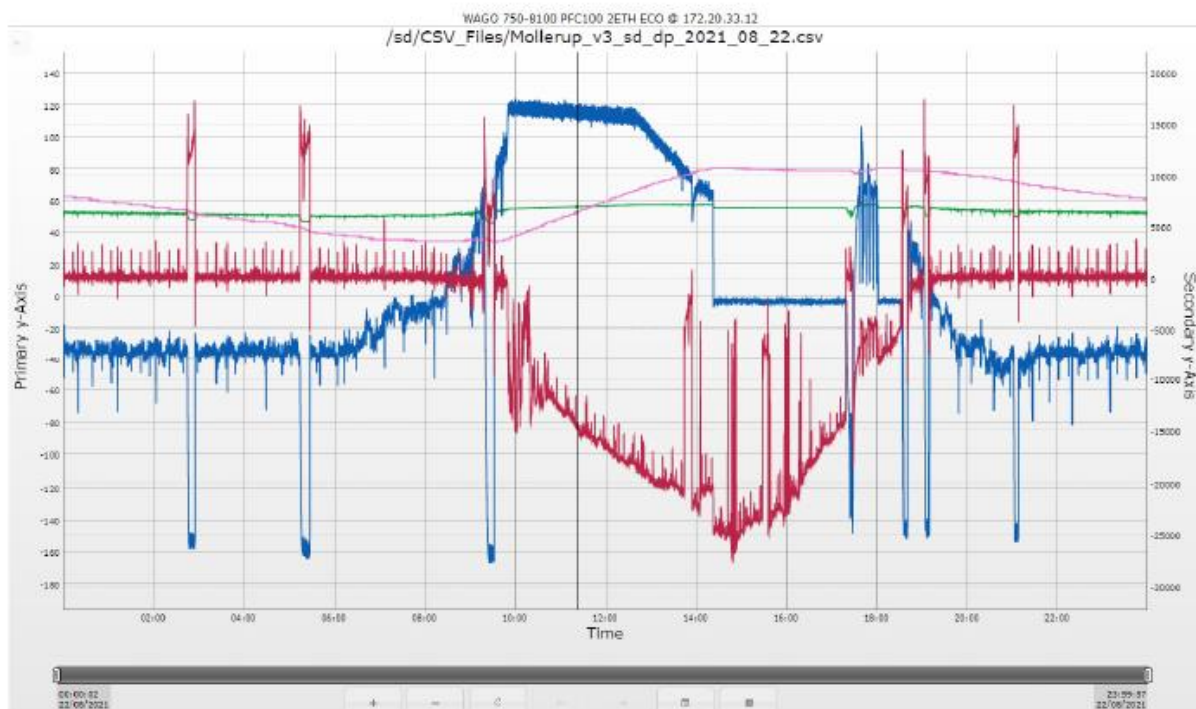
Der er løbende gennem projektet blevet lavet justeringer til styrings software for at få mest mulig ud af overskuds energien.

Nedenstående 'screen shot' viser typisk batteri drift efter energi meter fra d. 23 August 2021.

Her ses det, at batteriet får energi meteret til at 'gå i nul' om natten dvs. batteriet forsyner bygningen med strøm og der bruges ikke strøm fra det offentlige net. Om dagen oplader batteriet og forsøger at 'høste' så meget af overskuds solenergien som muligt. Her ses det, at der i perioder er for meget overskuds energi, hvor batteriet går mod maksimal effekt grænse.

Om natten ses en base effekt på omkring 1,5kWac og periodisk max belastning på 7kWac, som batteriet leverer. Typisk er batteriet ikke helt afladt ved solopgang, ca. 35% SOC. Men det vil ændre sig, når vi går mod efteråret og natten - og dermed afladningen - bliver længere.

Figur # 1: Typisk batteridrift



1.5.4 Rentabilitet

2020 og 2021 har – grundet Corona situationen - været atypiske hvad angår aktiviteter i klubhuset, hvorfor beregningerne på basis af 2020 og 2021 ikke vil give et retvisende billede af et normalt forbrug.

