



LITIJ-IONSKE ILI OLOVNE **BATERIJE?**

Tekst i foto: **Josip Zdenković**

U seriji o fotonaponskim sustavima na plovilu do sada smo obrađivali isključivo olovne baterije i sustave bazirane oko njih. Konstrukcija olovnih baterija, uz dužno poštovanje poneke inovacije, stara je i preko 100 godina. U ovom broju pokušat ćemo, opet bez predubokog ulaska u teoriju, spoznati bitne razlike olovnih i Li-ion baterija. Cilj je na kraju ovog

članka spoznati zašto upotrijebiti ove "nove" baterije, a ne olovne baterije za bateriju opće namjene na plovilu. Za bateriju opće namjene svakako trebamo bateriju tehnološki riješenu za duboko pražnjenje, dakle bateriju koja je sposobna iscrpiti se skoro do kraja i potom se opet napuniti do kraja. I tako u tisućama ciklusa. U nastavku ove serije obradit ćemo u slijedećim

brojevima i sve što je potrebno za spoj Li-ion baterije u sustav na plovilu.

Na slici 1. je ukazano na činjenicu da se zbog održavanje dugog životnog vijeka olovna baterija smije prazniti samo do približno polovice svog kapaciteta, dok se Li-ion baterija smije prazniti skroz do kraja svog kapaciteta. To znači da se u usporedbi s olovnom baterijom iz Li-ion baterije može crpiti više energije u jednom ciklusu

Li-ion baterija je robusna i vrlo efikasna u pospremanju energije jer prima energiju u istom intenzitetu kroz cijelo vrijeme punjenja, dok klasična olovna je to „nježnija“ i manje efikasna što je bliže napunjenom stanju. Primjerice zbog manje efikasnosti prihvata energije u olovne akumulatore, potrebno je povećati proizvodnju fotonaponskog polja i to za više od 30%



pražnjenja uz isti nazivni kapacitet baterije, odnosno početno jednako napunjene baterije.

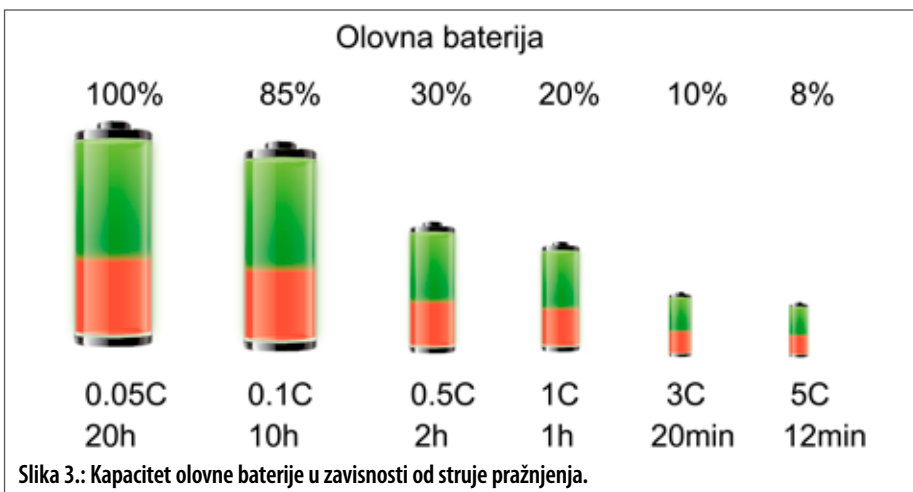
KAPACITET I TEŽINA BATERIJA

Na slici 2. Prikazan je slučaj da želimo iz baterije 10 h napajati 2 kW trošilo što će u konačnici značiti da želimo iz baterije iscrpiti 20kWh energije. Za to nam treba pri 48 V naponu baterije cca 400 Ah Li-ion baterija (50 V x 400 Ah = 20 kWh) jer se Li-ion baterije smiju prazniti do kraja. Ako bismo za istu energiju pražnjenja od 20 kWh koristili olovnu bateriju onda uz pretpostavku da olovnu bateriju praznimo samo do 50% kapaciteta, a zbog u ranijim nastavcima objašnjenog očuvanja životnog vijeka baterije, moramo koristiti 48 V 800 Ah olovnu bateriju. Dakle za istu raspoloživu energiju od 20 kWh iz baterije, Li-ion baterija ima masu od 336kg, a olovna baterija 1360kg. Li-ion baterija je za istu raspoloživu energiju 4 puta lakša!



