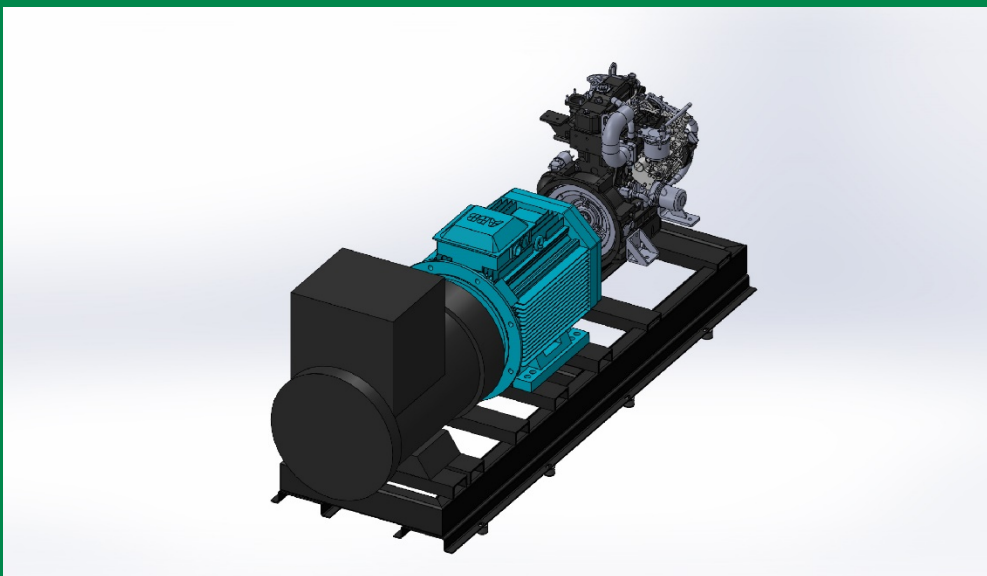




# Hybrid installationsge- nerator til havvindmøl- ler



Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Zülau A/S

Fotos:  
Zülau A/S

ISBN: 978-87-7038-333-2

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Resume</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Faglig rapport</b>	<b>5</b>
2.1	Indledning og formål	5
2.2	Projekts resultater	5
2.3	Miljømæssig impact	10
2.4	Konklusion og perspektivering	11
<b>3.</b>	<b>Vækst- og markedsmæssige overvejelser</b>	<b>12</b>
3.1	Øget beskæftigelse i DK, EU og globalt	12
3.2	Eksport - Nye produkter/Miljøtekniske løsninger lanceret på markedet i DK, EU og globalt	13
3.3	Nye patenter eller patentansøgninger i DK, EU og globalt	13

# 1. Resume

Nærværende projekt er gennemført af tre projektpartnere. Zülau A/S, MBM og Ikast Elektro. Projektet udspringer af et behov for at reducere dieselforbruget, der er forbundet med installationer af vindmøller, især til søs, hvor installationsfasen og transporten til sitene kan være langvarige og komplicerede.

Projektet er gennemført som et teknisk udviklingsprojekt, hvor forskellige komponentsammensætninger er blevet bygget op og testet på vores værksted ud fra analyser af forskellige mølletypers karakteristika i form af energibehov. Vores opgave har været at analysere og opnå sikkerhed for samspillet mellem forskellige nøglekomponenter, teste disse individuelt og i samlede kredsløb, for på den måde at kunne stå med en færdig modulær produktopbygning, som kan opbygges efter kundekrav og erstatte de dieselgeneratorer, der anvendes i dag.

Projektets nøglefokus har således været kredsløbssammensætningerne og den individuelle optimering af nøglekomponenterne. Det har ikke været formålet at stå med en enkelt 100% færdig unit. Behovet i installationssektoren er til gengæld en nøglefærdig modulær kredsløbssammensætning, der kan bygges op i samarbejde med site manageren ud fra et konkret behov og på den måde være i stand til at servicere møller i alle fabrikater og størrelser, fremfor en enkelt teoretisk defineret mølleenhed. En kredsløbssammensætning, der kan udvikles fra vindmøllepark til vindmøllepark, såfremt forholdene ændres.