Det anslås af Visblue – på baggrund af tal fra 2020 -, at batteriet kan give en årlig besparelse på klubstrøm på ca. 2.000 kWh., svarende til ca. 4.500 kr. Såfremt det bliver muligt at tilkoble køkkenet, er overslaget følgende årlige besparelse: 4000 kWh, svarende til ca. 9.000 kr.

Beregningerne bygger på forbrugstal fra 2020 (atypiske) og på strømproduktion fra nuværende solcelleanlæg. En udvidelse af solcelleanlægget og normalt forbrug i klubhuset vil derfor forbedre rentabiliteten.

1.5.5 Resultater

Projektets resultater kan opgøres som svar på 5 overordnede spørgsmål:

- 1) Hvor meget strøm har vi produceret på solcelleanlægget (grøn strøm)?
- 2) Hvor meget af denne strøm har vi anvendt direkte (grøn strøm)?
- 3) Hvor meget har vi lagret på batteriet (grøn strøm fleksibel anvendelse)?
- 4) Hvor meget har vi anvendt fra batteriet (grøn strøm fleksibel anvendelse)?
- 5) Hvad er besparelsen i kWh?

Projektets resultater kan opgøres, som illustreret i tabel 1. Det bemærkes, at projektåret ikke afspejler valide tal, da klubhuset i lange perioder har været lukket pga. Corona.

Tabel # 1 Strømforbrug og andel af grøn strøm, kWh

	2. halvår 2020	1. halvår 2021
Afregnet til elselskab	21.885	32.802
Solceller: produktion	17.048	12.252
Solceller: direkte forbrug	14.320	10.291
Solceller: lagret på batteri	1.899	4.261
Batteri: forbrugt fra batteri	950	2.533
Samlet forbrug	37.155	45.626
Grøn strøm – samlet	15.270	12.824
Grøn strøm – % andel	41 %	28 %

Batteriets kapacitet udnyttes ikke optimalt, idet solcelleanlægget ikke er stort nok til at producere tilstrækkeligt med strøm til batteriet. Mollerup Golf Club har derfor besluttet at udvide solcelleanlægget, hvilket er sket efter projektperiodens udløb.

1.6 Perspektivering og den videre anvendelse af resultaterne

1.6.1 Roadmap til energibesparelser i en golfklub. Erfaringer og perspektiver (benchmark)

Benchmark analysen skal bidrage til at belyse, hvorledes 'samspillet mellem vedvarende energi - i dette tilfælde solceller og batterier – vil være med til at omkostningseffektivisere bygningens

forbrug.' Med andre ord: hvorledes den fleksible anvendelse giver størst mulig energibesparelse og dermed rentabilitet. Den fleksible anvendelse af strøm fra solceller har to vinkler:

- a) Man kan undersøge, om det er muligt at flytte mest muligt af strømforbruget til dagtimerne, når solcelleanlægget producerer.
- b) Eller man kan 'flytte strømproduktionen' ved at lagre overskydende strøm på et batteri.

Projektets partnere har i projektet gjort en række erfaringer vedr. energibesparelse i en golfklub. Erfaringerne bygger på interne analyser i golfklubben og erfaringsopsamling fra lignende cases og perspektiverne retter sig derfor primært mod andre golfklubber, men kan også nyttiggøres af andre virksomheder med en lignende profil.

En driftsøkonomisk kalkule skal afveje prisen på købt strøm ift. mulig besparelse ved solcelleanlæg og batteri. Det er derfor ikke realistisk at opstille en præcis formel, men man skal – før man investerer – sikre sig valide data for bl.a. følgende:

- 1) Hvad er strømforbruget før investering?
- 2) Hvor meget af strømforbruget ligger i aften- og nattetimerne?
- 3) Er der forbrug, der med fordel kan flyttes?
- 4) Hvad er forventet andel af egenproduceret strøm efter investering?
- 5) Hvad er return-on-investment?