(u vašem mobilnom telefonu je sada Li-ion baterija, a zamislite sada samo na trenutak vaš telefon s olovnim baterijama!)

Ovo što smo upravo rekli vrijedi samo ako se olovna baterija prazni nazivnim pražnjenjem. Ali u otočnim



OBNOVLJIVI IZVORI

SUSTAVI

ZGRADARSTVO

IT

KABELI

RASVJETA

ENERGIJA

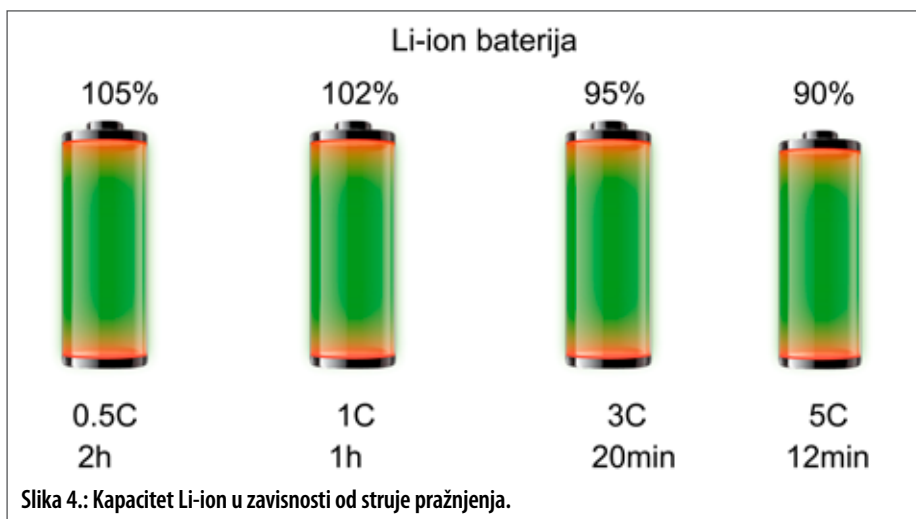
INDUSTRIJA

VAŠ PARTNER U ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



fotonaponskim sustavima teško je točno predvidjeti struju pražnjenja! Što ako se baterija prazni strujom koja je drugačija ili veća od nazivne struja pražnjenja?

USPOREDBA KARAKTERISTIKA PRAŽNJENJA LI-ION I OLOVNE BATERIJE

Slika 3. prikazuje zavisnost kapaciteta baterije o trajanju odnosno struji pražnjenja, a koju smo već u prethodnim nastavcima serije više puta objasnili. Uzmimo za primjer olovnu bateriju nazivnih podataka 100 Ah 12 V C20. Baterija osim kapaciteta izraženog u Ah i napona izraženog u V ima još i oznaku npr C20. A to znači da se ona može prazniti 20h s 5A (20h x 5A = 100Ah). Dakle 20 iz oznake C20 znači 20 h pražnjenja. Struja pražnjenja je pri tome Kapacitet baterije C / 20 pa kažemo da se baterija prazni s 0.05C (primjer: 100Ah/20h = 5A). I to su sve do sada nazivni podaci baterije. Ako

se ta konkretna baterija prazni tako da bi se sav nazivni kapacitet iscrpio za 10h, tada kažemo da se baterija prazni s 0,1C. Za konkretnu bateriju 0,1C = 0,1 x 100 = 10A. No baterija iz primjera od nazivnih 100Ah pri struji pražnjenja 0,1C zbog fizikalnih procesa u sebi, može dati samo 85% kapaciteta tj. 85Ah. Ako tu istu bateriju praznimo s 1C, dakle u konkretnom slučaju sa 100 A, tada ona može dati samo 20% nazivnog kapaciteta tj. samo 20Ah. Ako tu istu bateriju praznimo s 5C dakle u konkretnom slučaju sa 500 A, tada ona može dati samo 8% nazivnog kapaciteta, tj. samo 8Ah. Olovnoj bateriji koja je 100% napunjena kapacitet jako zavisi o struji pražnjenja.

Pogledajmo sada kako se pri različitim strujama pražnjenja ponaša Li-ion baterija.

