

# Elektrolitska korozija

**Z**a samokorozije smo već rekli da je to korozija koja nastaje kada je samo jedan komad metala ili neke legure u morskom okruženju ili zraku koji je zasićen solju ili ga često oplakuje morska voda. Proces korozije je vrlo spor, posebno ako se radi o brončanim legurama. Gubitak materijala je tek nekoliko tisućinki milimetra godišnje. Najbolji način kontrole samokorozije je zaštitno premazivanje odgovarajućim bojama, anodizacijom i sličnim površinskim zaštitama.

Kod galvanske korozije proces započinje kada su dva ili više različitih metala ili legura, međusobno električno povezani i okruženi elektrolitom. Galvanska korozija je u biti elektrokemijski proces, u kojem su za djelovanje korozije presudni vlastiti galvanski naponi različitih materijala odnosno materijala koji sudjeluju u

procesu. Galvanska korozija je već mnogo ozbiljnija i može nanijeti priličnu štetu. Od nje se možemo zaštititi odgovarajućim sustavom uzemljenja i postavljanjem žrtvenih anoda (cink protektora), koje moraju biti odgovarajuće veličine i pravilno razmještene na podvodnom dijelu plovila. Svi fitinzi i ostali metalni dijelovi u podvodnom dijelu plovila koje štitimo moraju biti povezani s anodama preko sustava uzemljenja na brodu. Obično je to veza preko priključka uzemljenja na bloku motora. Međutim žrtvene anode, odnosno cink protektori nas neće zaštititi od elektrolitske korozije, odnosno korozije uzrokovane lutajućim strujama.

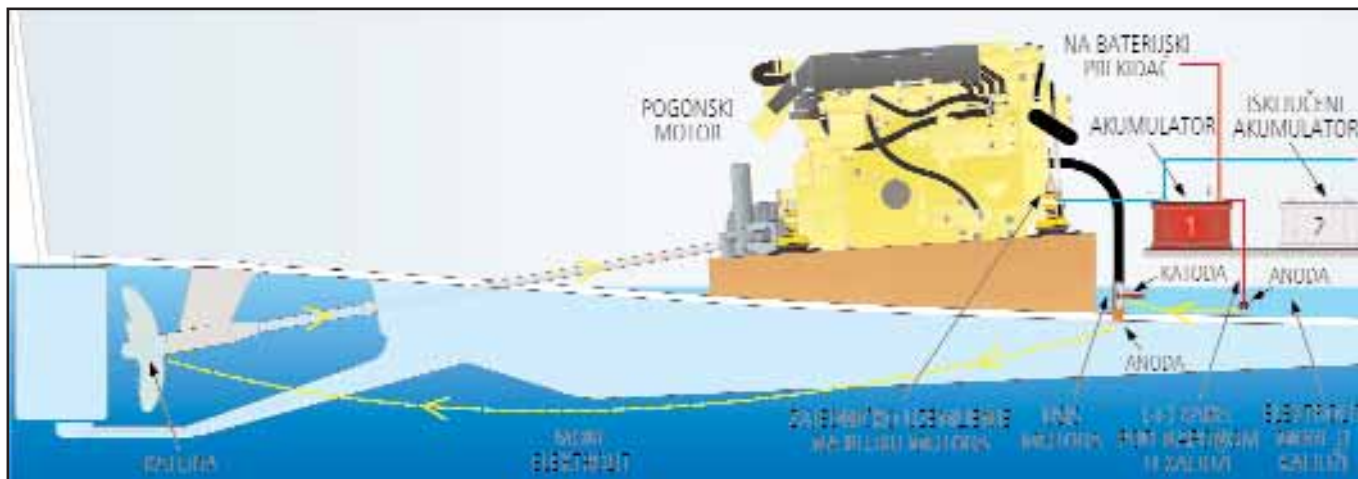
## Elektrolitska korozija

To je najopasniji oblik korozije na brodu. Uzrokuje ju dodatni vanjski

**Ovu vrstu korozije uzrokuju tzv. "lutajuće struje" koje nastaju zbog neispravne opreme, greške u spajanju brodske instalacije ili loših, korodiranih spojeva na različitim mjestima. Glavna opasnost kod ove vrste korozije je u tome što pod određenim okolnostima vrlo brzo može doći do oštećenja nekog dijela opreme, čak u samo nekoliko tjedana, a u ekstremnim slučajevima i samo nekoliko sati**



Na brončani i inoks usis mora smo spojili napajanje sunčanog kolektora. Napon solarnog panela pri dnevnom svjetlu (bez sunca) je bio 8 V i već je nakon 5 dana vidljivo je djelovanje korozije na svim uronjenim dijelovima