## 2. Faglig rapport

### 2.1 Indledning og formål

Mens vindkraft er defineret som grøn energi, har installationen af vindmøllerne altid været forbundet med et stort olieforbrug. Dette har været helt naturligt, da vindmøllerne har brug for energitilførsel til at håndtere de basale funktioner: Elektriske installationer, krøjefunktionen, pitchfunktion mv. Funktioner, der er helt afgørende for møllens funktion, og som kan være ødelæggende for møllen, hvis de ikke fungerer fra det tidspunkt, møllen rejses og vingerne monteres. I møllens levetid vil energien til disse funktioner komme fra griddet, men inden der er trukket søkabler ud til møllen fra substationen, er møllen afhængig af at få tilført energi.

Den eneste løsning har hidtil været at transportere dieseldrevne generatorer ud til møllesitet og koble disse til vindmøllerne, så energitilførslen er sikret. Installationsfasen af en mølle kan sagtens vare i en del måneder, og mens denne pågår, kører dieselgeneratoren uafbrudt, og da møllens energibehov er meget ujævnt - og da dieselgeneratoren nødt til at producere til det maksimale behov – vil en væsentlig del af dieselforbruget være spildt.

Projektets formål har været at udvikle et nyt princip for generatoranlæg, der kan mobiliseres ud til – og mellem – møllerne i vindparkens installationsfase. Et let håndterbart anlæg, som sitekonstruktøren kan anvende på mange forskellige møller i anlæggets levetid, og som er baseret på en hybrid teknologi, hvor energitilførslen til møllen kommer fra en elmotor, der henter energien fra en batteripakke. Batteripakken forsynes med energi - stadig fra en dieselmotor – men ud fra et behovsstyret dieselforbrug. På den måde vil møllen i installationsfasen kun forbruge den mængde diesel, den rent faktisk har behov for, og den fossile del af vindmøllens miljøregnskab vil blive reduceret betragteligt.

### 2.2 Projekts resultater

Vores primære tekniske mål var at opbygge en kundespecifik hybridgenerator, møntet på tesprofil på en Siemensmølle. Hovedudfordringen for det samlede anlægs ydeevne var at kunne efterkomme behovet for strøm i opstartssituationer, hvor amperebelastningen peaker op til 10 x det nominelle niveau. Desuden har vi behov for at kunne levere en sinuskurve (frekvens), der er så "ren", som overhovedet muligt – igen et kendt fænomen ved motoropstart. Derfor har det været nødvendigt at overdimensionere såvel hovedmotor som generator for at finde den optimale balance.

Det er forskelligt fra møllefabrikat til møllefabrikat, hvilket energibehov der er i installationsfasen. Endda fra type til type inden for samme fabrikat. Således adskiller behovet sig fra en Vestasmølle til en Siemensmølle osv. Det skyldes de forskellige typers options bl.a. anodekobling på mølletårn (10-16Kw), antallet af affugtere og varmforsyning, der er bestemt af geografien. Desuden er der forskelle på, hvordan møllen arbejder, når den skal krøje eller pitche.

Vi har arbejdet med en intern opbygning af en prototype, som afspejler den fleksibilitet, der er behov for, hvis vi i fremtiden skal kunne servicere markedet med forskellige outputbehov. Vi undgik derfor at låse os fast på en bestemt type mølles særegne karakteristika – modsat måtte vi konstatere, at opgaven og testbehovet blev væsentligt mere komplekst.

I det følgende vil vi forklare komponenternes funktioner. Hver enkelt komponent er blevet optimeret, testet – individuelt og i kredsløb - og tilpasset, på baggrund af millioner af datapunkter fra en række test-setups, hvor vi i det følgende vil gengive hovedenhederne.

Hybridgeneratoren (resultatet) består af:

**Brændstofmotor:** Her har vi anvendt en long stroke motor for at kunne opnå det optimale moment ved lave omdrejninger. Ydermere blev der påbygget en lettryksturbo, og med dette kan skabe en mere lean motor, hvilket giver et lavere brændstofforbrug i det samlede kredsløb. Brændstofmotorens forbrug har været projektets hovedformål, og det var derfor et ønske at kunne teste med dette for øje. Brændstofmotorens opgave er at kunne levere så mange KW på udgangsakslen som muligt i forhold til det fossile forbrug samt at minimere behovet for service. Den skal med andre ord kunne operere for sig selv koblet til møllen og kun tilføres brændstof efter behov.