Na slici 4. se uočava minimalna zavisnost kapaciteta Li-ion baterije o struji pražnjenja. To je vrlo važna

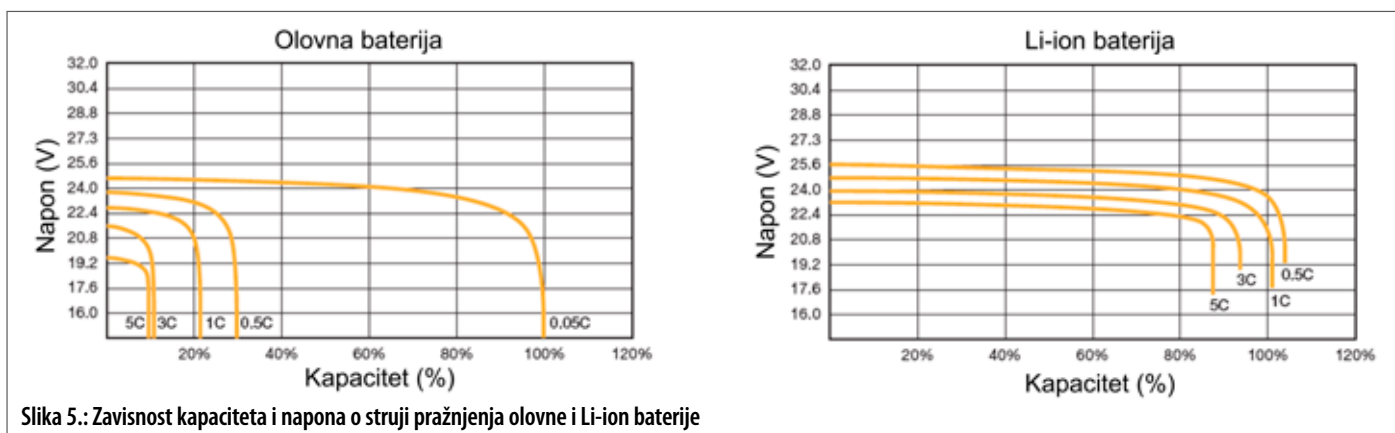
karakteristika. Pri pražnjenju od 100A Li-ion baterija 100Ah će imati stvarni kapacitet od 102Ah i 100A će tako moći davati stvarnih 1,02 h. Olovna baterija nazivnih podataka 100Ah C20 pri pražnjenju sa 100 A će imati stvarni kapacitet od svega 20Ah i 100A će moći davati tek 20Ah/100A = 0,2h = 12 min. Dakle početno napunjena Li-ion baterija daje 100A kroz 1,02 h, a isto tako napunjena olovna baterija daje 100A kroz svega 12 min.

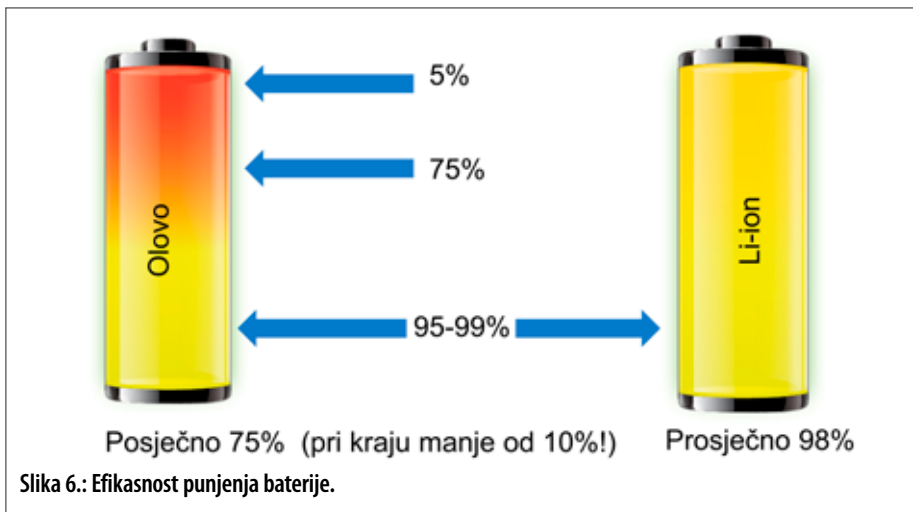
U svjetlu ove spoznaje da se kapacitet olovne baterije smanjuje pri povećanju struje pražnjenja, a Li-ion baterije se skoro ne mijenja, uočimo da je vaga na slici 2. prikazana za nazivni intenzitet pražnjenja baterija. Ako se očekuje nešto veće pražnjenje, dakle pražnjenja s većim strujama baterija, tada masa potrebne olovne baterije opasno dodatno raste i evo još jednog argumenta za korištenje Li-ion baterije!

