



# OD LITIJEVE BATERIJE DO BRODA NA SUNČANI POGON!

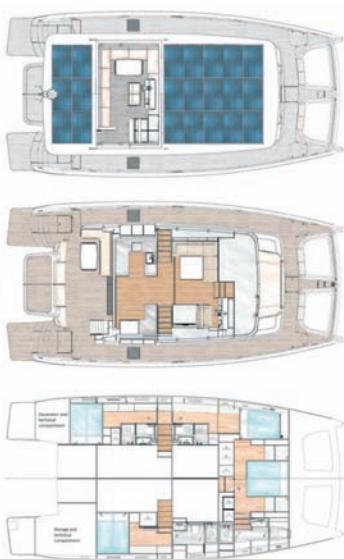
Tekst: Josip Zdenković Foto: Michael Köhler

**U** prethodnom nastavcima serije upoznali smo LFP bateriju kao najčešći komercijalni tip familije Li-ion baterija. Nakon ponavljanja osnovnih svojstava LFP baterija uveli smo uređaj za nadzor baterije tip BMS12/100 (BMS uređaj, engl. battery maintenance system) koji ima zadatak paziti da LFP baterija u stanju punjenja ne bude izložena naponu višem od 16 V i da napon na bateriji u stanju pražnjenja ne padne ispod

12V. Opisali smo i mini BMS – nadzorni uređaj za LFP baterije. Baš u prethodnom nastavku upoznali smo i VE-bus BMS, još jedan uređaj za nadzor LFP baterije u otočnim fotonaponskim sustavima koji može dodatno komunicirati i preko VE.busa s izmjenjivačima, bidirekcijskim pretvaračima. U zaključku prethodnog

**Knjiga Michaela Köhlera:  
Energieversorgung auf Yachten, Verlag  
Freytag-Berndt und Artaria KG, 2013.**





## SILENT 55

### SPECIFICATIONS

LENGTH OVERALL	16,70 m (54.8')
BEAM OVERALL	8,46 (27.7')
DRAFT	1,20 m (3.9')
LIGHT DISPL. (EC)	19 tons
WATER	500 – 1.000 L
WASTE-WATER	2 x 500 L
FUEL	500 – 1.600
SOLAR PANELS	10 kWp
E-MOTORS	2 x 30 kW / 2 x 250 kW
GENERATOR	22 kW / 100 kW
BATTERY CAPACITY	120 kWh
CRUISING SPEED	6 – 8 kt / 12 – 15 kt
TOP SPEED	approx. 12 kt / 20 kt
CERTIFICATION	CE-A
RANGE	Trans-Ocean

Presjeci i tehničke karakteristike plovila SILENT 55

nastavka najavili smo da ćemo Vas izazvati s konkretnim rješenjima. Tek baterija s LFP tehnologijom omogućila je razmišljanje o plovilu koje bi bilo pogonjeno isključivo električnom energijom i koje bi iza sebe ostavljalo kao jedini otisak u prirodi – valove. Litijeve baterije napravile su iskorak u tehnologiji mobitela, automobila (Tesla!) pa zašto ne i u plovilima?

No krenimo redom. Ispričat ću priču u kojoj nismo istina osobno sudjelovali, ali smo ishodili dozvolu od autora prepričati Vam je. Ovo ljeto kupio sam knjigu sa slike 1. Autor, g Michael Köhler (pravnik!) u ovom 4. izdanju knjige iz 2013. godine, istina na njemačkom jeziku, zaokružuje svojih 5.000 dana na plovilima između 5 i 20 metara s ukupnih 75.000 milja iza sebe.