*Billede: Brændstofmotor med turbo monteret*

**Kobling:** Fra brændstofmotoren sidder en elektrisk hydraulisk kobling over imod hovedmotoren til indkobling af brændstofmotoren, når batterireserven minimumspunkt er opnået. Derfra indkobles brændstofmotoren til at starte op via koblingen. Indledningsvist vil systemet arbejde for at føre olie ud i alle smørepunkter, og efter ca. 30 sekunder kobles brændstofmotoren til, således at ladning påbegyndes.

Ladningen sker ved at køre oversynkron "hastighed" og derved vil inverteren bremse motoren, og den energi, som opnås under bremsningen, tilføres batterilageret – principielt i stil med regenerativ bremsning på en el-bil.

Koblingen var en kritisk faktor, da opstarten af energiproduktionen skulle ske herfra, da en normal startfunktion er valgt fra (ikke driftssikker nok). Testarbejdet med koblingen handlede om at være sikre på, at den kunne koble ind og ud i sikker stil og mange gange i et testforløb.

**Inverteren:** En inverter konverterer DC spænding til AC spænding. Den fungerer derfor som hjertet i systemet da dens opgave er at forsyne hovedmotoren med AC-spænding (tre faser). Samtidigt fungerer den som bremse og dermed, som ovenfor nævnt, som ladeenhed. Testarbejdet med inverteren har handlet om at optimere stryings- og reguleringsteknikken, således at systemet kunne konstateres stabilt ved hurtige belastninger, ændringer i belastninger mv. for at kunne simulere forskellige behov. På den måde har vi haft forskellige mølletyper i overvejelserne og disses forskellige behov. Især har

vi haft fokus på at teste såkaldte enhedsspring. Dette er en achilleshæl for ethvert stabilt system. Enhedsspring er karakteriseret ved belastningsforskydninger fra 0-max på kortest tænkelig tid, og denne egenskab er afgørende for at kunne anvendes i et miljø med store udsving.

Hovedmotoren: Her har den optimale enhed, været en motor med en god virkningsgrad. Vi har undersøgt forskellige møllers belastningsprofiler for at kunne identificere et mønster, der kunne hjælpe os til at optimere virkningsgraden. Tesen var fra starten, at hvis vi kunne registrere et relativt stabilt forbrug, kunne kravspecifikationen til hovedmotoren være ensrettet på tværes af profiler, men dette viste sig ikke at være tilfældet. Konklusionen på dette blev, at vi i fremtiden vil foretrække at sammensætte hybridgeneratorer baseret på kundespecificerede behov. En hovedmotor, der virker perfekt på en mølles belastningsprofil kan være helt forfejlet (hvad angår virkningsgrad) på en anden mølles belastningsprofil. Dette har været en vigtig læring i projektet, og det understregede vores behov for at køre multiple simuleringer med forskellige behovsprofiler.

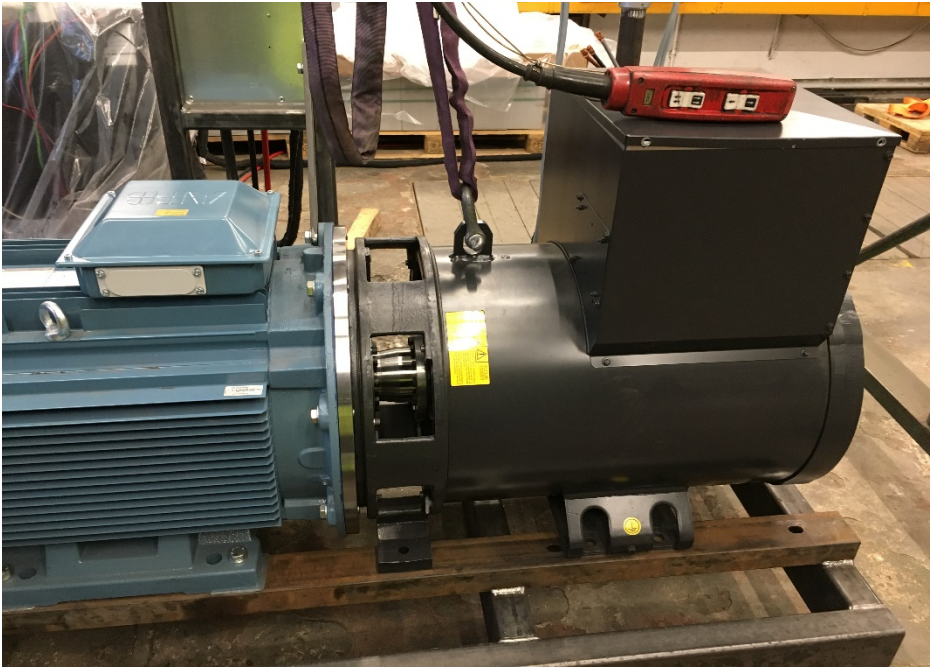
Desuden har vi haft fokus på alle de operationer i motoren, der forringer virkningsgraden. For hovedmotorens vedkommende handler det om kølingen og smøringen af lejer. Disse operationer har vi forbedret i prototypen for at øge det samlede udbytte. Smøringen er forbedret ved at vælge en smøring, der kun anvendes til "vores" formål, og dermed har vi mindsket friktionen i motorens arbejde. Desuden ved at bortskaffe ventilatorvinger, da hovedmotoren kører uafbrudt – også ved lav belastning, hvor den ikke skaber varme. Dette ud fra en erkendelse af, at køleprofilen snarere afhænger af geografisk arbejdsområde og mølletype. Kunden skal derfor være bevidst om, hvorvidt installationsgeneratoren skal anvendes i det nordlige Skotland eller et sted i Afrika.<sup>1</sup>