Slika 5. osim upravo opisane zavisnosti kapaciteta baterije o struji pražnjenja baterije pokazuje i zavisnost napona baterije o struji pražnjenja baterije. I tu je za uočiti da Li-ion bateriji manje pada napon pri povećanju struje pražnjenja u odnosu na olovnu bateriju. Li-ion baterija je tako „krući“ izvor napona u odnosu na olovnu bateriju, možemo stručno reći da ima manji unutarnji otpor i time slijedno manji pad napona na unutarnjem otporu pri toku struje!

USPOREDBA KARAKTERISTIKA PUNJENJA LI-ION I OLOVNE BATERIJE

Do sada smo usporedili tipične karakteristike odnosno razlike u ponašanju baterija s obzirom na pražnjenje. Pogledajmo sada usporedbu



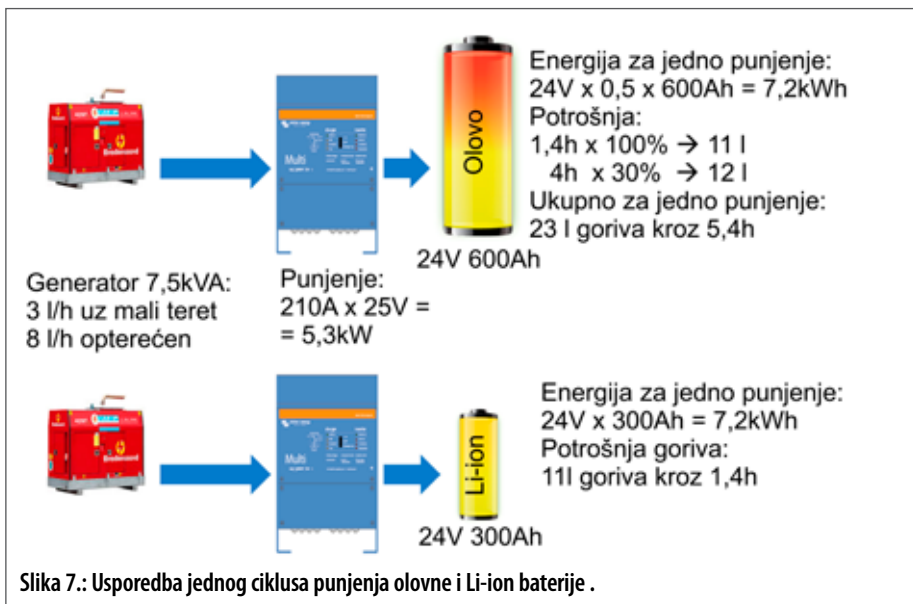


s obzirom na punjenje prikazanu na slici 6. Olovna baterija u ispražnjenom stanju prima 98% privedene baterije, dakle samo mali dio se pretvara u nekorisnu toplinu. Kako se baterija približava stanju napunjenosti 80%, sve više energije se pretvara u nepotrebnu toplinu pa se tako svega 75% privedene energije može pospremiti u bateriju. Pri kraju samog procesa punjenja svega 5% privedene energije može se pohraniti u bateriju. Kako se proces punjenja olovnih baterija u otočnim sustavima uglavnom provodi od 50% kapaciteta do 100% (jer dublje ne praznimo bateriju zbog produljenja životnog vijeka) navodi se da je efikasnost punjenja prosječno 75%. Isto se može reći i na drugi način: ako olovnu bateriju praznimo „x“ sati s 0,15C strujom onda

ćemo je morati puniti 1,33 puta dulje tom istom strujom 0,15C.

Za Li-ion bateriju praktički je efikasnost u cijelom procesu punjenja 98%. Li-ion baterija ne zahtijeva fino i precizno nadopunjavanje na kraju procesa punjenja koje je izrazito neefikasno kod olovne baterije. Li-ion baterija se može cijelo vrijeme punjenja puniti istom strujom. To znači da ćemo potrebnu energiju realno „brže“ pospremiti u bateriju!