Slika 1. Mehanizam djelovanja elektrolitske korozije i putevi kojima se zatvara strujni krug

narinuti napon odnosno strujni tok kroz metal uronjen u elektrolit. Ova struja može doći iz vlastitog plovila, zato što je neka od žica pod naponom prekinuta i uronjena u kaljužu, ili je neispravan neki dio opreme npr. pumpa, davač tlaka ili temperature na motoru. Lutajuća struja može doći i sa susjednog plovila, preko priključka na kopno kroz morsku vodu i sustav uzemljenja, kroz podvodne priključke. Ove struje mogu se pojaviti i zbog greške u spajanju brodske instalacije ili loših korodiranih spojeva na različitim spojnim mjestima. Glavna opasnost ove vrste korozije je u tome što, pod određenim okolnostima vrlo brzo može doći do oštećenja nekog dijela opreme čak u samo nekoliko tjedana, a u ekstremnim slučajevima i samo nekoliko sati! Može nam potpuno razoriti neku osovinu, fitting ili neki drugi dio metalne opreme koji se nađe u tom novom strujnom krugu. Napon koji može uzrokovati ovakva oštećenja može varirati od nekoliko milivolta i struje od nekoliko miliampera, kada je proces obično i sporiji, ali kod npr. istosmjernog napona on može biti toliki koliki je napon baterija, dakle 12 ili 24 volta! U tom slučaju i struja može biti veličine nekoliko miliampera, pa sve do nekoliko ampera. Kod jačih struja i proces korozije može biti vrlo brz. Jačina struje ovisi o otporu u strujnom krugu koje formiraju lutajuće struje.

### Način djelovanja elektrolitske korozije

Kako bi shvatili mehanizam djelovanja ove vrste korozije treba se ponovno podsjetiti da za nastanak korozije uvijek trebamo četiri osnovna elementa. Anodu, katodu, elektrolit i električnu vezu između anode i katode. Ova vrsta korozije može nam se dogoditi samo ako imamo problema s instalacijama, ožičenjem, opremom, ili uzemljenjima.

Na jednostavnom primjeru (slika 1.) ćemo pokušati objasniti način djelovanja elektrolitske korozije. Na plovilu imamo dva međusobno povezana akumulatora. Jednog smo izvadili i odnijeli na punjenje. Pritom je žica koja povezuje ove akumulatora ostala spojena na pozitivni vod akumulatora koji je ostao na brodu, ali je njen drugi kraj s priključnom klemom pao u kaljužu. Na početku kruga pozitivna žica uronjena u kaljužu je anoda preko koje se zatvara put ionima do unutrašnjeg dijela najbližeg ispusta na trupu, koji je u ovom slučaju katoda. Ali krug se ovdje ne zaustavlja. Put iona se preko ispusta zatvara kroz morsku vodu do osovine i propelera. Ovdje je dio vanjskog dijela ispusta anoda, a propeler katoda. Veza se nastavlja kroz osovinski vod preko kopče do bloka motora i negativnim vodičem natrag do akumulatora. U ovom slučaju anoda je kraj uronjenog dijela žice i vanjski dio ispusta. Oboje će u ovom slučaju

početi korodirati. Međutim, ispust je brončani, a žica na kojoj je priključna klemna za akumulator bakrena, pa će u ovom slučaju vrlo brzo stradati bakrena žica. Jednostavno će nestati i ostatak će samo malo bakrenog oksida. I u trenutku kad se bakreni dio koji je u kaljuži rastopi, prekida se strujni krug i prestaje djelovanje elektrolitske korozije.