Erfaringerne kan sammenfattes i følgende hovedpunkter.

Samlet forbrug og forbrug på timebasis

Hvor stort er strømforbruget uden for solcelleanlæggets produktionstid? En batteriløsning kan være interessant som supplement til et solcelleanlæg, såfremt en væsentlig del af klubbens strømforbrug ligger udenfor dagtimerne. Start derfor med en analyse time for time af strømforbruget.

Kan forbrug flyttes?

Er der forbrug, som med fordel kan flyttes til aften- og nattetimer? En golfklubs aktiviteter (= afledt strømforbrug) er præget af vekslende aktiviteter, der kun til en vis grad er styrbare. Konkret drejer det sig eksempelvis om opladning af buggies. Mollerup Golf Clubs medlemmer har 25 buggies opstaldet og klubben råder selv over 4 buggies. Disse kører typisk i dagtimerne og bliver sat til opladning sidst på dagen, når solcelleanlæggets produktion er for nedadgående. En batteriløsning er derfor en oplagt mulighed til at energioptimere denne del af strømforbruget.

Forventet andel af egenproduceret strøm.

Hvor stort et solcelleanlæg kræves for at en batteriløsning kan fungere optimalt? Da det ikke længere er rentabelt at sælge overskudsproduktion til elselskabet, er der som forbruger ikke incitament til at opstille større solcelleanlæg, end produktionen kan bruges i dagtimerne. Overkapacitet er ikke rentabel, med mindre overskudsstrømmen kan lagres og anvendes efter solnedgang. Det er derfor vigtigt at analysere, hvad det forventede forbrug er i dagtimerne (direkte forbrug).

Rentabiliteten i en batteriløsning forudsætter, at solcelleanlægget kan producere tilstrækkeligt til, at batteriet er (fuldt) opladet.

1.6.2 Generelle resultater

FASS-projektet har resulteret i en række 'findings', hvoraf følgende 4 kan have generel interesse.

Finding # 1: Dimensionering af solcelleanlæg (kapacitet) ift. behov

Ved FASS projektets start stod det klart, at det planlagte solcelleanlægs kapacitet (formentlig) var for lille til at skabe den nødvendige overskudsproduktion til lagring på batteriet. For at undgå en lang udbudsproces valgte Mollerup Golf Club at starte med det planlagte anlæg. Anlægget er blevet udvidet i juli 2021.

Det kan konkluderes, at det er vigtigt at regne på forbrug i dagtimer og aften timer før kapacitet fastlægges.

Finding # 2: 75 % besparelse nås ikke

Ved projektstart var det estimeret, at der ideelt set kunne opnås en besparelse på op til 75 %. Dette forudsatte, at klubbens samlede forbrug indgik i projektet og at kapaciteten (solcelleanlæggets størrelse) var til stede.

Som det fremgår andetsteds i rapporten, har køkkenet fået egen hovedmåler, hvorfor ca. 1/3 af det oprindelige forbrug udgår og nu afregnes som processtrøm. Projektet har undersøgt, hvorvidt det var muligt at tilkoble anlægget til mere end en hovedmåler, men resultatet er negativt.

Vores konklusion er, at ønsker man politisk en større overgang til grøn strøm, bør denne forhindring fjernes.

Finding # 3: Effektivitet og juridiske udfordringer

FASS-ansøgningen er alene baseret på strømforbruget i Mollerup Golf Clubs klubhus. Klubben har imidlertid også en greenkeepergård, som er beliggende ca. 80 meter fra hovedbygningen. Greenkeepergården ligger på en anden matrikel og har egen hovedmåler. I projektet har vi undersøgt, hvorvidt det var muligt at inddrage greenkeepergården. Det har vist sig ikke at være muligt, da vi ikke har lov at eksportere strøm fra vores egen matrikel.

Vores konklusion er, at ønsker man politisk en større overgang til grøn strøm, bør denne forhindring fjernes.