Na slici 7. prikazan je dio realnog sustava koji baterije puni iz generatora. Punjenje obje baterije se provodi s 210 ampera pri 25V dakle snagom od cca 5,3 kW kroz 1,4h pri čemu je generator optimalno opterećen jer je u nazivnom opterećenju. Objе baterije dobiju iz generatora u tom vremenu



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje

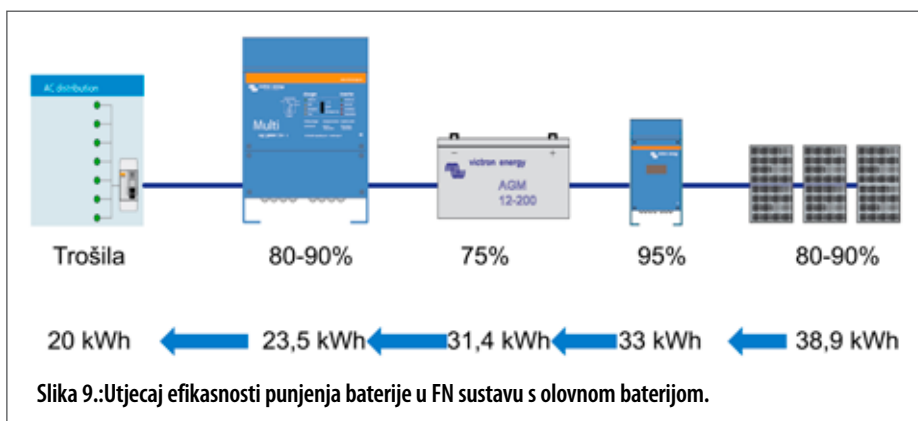
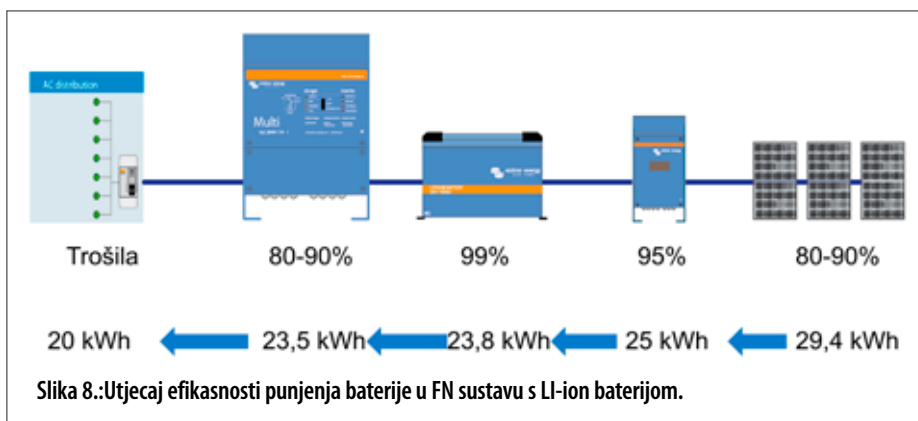


INTERNET TRGOVINA

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



7,2 kWh energije. Li-ion baterija je nakon tog vremena i napunjena, a olovna se treba još skoro slijedeća 4 sata nadopunjavati uz sve manju snagu generatora, a da bi i u nju nakon skoro 5,4h bilo zaista i pospremljeno 7,2kWh električne energije. Tu se najbolje vidi razlika od skoro 12 l goriva i dodatna 4h rada generatora za pospremanje u olovnu baterije iste količine energije. Na godišnjoj razini, uz pretpostavku od jednog ciklusa punjenja i pražnjenja na dan, radi se o razlici od cca 4000 litara goriva i 1500 sati rada generatora! Li-ion baterija je robusna i vrlo efikasna u pospremanju energije jer prima energiju u istom intenzitetu kroz cijelo vrijeme punjenja, dok klasična olovna je to „nježnija“ i manje efikasna što je bliže napunjenom stanju.