### Najčešći izvori lutajućih struja Oštećenja izolacije

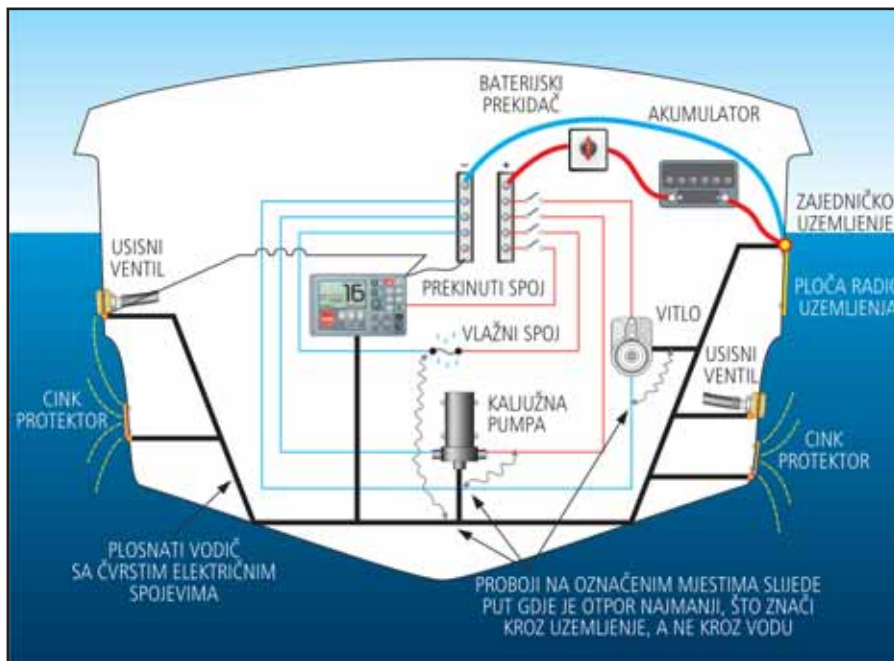
Do elektrolitske korozije može doći i zbog prekinute ili loše izolacije na žicama. Jedan od češćih uzroka nastanka lutajućih struja odnosno elektrolitske korozije je proboj izolacije na kaljužnoj pumpi ili na prekidaču s plovkom koji uključuje ili isključuje kaljužnu pumpu. Osnovno pravilo je da se svi prekidači, bili oni s plovkom montirani u kaljuži, ili na kontrolnoj ploči kao i svi osigurači uvijek ugrađuju u pozitivni vodič (slika 2.).

### "Slani mostovi"

Često između dva vodiča ili priključka može doći do premoštenja preko "slanog mosta" jer nakupina vlažne soli može biti vrlo dobar provodnik električne struje.

### Loše uzemljenje

Uvijek kad postoji razlika u naponu između dviju točaka postoji tendencija da se stvori strujni tok prema točki s negativnim naponom.



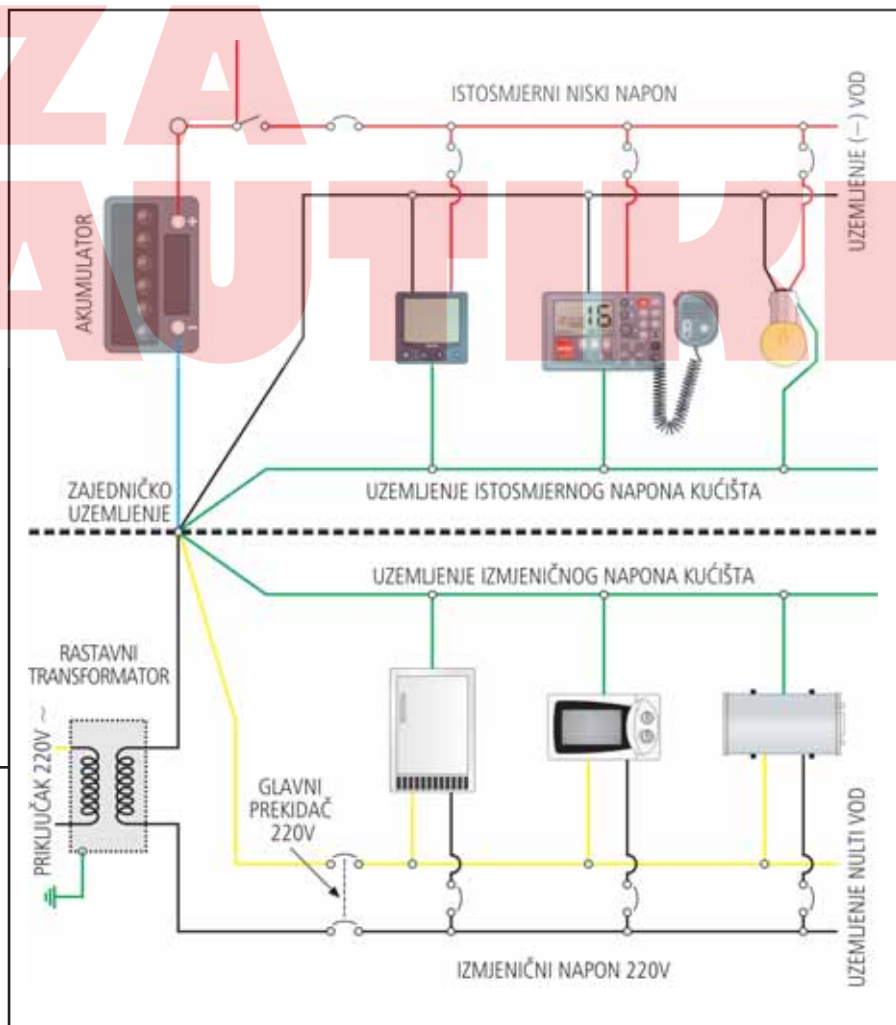
Ako imamo ugrađen sustav uzemljenja koji je kvalitetnim vodičem (s malim otporom) spojen povratno do negativnog pola akumulatora, svi proboji tj. "curenja" struje na uređajima ili oštećenim kablovima, osim ako kabel pod naponom nije direktno uronjen u kaljužu ili morskou vodu, neće uzrokovati veće probleme niti oštećenja opreme. Drugim riječima, nećemo imati problema s elektrolitskom korozijom. Strujni krug se uvijek zatvara preko mjesta gdje je otpor najmanji, a to je u našem slučaju vodič uzemljenja, a ne morska voda ili kaljuža. Međutim, ostaje nam problem nekontroliranog pražnjenja akumulatora i sve posljedice koje iz tog proizlaze.