Generator: Generatorens funktion har været at producere tre faser af en given effekt (møllespecifikt). Vi var igennem en lang række forsøg med forskellige komponentsammensætninger med det formål at få denne operation optimeret og så energibesparende som overhovedet muligt. Vi forsøgte med UPS forsyning – eksempelvis i lighed med den måde man sikrer energiforsyning på til store dataservere – men her faldt systemet ud ved opstart af elmotor, da mærkepladestrømmen på motoren ganges med op til en faktor 10. Vi ændrede derfor testkonceptet til en mekanisk generator, som viste sig at fungere væsentligt bedre.

Generatoren er koblet til hovedmotoren og for at minimere friktionen, er ventilatorvingen også her blevet fjernet, og det forreste kugleleje på generatoren er fjernet – igen for at reducere friktion og derved øge virkningsgraden. Således hænger nu hovedmotor sammen generator via sammenkoblede aksler og fungerer som én fysisk enhed. På generatoren er der monteret en encoder, som sender signalet til inverteren om, hvor hurtigt den kører. På denne måde kan vi regulere frekvensen præcist.

---

<sup>1</sup> Køling tænkes ind som en option, der kan indbygges i den kundespecifikke generator, som kan kobles til og fra ved et forskelligt brugsmønster med simple justeringer.



*Billede: Generator og hovedmotor sammenkoblet i testmodel*

Batteripakken: Vigtigheden i batteripakken er at have en battericelletype, som er "godmodig", skal kunne tåle høj temperatur, kortslutning af celle og den destruktive sømtest, hvor man hamrer et søm igennem batteriet, der ikke må antænde derved. Energitætheden i batterierne må således ikke være for stor, hvilket er stik modsat princippet i elbiler, hvor energitætheden beregnes og ønskes stor. Vores operationsmiljø er ukontrollabelt, og det skal kunne modsvarer et arbejdsmiljø med løft, stød bugsering med kran og truck, læsning og lodsning samt kundespecifik montage udvendig på møllens tårn. Valget falder derfor på en godmodig og temperaturfleksibel celle, og et hovedønske for os var at undgå det miljøfarlige stof mangan. Lithium er relativt set ikke nær så miljøskadeligt, og dets egenskaber er basale i alle lithiumbatterier. Vi har testet forskellige sammenkoblinger og størrelser – og vi vil i dag kunne rådgive kundespecifikt om sammensætningen.

Styringen: Formålet med hoved-PLC'en er at styringen af komponenterne foregår så godt som muligt. Det vil sige, at samarbejdet mellem komponenterne er koordineret optimalt. Her har vi dels selv udviklet og dels anvendt eksterne kræfter til programmeringen af prototype-opstillingen. Testarbejdet på styringen har handlet om at kontrollere alle de indarbejdede funktionaliteter og det måleudstyr, vi har anvendt til at trække data ud fra vores forskellige testopstillinger.

#### Test og simuleringer generelt:

For de forskellige opstillinger har vi fokuseret på at lære, hvordan et funktionelt system skal udvikles i balance, og hvordan vi kan måle og påvise effekterne fra hver enkelt komponent. Vi ønskede, at de målinger, projektet skulle ende op med at præsentere, skulle repræsentere et funktionelt system samt naturligvis være valide. Vi har erkendt, at en hybrid installationsgenerator skal ses som et koncept med en række moduler og tilvalgsmuligheder, men at projektet skulle afgrænses til definitionen af nøgle-funktionaliteterne.