Ploveći 23 godine Michael i njegova supruga Heike Köhler su bili uvjereni da mora postojati bolji pogon propulzije od dizel motora. Od 2005. do 2009. testirali su alternativne izvore energije na testnom katamaranu s fokusom na samodostatnost sunčeve energije za proizvodnju potrebne

električne energije za trošila na plovilu, ali i za sam pogon plovila. Njih dvoje su održali brojna predavanja o prikupljenim iskustvima i izdali knjžicu "Energieversorgung auf Yachten", koja je eto doživjela već i 4. izdanje! S iskustvima stečenim kroz 4 godine i 15.000 NM na testnom solarnom katamaranu, završili su 2010. godine i svoju vlastitu konstrukciju SOLARWAVE 46, prvo plovilo u potpunosti pogonjeno suncem. To je plovilo bez potrebe za vanjskim dopunjavanjem energije. I propulzija i sva trošila i sustavi na njemu su koristili energiju Sunca. Motor pomoćnog čamca, motor električnog bicikla, desalinizator, klima uređaji za hlađenje i grijanje, perilice rublja i posuđa, induksijsko kuhalo, hladnjak, zamrzivač, navigacijska oprema, sve se to hranilo iz Sunca. Kroz narednih 4 godine provedeno je 120 tjedana vožnje rijeckama Europe do Crnog mora, Egejskim morem i Mediteranom pri čemu je na katamaranu boravilo u prosjeku 6-8 ljudi. SOLARWAVE 46 je pogonio elektromotore svaki dan po

**SILENT-YACHT može ploviti do 100 NM na dan bez dodatnog goriva i tako tjednima osiguravajući praktički neograničen doseg. Sunce osigurava energiju za električnu propulziju i za sva trošila. Sunčeva energija iz fotonaponskih modula spremna se u moderne LFP baterije.**



### SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremljenih za preuzimanje



### INTERNET TRGOVINA

Iz ureda ili u pokretu

[www.schrack.hr](http://www.schrack.hr)

Get Ready. Get Schrack.



SILENT 55 – saloni i skipersko mjesto

najrazličitijim vremenskim uvjetima – suncu, kiši, oluji i po snijegu! Za te 4 godine nije bilo značajnijeg servisnog zahvata na plovilu. Generator koji je bio ugrađen zbog sigurnosti postojanja energije na brodu radio je unutar tih 120 tjedana ukupno 50 h, uglavnom da ne zahrđa. Električni motori su za to vrijeme radili cca 2000 h – bez ikakva održavanja. To je bio dokaz da je električna propulzija ravnopravna drugim, poznatim oblicima. Kroz zadnje godine Heike i Michael Köhler su primili

brojna priznanja za razvojni rad na primjeni obnovljivih izvora na plovilima u segmentu primjene na luksuznim brodicama. I tu nisu stali. Danas oni proizvode „high-end“ katamarane raznih veličina i namjena (<https://www.silent-yachts.com/>) i sve ih krasi iz sunca dobivena električna energija za pogon propulzije i za napajanje trošila za ugordan i luksuzan boravak na moru. Plovidba je uz tek šum mora, a pri mirovanju nema brundanja generatora. Napisano je i oko 1000

članaka i izvještaja o ovom projektu pa tako vjerujem da će i u vama zaigrati značajka pročitati o čemu se zapravo tu radi.

Za korištenje fotonaponskih modula bitno je imati i veliki prostor i prostor bez sjene. Jedrilica sigurno nije plovilo koje može imati svu potrebnu energiju iz Sunca jer vrvi konopima i sajlama. Klasičan jednotrupac također nije plovilo gdje će se naći dovoljno mesta bez sjene za svu potrebnu energiju. Katamaran je idealno plovilo koje po definiciji ima veliku i danas dostatnu površinu za prikupljanje sunčeve energije. Ta je površina istovremeno konstrukcijski izvediva bez sjena tako da fotonapski moduli mogu nesmetano prikupljati energiju. To je glavni razlog što su Silent Yacht jedinice zapravo katamarani. No niti tu se nije stalo, pogledajmo koje se opcije propulzije nude.

#### OPCIJE PROPULZIJE

Silent Yachts nude sljedeće oblike propulzije:

**Cruiser** – opremljen elektromotorima propulzije za brzine plovidbe 6 do 8 čvorova.

**E-Power** – opremljen elektromotorima propulzije za do 20 čvorova brzine plovidbe, ali kroz ograničeno vrijeme, u ostatku vremena može sve što može i cruiser opcija. Opremljen je s baterijom većeg kapaciteta, snažnim elektromotorima i snažnim generatorom za možebitno potrebito brzo dopunjavanje baterija.