Finding # 4: Bæredygtighedsregnskab (CO2 besparelse)

Mollerup Golf Club har opnået kommunalt tilskud til anskaffelse af såvel solcelleanlæg som batteri. Uden disse tilskud ville det ikke have været muligt for klubben at gennemføre projektet. Det er således et godt samarbejde mellem kommunale myndigheder og private aktører, som har banet vej for et mere bæredygtigt energiforbrug. Aarhus Kommune har en målsætning om at være CO2 neutral i 2030 og ser projektet som et godt bidrag fra idrætslivet til denne strategi.

1.6.3 Projektets konklusioner og perspektiver

FASS projektet er gennemført i perioden 1.1.2020 til 30.6.2021. Coronasituationen har påvirket projektet markant, idet klubhuset har været nedlukket i godt 1/3 af denne periode. Det er derfor ikke muligt at skaffe valide tal på 'den grønne gevinst' ift. et normalt forbrug.

Det må konstateres, at klubben ikke kan opnå den fulde gevinst af solceller og batteri pga lovgivning og bestemmelser. Klubben ville kunne opnå større grønne fordele

- Hvis det var muligt at koble solceller og batteri til mere end én hovedmåler (køkkenet er udskilt med særlig hovedmåler)
- Hvis det var muligt at eksportere den grønne strøm til en anden matrikel, stadig med samme ejer. Klubbens greenkeepergård ligger på en anden matrikel.

Vi finder, der er behov for ændringer på disse punkter, hvis de grønne teknologier skal blive mere rentable.

Klubbens bestyrelse har i marts 2021 besluttet at anskaffe batteriet permanent og at udvide solcelleanlægget, så produktionen bedre passer til batteriets behov. Denne beslutning udtrykker således bestyrelsens tilfredshed med de opnåede resultater på de givne vilkår.

FASS-projektet har derudover bidraget til et mere fokuseret sigte på grøn omstilling i Mollerup Golf Club, idet klubben som konsekvens af projektet overvejer solceller/batteriløsning på greenkeepergården. Ved udskiftning af greenkeepernes maskiner vil det fremover blive prioriteret, at disse er batteridrevne. Mollerup Golf Club arbejder desuden med planer om en ny hal til bl.a. greenkeeperne. I dette projekt udgør erfaringerne fra FASS et naturligt arbejdsgrundlag. Overordnet kan det således konstateres, at Mollerup Golf Club er godt i gang med omstilling til grøn strøm. Klubben håber dermed at bidrage til øget fokus på den grønne dagsorden i danske golfklubber.

1.7 Oversigt over gennemførte formidlingsaktiviteter i projektperioden

Der er udsendt pressemeddelelse (se bilag 1) ved modtagelse af bevillingen, hvilket bl.a. har resulteret i omtale i **Golf.dk**. (<https://golf.dk/danske-klubber/solceller-pa-taget-skal-give-gronnere-buggykorsel?id=9675>). Derudover har der været presseomtale i følgende medier:

1. Energiforskning.dk (<https://energiforskning.dk/projekter/fleksibel-anvendelse-stroem-fra-solceller-mollerup-golf-club>)
2. Energy Supply (<https://www.energy-supply.dk/article/view/698771/mollerup-golf-club-tester-solceller-og-batterier-til-lagring-af-strom>)
3. Electronic Supply (<https://www.electronic-supply.dk/article/view/726560/visblues-batteri-anlaeg-havde-premiere-i-golfklub>)
4. TV2 Østjylland (<https://www.tv2ostjylland.dk/aarhus/kaempe-batterier-i-kaelderren-goer-golfklub-groennere>).

Der er lavet fyldig omtale af projektet på Mollerup Golf Clubs hjemmeside og nyhedsbrev til medlemmerne.

Der er afholdt indvielsesreception d. 30. juni 2020 med deltagelse bl.a. af to rådmænd. Desuden deltog flere byrådsmedlemmer. TV2Ost sendte direkte fra Mollerup Golf Club.

Der er etableret 'live rapportering' af produktionen af grøn strøm til monitorerne i klubbens ankomstområde.