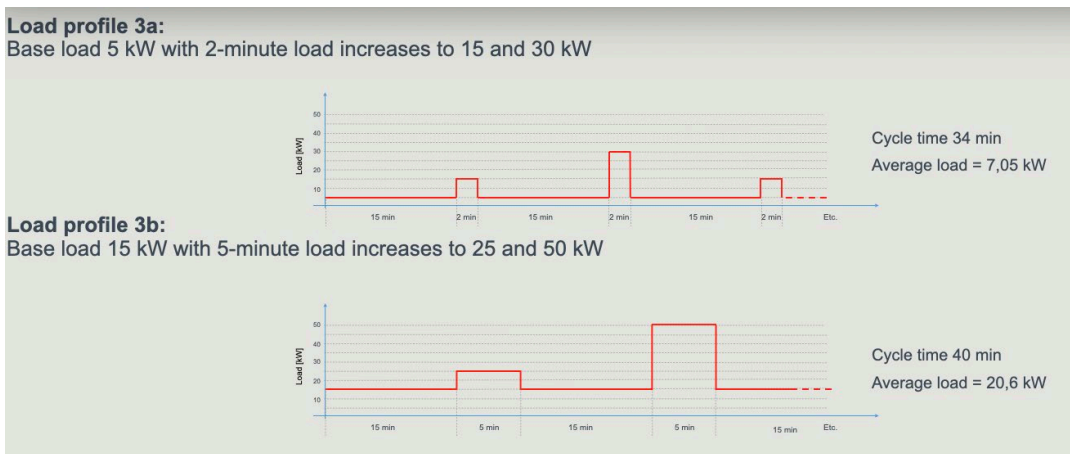
	3 MW	6MW	8MW	10MW	12MW
Generator	40 KVA	60 KVA	80 KVA	100 KVA	110 KVA
Hovedmotor	25 KW	40 KW	40 KW	55 KW	60 KW
Brændstofmotor	20 KW	30 KW	30 KW	40 KW	40 KW
Inverter	25 KW	40 KW	40 KW	55 KW	60 KW
Batteripakke	40 KW	50 KW	70 KW	80 KW	100 KW
Hovedrelæ/sikring	200 Amp	300 Amp	350 Amp	450 Amp	450 Amp

Ovenstående matrix er beregnet på Siemens-fabrikater, og her vil en kundespecifik tilgang være alt-afgørende. Vi vurderer dog, at PLC, Motorstyring og batteri-management vil kunne fungere universelt på tværs af typerne. Tre produkter, vi har udviklet i projektet.

Eksempel: En 80 KW brændstofmotor kobles med en 50 KW hovedmotor og en 60 KW generator. Når brændstofmotoren starter op for at lade, har den 80 KW at trække med, og hovedmotorens bremsekapacitet er kun 50 KW. I dette eksempel vil brændstofmotoren løbe løbsk, og udgangen vil levere såvel overspænding som overfrekvens. Dette kan ødelægge vindmøllen, og det er dermed helt afgørende at balancere komponenterne og vælge rigtigt. Som grundregel må brændstofmotoren aldrig være større end (eller lig med) hovedmotoren. Denne regel SKAL overholdes. Desuden skal inverter og hovedmotor tilpasses til samme effekt.

Principperne fra eksemplet vil være ens fra mølletype til mølletype. For at kunne definere, hvordan den endelige sammensætning skal være, vil vi i dialog med kunden definere det ønskede serviceinterval, den konkrete geografiske brugssituation. Her har projektet afdækket, at virkningsgraden SKAL analyseres, inden en optimal balancering skal opnås. Vi mener, vi har de værktøjer, der skal til for at gennemføre disse analyser – baseret på vore mange testforløb for komponenterne – og netop den forståelse, vi har fået for systemet, mener vi er et afgørende projektresultat.

### Eksempler på tests



Med ovenstående har vi ønsket at måle enhedsspring, da vi gerne vil teste stabiliteten ved peaks – primært i forbindelse med motorstart. Vores base load (tomgangsbelastning) er i eksemplerne og defineret som hhv 5 kW og 15kW.

Test 3A:

Base Load = 5 Kw

Med 15 min. interval kommer der en enhedspring på først 15 Kw i 2 min og så pause 15 min herefter 30 Kw i 2 minutter osv.