Silent 55 – kabine s bračnim krevetom



Silent 55 – kabina ima i svoju kupaonicu

SILENT-YACHTS MODEL	SILENT 55	SILENT 64	SILENT 80
Propulsion Option			
CRUISER	2 x 30 kW Turnable Electric Motors	2 x 30 kW Turnable Electric Motors	2 x 80 kW Electric Motors
E-POWER	2 x 250 kW Electric Motors	2 x 250 kW Electric Motors	2 x 250 kW Electric Motors
HYBRID-POWER	2 x 220 HP Diesel + 2 x 14 kW Electric Motors	2 x 220 HP Diesel + 2 x 14 kW Electric Motors	2 x 220 HP Diesel + 2 x 14 kW Electric Motors
SAILOR	Sailing Rig	-	-
KITE SAIL	Kite – the up-to-date way of sailing	Kite – the up-to-date way of sailing	Kite – the up-to-date way of sailing

Moguće varijante propulzije Silent Yacht plovila

**Hybrid power** – pogon propulzije riješen kombinacijom snažnih dizel motora i elektromotora na istoj osovini, pri čemu se elektromotorima vozi pri brzinama do 6 čvorova gdje dizel motori nisu optimalni.

**Sailor** – ova opcija uključuje i klasična jedra

**Kite Sail** – potpuno automatizirano korištenje zmaja koji vuče brod, zmaj se podiže do visina 150m. U tim visinama vjetrovi daju i do 20 puta veću snagu potiska po m<sup>2</sup> jedra od snage potiska po m<sup>2</sup> jedra pri površini mora.

Silent Yachts može ploviti do 100 NM na dan bez dodatnog goriva i tako tjednima osiguravajući praktički neograničen doseg. Sunce osigurava energiju za električnu propulziju i za sva

trošila. Sunčeva energija iz fotonaponskih modula spremi se u moderne LFP baterije. Motori s unutarnjim izgaranjem imaju iskoristivost pretvorbe kemijske energije goriva u mehaničku energiju od cca 30% dok elektromotori imaju iskoristivost pretvorbe električke energije u mehaničku i više od 90%. Pri radu elektromotora gubici su stoga manji pa se stvara i manje nepoželjne topline. Na brodu se ne koristi niti plin već se kuha na indukcijskoj ploči. Luksuznost opreme plovila zavisi u krajnosti o razini raspoložive električne energije koje ima stvarno u izobilju. Na SILENT YACHT plovilima možete gledati TV, imati sigurno hladno pivo, imati pogon klima uređaja i proizvesti i do 2000 litara pitke vode bez pokretanja generatora.



Silent 55 – smještaj fotonaponskih panela

The advertisement features a central graphic with seven circular insets, each showing a different application of Schrack Technik's products:

- OBNOVLJIVI IZVORI**: A solar panel with the sun in the background.
- SUSTAVI**: A close-up of a control panel with a green arrow pointing up.
- ZGRADARSTVO**: A building under construction with structural elements visible.
- KABELI**: A bundle of electrical cables.
- RASVJETA**: A glowing LED light strip.
- ENERGUA**: A power meter or similar device.
- INDUSTRIZA**: An industrial machine or conveyor belt.

Below the graphic, the company logo "SCHRACK TECHNIK" is displayed in blue and red, along with the website "www.schrack.hr" and the slogan "Get Ready. Get Schrack."



Silent 55 – otvoreni dio krmnenog kokpita



Silent 55 – otvoreni most pravo je mjesto za uživanje u plovidbi

Pri lošem vremenu ili pri jakom suncu ili kada su vani komarci možete uvijek uživati u optimalno temperiranoj unutrašnjosti.