Na slici 8. i 9. prikazana su dva otočna fotonaponska sustava u kojem oba imaju isti zahtjev sa strane trošila za 20 kWh energije dnevno. Zbog manje efikasnosti prihvata energije u olovne akumulatore uočite da je potrebno povećati proizvodnju fotonaponskog polja i to za cca 30%. Povećanje proizvodnje fotonaponskog polja može

se realno realizirati jedino povećanjem broja fotonaponskih modula u polju. U sustavu s olovnom baterijom se mora osigurati proizvodnja 39 kWh energije iz fotonaponskog polja da bi se moglo trošiti 20 kWh. U sustavu s Li-ion baterijom mora se osigurati 30 kWh iz fotonaponskog polja da bi se moglo trošiti 20 kWh. Razlika je 10 kWh dnevno, što se u grubo može prevesti, za ljetnu proizvodnju od 4 kWh/kwp,

na dodatnih 2,5 kW fotonaponskih modula. Ti se moduli moraju i povezati i montirati, dakle potreban je i kabel i montažni materijal, ali i odgovarajući jači ulaz regulatora punjenja. Dakle i ovo je dodatni argument u korist Li-ion baterija. Primjenom Li-ion baterija komponente sustava se mogu optimirati i nije potrebno povećavati fotonaponsko polje za proizvodnju energije koja se mora proizvesti, a ne može se korisno pohraniti u olovnu bateriju!

Važno je uočiti da Li-ion tehnologija omogućava 2 do 4 puta veći broj ciklusa pražnjenja i punjenja kako je prikazano na slici 10. Pri usporedbi se opet uzima da se olovna baterija smije prazniti samo do 50% kapaciteta kako bi se održao što veći broj ciklusa, oko 500, u životnom vijeku olovne baterije. Li-ion baterija se smije, kako smo već objasnili, prazniti praktički skoro do kraja, dakle na raspolaganju nam je cijeli kapacitet Li-ion baterije.

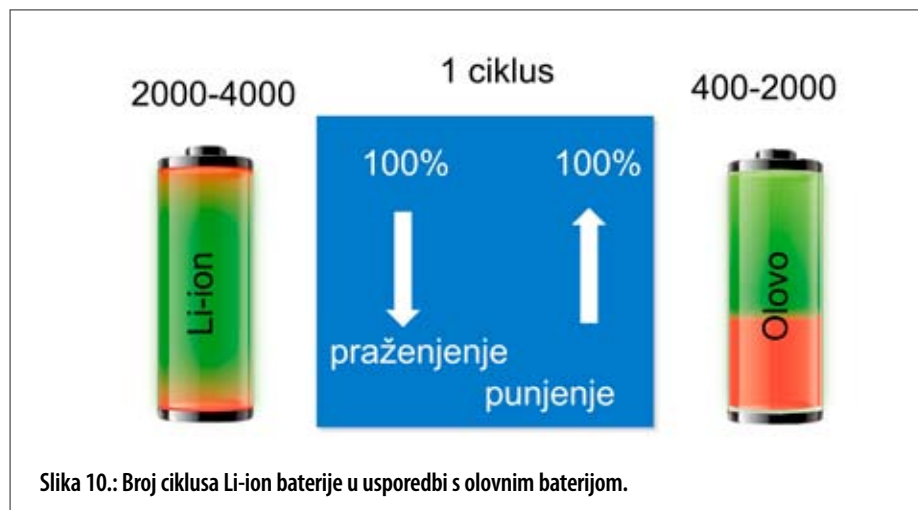
Do sada smo zaključili:

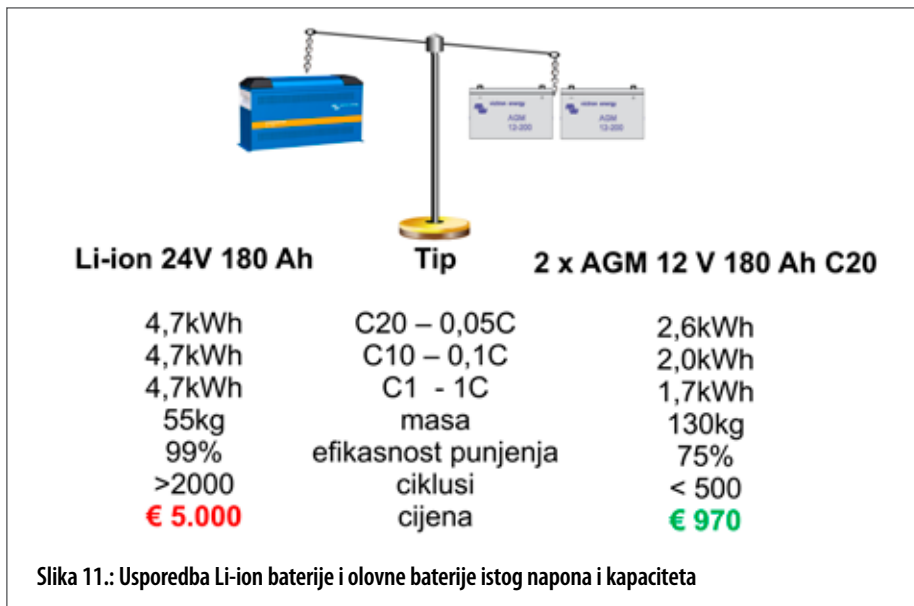
1. Ako koristimo olovne baterije moramo uzeti dvostruki kapacitet u odnosu na Li-ion baterije, kako bismo olovne praznili samo do 50%. To će rezultirati četverostrukom masom olovnih baterija u odnosu na Li-ion baterije.