En række grupper og enkeltpersoner har fået forevist anlægget.

1.8 Bilag

Bilag 1: Pressemeddelelse/historie om FASS-projektet

Batterier, buggies, golf og en grønnere verden... Hvad er sammenhængen?

Hvordan minimerer man køb af strøm, samtidig med at man mere effektivt, fleksibelt og i højere grad anvender strømmen fra egne solceller? Solceller og energilagring, i samspil med elektriske køretøjer, er måske en af de løsninger, vi skal kigge mere på for at komme i mål med ønsket om at gøre fremtidens bygninger grønnere og mere intelligente. Altså den strøm, vi bruger i vores dagligdag, skal løbende skiftes ud med strøm genereret fra vedvarende energi, der skal være med til at sikre en langt mere energieffektiv bygningsdrift.

Det er netop denne synergi, projektet "fleksibel anvendelse af strøm fra solceller i Mollerup Golf Club" (FASS) vil undersøge. Selve projektet, der netop er blevet godkendt og tildelt støtte fra Dansk Energis forsknings- og udviklingspulje ELFORSK, er udarbejdet af Mollerup Golf Club og den aarhusianske batteriproducent VisBlue, der specialiserer sig i redox flow batterier.

Formålet med FASS-projektet er at installere solceller på Mollerup Golf Clubs tag og derefter optimere udnyttelsesraten af disse, ved helt konkret at installere et redox flow batteri til lagring af den grønne strøm. Grøn strøm der lagres til senere brug, om natten og når solen ikke skinner, vil gøre det muligt for golfklubben at reducere (og måske endda eliminere!) deres køb af strøm fra elnettet. På denne måde anvendes så meget som muligt af den strøm, klubben selv producerer fra egne solceller og det overskydende lagres på deres batteri. Dette er klart den mest effektive måde at bruge sin grønne strøm på, når strømforbruget også strækker sig ud på de timer af døgnnet, der ikke ser dagens lys. Simpelt forklaret, har projektet til hensigt at effektivisere klubbens forbrug og gøre denne mere intelligent og bæredygtig.

Kombination af solceller og batteri er det bærende i FASS-projektet, hvor man forventer at samspillet mellem disse faktorer, vil få udnyttelsesgraden af egenproduceret strøm til at stige til 75%. Batteriinstallationen skulle også gerne kunne mærkes på Mollerup Golf Clubs elregning. Her vil monitoreringen af den strøm, der bruges til klubbens jordvarmeanlæg, køkken, sprinkleranlæg, opladning af buggies, mm. betyde en langt lavere elregning.

Projektet om at øge udnyttelsesraten af grøn energi ved brug af batteriteknologi er nytænkning indenfor den danske golfbranche. Både Mollerup Golf Club og VisBlue håber på, at projektet vil kunne inspirere, ikke kun i golfbranchen, men også i andre brancher, hvor energieffektivisering er en stigende nødvendighed.

“Golfspporten kan aktivt bidrage til at reducere virkningerne af klimaforandringerne ved anvendelse af vedvarende energi. Med FASS-projektet forventer Mollerup Golf Club både en miljøgevinst og en økonomisk gevinst. Det er rigtigt fint, hvis vi kan støtte Aarhus Kommune med at blive CO2 neutral. Vi tror FASS-projektet kan blive inspiration for andre og deler gerne erfaringerne.” udtaler HC Ralking, formand Mollerup Golf Club.

CEO i VisBlue, Søren Bødker ser også mange muligheder i FASS-projektet, “Det er superfedt at komme i gang med et lokalt projekt, som kan bruges til at flytte Aarhus tættere på ambitionen om klimaneutralitet, og forhåbentligt kan udfaldet bruges som inspiration eller skabelon til andre grønne projekter.”

Mollerup Golf Club og VisBlue er et godt match, da begge parter aktivt arbejder med bæredygtighed og FN’s verdensmål.

FASS-projektet forventes at køre fra januar 2020 til marts 2021.