Dette giver et gennemsnitlig load på 7,05 kW, indtil den har været en lade cyklus igennem.

Test 3B:

Base load på 15 Kw

Med 15 min interval kommer der et enhedspring på først 25 Kw i 5 min og så pause på 15 min herefter 50Kw i 5 min osv.

Dette giver et gennemsnitlig load på 20,6 kW, indtil den har været en ladecyklus igennem.

Begge tests er forløbet tilfredsstillende, da de opfylder vore forventninger til belastningsreaktionerne i systemet. (stabilitet). Sideløbende med disse målinger har vi registreret temperaturudving, spænding, frekvens, reaktivt forbrug mv. For en komplet test over et tilfredsstillende timeforløb (2-3 døgn) registreres op imod 50 millioner målepunkter, der har afstedkommet 5-600 grafiske afbildninger, som vi har kunnet trække data ud af.

Hjemmeside og video: Projektet har udarbejdet en hjemmeside <https://hybridpowerpack.com>, hvorfra der også er link til en lille videofilm om projektet.

## 2.3 Miljømæssig impact

Projektets resultat erstatter de 100 % dieseldrevne generatorer, der anvendes i dag, når møllerne installeres. Disse generatorer er installeret med henblik på at kunne levere den maksimale effekt hele tiden, og de er ikke forsynet med ladekapacitet, der kan udjævne forbruget. Derfor er dieselforbruget i denne fase meget stort for hver enkelt vindmølle.

Havvindmølleparker udgør en stadigt stigende andel af energiforsyningen, og den videre udbredelse beror på såvel politisk opbakning, som den beror på teknologiudvikling, der skal forbedre investeringskalkulen, der ligger til grund for nye projekter. Det er sund grøn tankegang, men havvind er forbundet med væsentligt længere installationsfaser. Forsyninger til møllen sker med skib og logistikken til og fra møllen er derfor væsentligt mere kompliceret end landvind.

Projektet adresserer således en af verdens største og måske Danmarks vigtigste energipolitiske målsætninger om at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen ved at øge brugen af vindkraft i samfundet som en stadig større del af den samlede forsyningssikkerhed. Der er forsket og udviklet i såvel fremstilling af møller og mølledele, og der er udviklet metoder til lagring af energi, transport af store mølleemner mv. Ved at bidrage med en løsningsmodel til en af de økonomisk allertungeste opgaver – nemlig installationsfasen for havvindmøller.

Projektet har bidraget med to væsentlige tekniske indgangsvinkler:

1. Dels vores hovedformål – at kunne trække den fornødne energi fra en batteripakke, som kun forsynes med dieselenergi, når der er behov for det.
2. Dels ved at optimere de forskellige enheders forbrug og dermed det samlede kredsløbs virkningsgrad.

Med et ca. 70 % reduceret forbrug af dieselolie på ca. 30.000 liter pr. installeret havturbine, modsvarer ca. 80 ton udledt CO<sub>2</sub> for hver installeret havvindmølle eller ca. 50 husstandes forbrug i et år.

Dertil kommer merforbruget af fuel oil til brug for skibe, der fragter olie til og fra sites. Forbruget af skibstransport er ikke alene møntet på at vedligeholde energiforsyningen, men da de nuværende generatorer er meget servicekrævende foruden at skulle optankes, vil en reduktion af dieselforbrug afgjort kunne have en positiv effekt på den nødvendige sejlads mellem fastland og møllepark.

## **2.4 Konklusion og perspektivering**

Projektets tekniske udvikling er vellykket. Arbejdet med udviklingen på enkeltkomponenterne og tilpasningen af kredsløbssammenhængene på baggrund af de mange hundrede tusinde datapunkter fra vore testopstillinger har givet os en rigtig god indgang til at markedsføre anlægget. Den hybride installationsgenerator, der kan mobiliseres ud for at betjene sites med energi, fremstår i dag som et salgsklart koncept, der kan opbygges, så den modsvarer den enkelte mølles energibehov, uanset fabrikkat.