Praktički nema održavanja solarnih panela i baterija. Elektromotori traže zamjenu dva ležaja nakon 50.000 sati rada (uz 500 sati rada godišnje to će biti za 100 godinali). Tek rezervni generator traži ponešto pažnje. No on kada i ako radi, radi u optimalnoj radnoj točki i s najvišim mogućim stupnjem iskorištenja jer se sva proizvedena energija spremi izravno u baterije. A naučili smo da litijeve baterije dozvoljavaju izuzetno snažna punjenja. Ako bi došlo do dugotrajnog ružnog vremena ili potrebe za višom brzinom plovidbe koja bi potrajala nekoliko sati tada će u nekoliko daljnjih sati generator ponovno dopuniti baterije. To osigurava sigurnost da baš nikada nećete ostati bez energije.

Za vrijeme dok se jedri, bilo klasičnim jedrom, bilo zmajem tada se elektromotori pretvaraju u generatore. Tada se mehanička energija vrtnje propelera u moru pretvara u motorima u električnu koja se pak spremi u bateriju.

Garancija fotonaponskih modula je 25 godina, baterija 8 godina, elektromotori su praktički bez održavanja. To čini sustav električne propulzije robusnijim od klasičnih sustava. Kako je manje pokretnih dijelova, podmazivanje je svedeno na najmanju moguću mjeru, brige oko goriva praktički nema.

Silent Yachts su certificirane prema DIN EN ISO 16315 za plovila pogonjena električnim sustavima gdje su sve komponente duplikirane i osiguravaju dvostruku sigurnost. Puno pažnje je posvećeno i samoj konstrukciji, obliku i materijalima trupova katamarana kao i opremanju unutrašnjosti. Visina u kabini-salonu je ugodnih 2,09 m!

Na slici gdje je prikazano skipersko komandno mjesto mala crvena strelica usmjerenica na VICTRON Color control jedinicu. To je računalo koje upravlja i povezuje uređaje učinske elektronike: MPPT punjače, bidirekcijske pretvarače, izmenjivače – sve uređaje iz VICTRON svijeta.

Specifikacija sustava za proizvodnju i pohranu energije se za svako SILENT-

YACHT plovilo može očitati s web-a, konkretno SILENT 55 je sastavljan od:

- 30 visoko efikasnih solarnih panela, ukupno > 10 kWp,
- MPPT regulatora punjenja,
- Litijevih baterija 48 V, 70 kWh,
- Punjača 80 A, 48 V,
- Bidirekcijskog izmjenjivača 10 kVA 48 V za napajanje trošila,
- Rezervnog generatora 22 kW, 48, V
- 24 V servisnih baterija s 50 A punjačem.

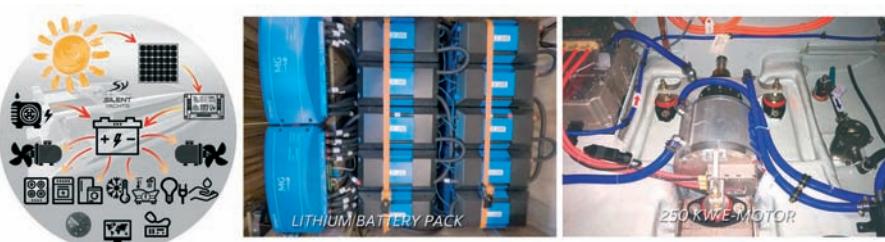
Ne treba napomenuti koliko je vrijedan i javno dostupan uvid u podatke što je primijenjeno u pojedinoj jedinici, jer je to rezultat višegodišnjeg promišljanja graditelja SILENT-YACHT-a!

### PRINCIP DJELOVANJA

Kroz noć trošila se napajaju iz baterija. Iz baterija se napajaju motori i za vrijeme možebitne noćne plovidbe. Ujutro fotonaponske ćelije počinju proizvoditi električnu energiju.

Kako dan odmiče, a zbog dovoljno snage fotonaponskih modula, baterije se nadopunjavaju i u plovidbi i uz redovnu potrošnju trošila na plovilu. Kada su baterije pune nadopunjava se i baterija pomoćnog čamca. Kada su sve baterije pune, višak energije se koristi za proizvodnju pitke vode i pokretanje snažnijih trošila, perilice suđa i rublja.