2. Olovne baterije će trajati u najboljem slučaju pola trajanja Li-ion baterija, a vjerojatno tek četvrtinu vijeka Li-ion baterija.

Pokušajmo sada „financijski odvagnuti“ baterije kroz opisane spoznaje.

Slika 11. gdje uspoređujemo dvije baterije, ali samo po naponu i kapacitetu,



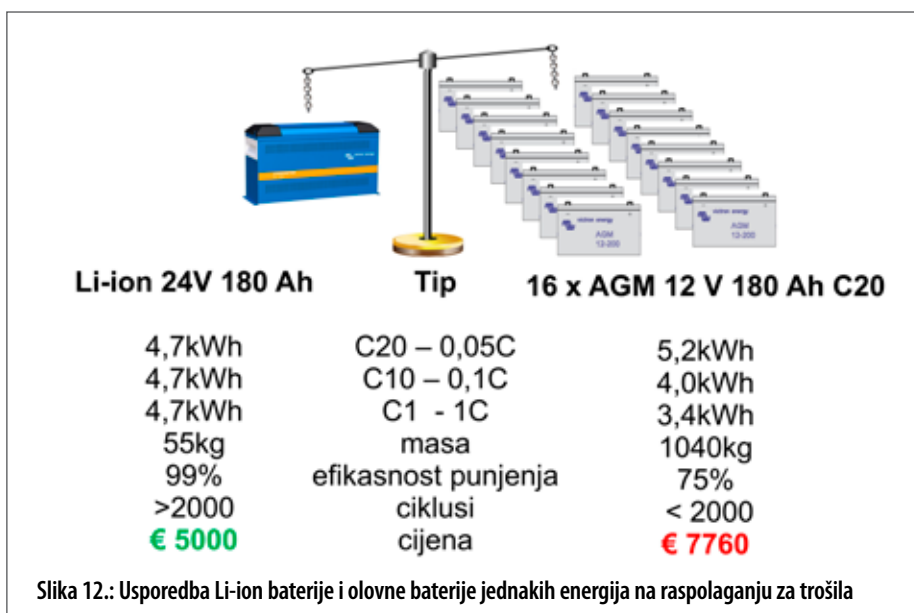


može nas dovesti na brzi zaključak da se Li-ion baterije ne isplate. Li-ion baterija je 5 puta skuplja od olovne! To je istina!

Slika 12. uspoređuje dvije baterije na način da one daju isti broj ciklusa i da one daju trošilima istu energiju po ciklusu. Dakle 2 AGM baterije smo prvo morali udvostručiti na 4 baterije zbog toga što AGM bateriju praznimo samo do 50% kapaciteta, a onda smo u tijeku 2000 ciklusa morali predvidjeti ukupno 4 seta AGM baterija. I zato u ovoj usporedbi po energiji koja je na raspolaganju trošilima imamo 16 AGM baterija naspram jedne Li-ion baterije. Sada jezičac financijske vage jasno

preteže u korist Li-ion baterije. I ne zaboravimo i usporedbu mase 55kg naspram 1040kg. Možemo reći da je ista količina energije koja se dostavlja trošilima $1040/55 = 19$ puta bolje pakirana u Li-ion baterijama! Slikom 12. smo argumentirano raščistili ekonomsku stranu primjene Li-ion baterija i „pospremili“ olovne baterije u povijest, kamo zapravo i pripadaju. Naravno ako imamo novaca za startnu investiciju. Uz Li-ion baterije i upravo opisano razmišljanje moramo se zapitati da li smo dovoljno bogati da i dalje kupujemo olovne baterije u našim sustavima?

josip.zdenković@schrack.hr



SCHRACK POSLOVNICE I
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJEČI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.