Perspektiveringen omkring fremtidige anvendelsesområder, rækker videre end møllesites. Andre energikrævende installationer benytter sig i dag af generatorenheder, og også her vil et anlæg – efter nærmere analyser – potentielt kunne træde i anvendelse. Vi tænker primært i midlertidige installationer. Nødarbejdende enheder, projektenheder mv. hvor der ikke er etableret elforsyning. Her anvendes også i dag dieselenheder, men med vores kredsløbssammensætning og styringsenheder på motorer, batteripakke og PLC, vil man kunne opnå energibesparelser. Vi har endnu ingen konkrete forespørgsler, men vi har oplevet interesse fra meget varierede vinkler. Vi ser frem til at få mulighed for at udbrede ideerne i årene fremover.

## 3. Vækst- og markedsmæssige overvejelser

Den følgende del af vores rapportering vedrører markedsmæssige forhold, som naturligvis er begrundet i estimer omkring et potentielt afsætningsforløb. Uden at det skal påvirke vores forhåbninger til fremtiden, skal vi rapportere, at vi har været ramt af covid-19 krisen, og at vi har oplevet nedgang i vores kerneomsætning. Vi har haft naturlig afgang på personalesiden, som vi har undladt at genbesætte, og således har vi undgået at skulle afskedige medarbejdere, men som oplyst overfor MUDP ved tidligere lejlighed, har krisen tæret på virksomhedens økonomiske reserver. Vi mærker i dag spæde tegn på, at markedet vender positivt, men vi er indforstået med, at vore oprindelige forhåbninger til vækst og beskæftigelse kan have længere udsigter samt være forbundet med markant større usikkerhed.

### 3.1 Øget beskæftigelse i DK, EU og globalt

Projektet står som en vigtig del af vore vækstforhåbninger. Vindmøller på havet er en global udvikling, og hvor vi forventer at mange regeringsinitiativer og private investeringer vil skabe et godt marked for vores hybride kredsløbsgenerator.

Vi forventer med en salgspris på ca. DKK 1.000.000 at kunne gå på markedet med en tilbagebetalingstid på 1-2 driftsår, især med den stigende oliepris, verden oplever her i 2021. Verden er i dag markant fokuseret på en grøn energibølge, og dette vil forhåbentligt kunne støtte udbredelsen af et grønnere installationsforløb. Udbredelsen af havvind hænger i de fleste lande sammen med politiske satsninger, og herhjemme i Danmark har Regeringen som bekendt planer om at etablere nye havmølleparker i de kommende år. Som et led i en grøn klimastrategi og som et led i en ekspansiv økonomisk politik i forlængelse af covid-19 krisen. Andre lande har lignende planer og så længe investorer kan opnå en tilfredsstillende forrentning af den investerede kapital, vil der også være en privat interesse for havvind. Det første salg er ofte det sværeste, men vi arbejder allerede på at udbrede teknologien.

Kunderne er mølleproducenter, projektorganisationer (herunder investorer) og virksomheder, der professionelt beskæftiget med at servicere havvindmølleparker. Sidstnævnte er ofte markant til stede i installationsforløbet, og vi anser det helt naturligt, at det er et segment, vi kan opnå succes med. Kilden til at få lov til at levere er, at vi forhåbentligt kan få mulighed for at levere en komplet enhed på et site, som kan demonstrere de positive effekter. Vi vil kunne servicere kundesegmenterne på udlejningsbasis, men da anlæggene skal modulopbygges efter en behovsanalyse på en konkret mølleprofil, vil den bedste løsning i de fleste kundesammenhænge være et reelt køb med en aftale om at bistå med serviceforpligtelse i en driftsperiode.

Da projektet i sin tid blev indledt havde vi store forhåbninger til en stejl vækstkurve. Det var før Covid-19, og i forbindelse med pandemien, kan vi tydeligt mærke en opbremsning i vindmøllesektoren for så vidt angår serviceanlæg. Der investeres stadig tungt, men fokus synes væsentligt rettet mod opgradering af kapacitet. Eksempelvis er Siemens i dag tæt på lancering af en 15 MW mølle. Da projektet startede var 8-10 MW de største enheder. Der sælges fortsat mange møller i 3-5 MW intervallet verden over, og vi er interesserede i at kunne service bredt.

Vi forventer med projektet at kunne skabe nye arbejdspladser hos Zülau og hos vore underleverandører i form af afledte effekter. Da en betydelig del af vores produktionssetup handler om at outsource til (som oftest lokale) leverandører forventer vi at et deltagende antal arbejdspladser vil blive skabt af i

vores samarbejdskreds. Det vil primært være produktions-personale og sitemontører, men også indenfor elektrisk planlægning, administration, salg og projektledelse vil der blive behov for kvalificeret arbejdskraft. I en tid, hvor vi fortsat kæmper med at komme tilbage til driftsniveauet før covid-19, lægger vilkårene en dæmper på, hvor hårdt vi vil kunne intensivere salgsarbejdet, men vi håber, vi står stærkere om et års tid, og at de første anlæg kan meldes solgt.