Za vrijeme prosječnog sunčanog dana fotonaponski moduli će proizvesti više energije nego što pogon propulzije i sva kućna trošila mogu potrošiti unutar



Koncept proizvodnje i pohrane energije na SILENT-YACHT plovilima, detalj baterija i motora.

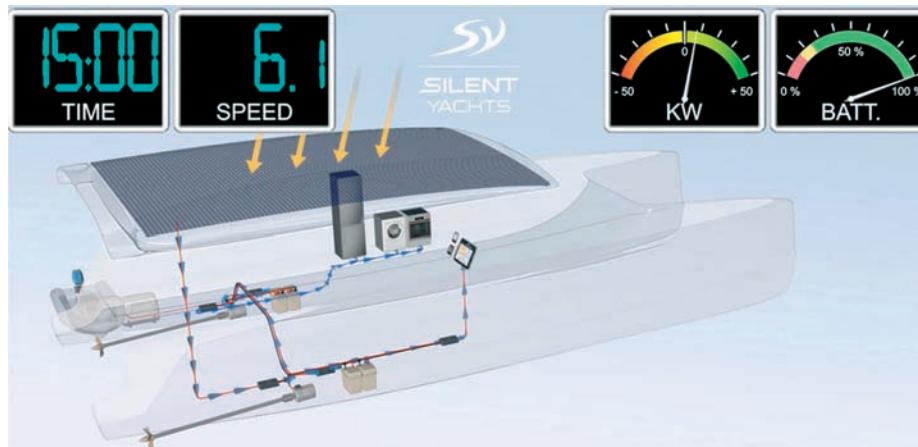


Ujutro se motori napajaju energijom iz baterija i započinje proizvodnja energije iz FN modula.

24 h. Ako je dan oblačan, odnosno po noći, baterije opskrbljuju pogon propulzije i trošila. Kapacitet baterije je dovoljan za cijelonoćnu plovidbu i pogon trošila (recimo klima uređaja). Vožnja s maksimalnom brzinom, ako se radi o E-power izvedbi, je dozvoljena kroz samo nekoliko sati. Ako je zaista dugotrajno oblačno i vozilo se visokom brzinom pa smo svjesno iscrpili baterije, uključuje se generator koji osigurava dovoljno energije za pogon propulzije, kućna trošila i nadopunu baterija radeći pri tome s optimalnim opterećenjem i potrošnjom goriva. Generator se zaustavlja sam kada više nije potreban. Dok ste na vezu u marinu možete prodavati energiju ako je omogućeno (smart grid opcije u marinama!) ili ćete se ipak namjerno nadopuniti energijom unatoč samodostatnosti sustava.

### ZAKLJUČAK

SILENT -YACHT je krasan primjer kako hobi može postati posao. I obratno kako posao postaje hobi i igra. Da, nije sve tako jednostavno, ali ovaj primjer pokazuje da se ustrajnim radom koji se mjeri desecima godina može doći do rezultata. Možda to potakne i domaće brodograditelje da se odvaze u avanturu s litijskim baterijama i fotonaponskim poljem samodostatnim za potrebe plovila? LED je probijen, SILENT YACHT postoji. Knjiga je koštala manje od 100€, naš priručnik o otočnim fotonaponskim sustavima je besplatan, svi materijali su na webu. Treba dakle malo volje i ponešto vremena... Nisam mogao odoljeti prikazati vam ovo rješenje, no već u sljedećem broju vraćamo se opet konkretnim detaljima, uređajima i izvedbama. BN



Kada su baterije pune tada se pokreću veća trošila, desalinizator, perilice...



**SCHRACK  
TECHNIK**

VAŠ PARTNER U  
ELEKTROTEHNICI

**victron energy**  
BLUE POWER  
OFFICIAL DISTRIBUTOR

[www.schrack.hr](http://www.schrack.hr)

Get Ready. Get Schrack.