### **3.2 Eksport - Nye produkter/Miljøtekniske løsninger lanceret på markedet i DK, EU og globalt**

Det største markedspotentiale ligger på eksportmarkedet. Vindindustriens andel i Danmark udgør kun en meget lille del af verdens produktion, og de to store danske producenters afsætning er i dag også fortrinsvist til eksport. Vi forventer således også, at vore anlæg vil blive anvendt på eksportmarkedet – meget gerne via en dansk kunde, der har opnået en større kontrakt på en installationsopgave.

Selvom miljøteknologier er velkomne de fleste steder i verden, har de det fortsat svært udbredelsesmæssigt, såfremt der ikke er en økonomisk kalkulation, der støtter den grønne løsning fremfor den traditionelle. I nogle lande ses forbrugere og virksomheder villige til at betale ekstra for en grøn løsning, og dette er glædeligt, men det er fortsat en relativt besked andel af verden. Installationsgeneratoren er fortsat en "skjult" synder i vindmøllesektoren, og kunden skal afveje, om en merpris for en hybrid installationsgenerator kan forsvares i forhold til en anden positiv miljøpåvirkning i havmølleparkens samlede miljøregnskab. For at undgå den sondring, er det vigtigt, at vi også bliver i stand til at dokumentere en kundecase, hvor kunden oplever besparelse på brændstof, der modsvarer investeringen.

Den miljøtekniske impact vedrører i vid udstrækning en klimamålsætning. Om anlægget opererer i Asien eller Nordamerika, i Danmark eller i Spanien, vil effekterne i form af mindre CO<sub>2</sub>-udledning fra fossilt brændsel være en fælles gevinst. Selvom nationerne individuelt har målsætninger for egne klimabidrag, er CO<sub>2</sub>-regnskabet, verden skal stå til regnskab for et globalt anliggende.

### **3.3 Nye patenter eller patentansøgninger i DK, EU og globalt**

Vi afsøgte tidligt mulighederne for at patentere. Erkendelsen af, at det er et koncept for en kredsløbs-sammensætning, vi har udviklet, betyder, at vi ikke har en konkret teknologienhed, der kan patenteres. Den rådgivning, vi har fået fra vores samarbejdspartner på patentområdet, handler om, at vi med den samlede knowhow omkring kredsløbene allerede står stærkt og med en betydelig beskyttelse. Det vi ved, og de data vi har opsamlet vil kræve væsentlige opstillinger, og vi er blevet rådet til at sikre disse data fremfor at beskytte en teknologi, der ikke uden videre kan genskabes. En konkurrerende virksomhed vil skulle starte fra bunden, og allerede her har vi nogle års forspring. Dette sammen med de økonomiske overvejelser gjorde, at vi fravalgte at arbejde videre med patentet. De tre styringsenheder, vi har udviklet i projektet. På batteripakke, PLC og motordrev vil heller ikke uden videre kunne genskabes.

### Hybrid installationsgenerator til havvindmøller

Projektet adresserer således en af verdens største og måske Danmarks vigtigste energipolitiske målsætninger om at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen ved at øge brugen af vindkraft i samfundet som en stadigt større del af den samlede forsyningssikkerhed. Der er forsket og udviklet i såvel fremstilling af møller og mølledele, og der er udviklet metoder til lagring af energi, transport af store mølleemner mv. Ved at bidrage med en løsningsmodel til en af de økonomisk allertungeste opgaver – nemlig installationsfasen for havvindmøller.

Projektets tekniske udvikling er vellykket. Arbejdet med udviklingen på enkeltkomponenterne og tilpasningen af kredsløbssammenhængene på baggrund af de mange hundrede tusinde datapunkter fra vore testopstillinger har givet os en rigtig god indgang til at markedsføre anlægget. Den hybride installationsgenerator, der kan mobiliseres ud for at betjene sites med energi, fremstår i dag som et salgsklart koncept, der kan opbygges, så den modsvarer den enkelte mølles energibehov, uanset fabrikat.



Miljøstyrelsen  
Tolderlundsvej 5  
5000 Odense C

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)