Često se ovaj strujni tok zatvori upravo kroz more. Što je veća razlika u naponu to je i jači strujni tok. Ovaj slučaj je moguć ako na podvodnom dijelu imamo uzemljenje za radio koje je na različitom električnom potencijalu od uzemljenja na bloku motora na koji su vezani metalni ispusti na podvodnom dijelu plovila.

U tom slučaju pojavljuje se struja između ispusta i radiouzemljenja.

### Proboji na metalnim kućištima uređaja

Često su elektronički ili neki drugi električni uređaji ugrađeni u zaštitnim metalnim kutijama, koje se u pravilu uzemljuju, odnosno vezuju na zajedničko uzemljenje plovila. Zbog specifičnih uvjeta u morskome



Na strani niskog istosmjernog napona svaki električni uređaj je priključen s dva vodiča, od kojih je jedan pozitivni (+) i ide ka uređaju, a drugi negativni od uređaja prema izvoru. Povratni negativni vod je ujedno i vodič uzemljenja. Treći vod uzemljenja istosmjernog napona, jednako kao i zeleni vod uzemljenja u izmjeničnom dijelu je spoj dijelova koji nisu pod naponom tj. metalnih kutija, kućišta motora, okvira i prolaza kroz trup itd. sa zajedničkim uzemljenjem. Na slici je prikazan pojednostavljeni sistem ožičenja za istosmjerni i izmjenični dio instalacije na plovilu. Treba napomenuti da ova dva kruga instalacije moraju biti potpuno odvojena. Jedina zajednička točka im je točka uzemljenja.

## Ispitivanje proboja i postojanja lutajućih struja na plovilu

Ako sumnjamo da na plovilu imamo problem s lutajućim strujama, postoji nekoliko jednostavnih testova kojima to možemo sa sigurnošću utvrditi. Dovoljno je imati srednje kvalitetan digitalni multimeter i osnovno znanje kako ga namjestiti i očitati vrijednosti.

### Test 1.

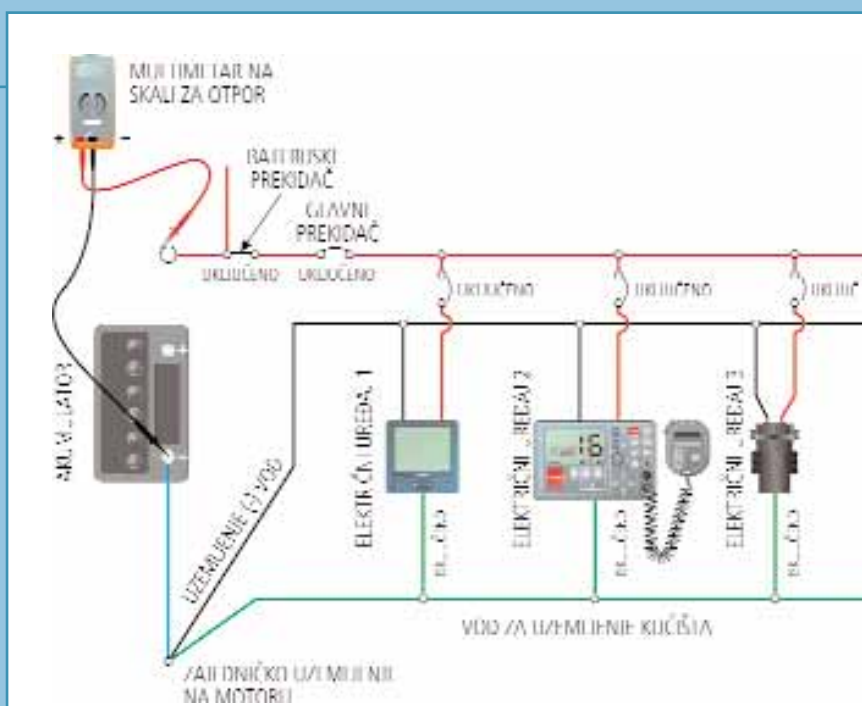
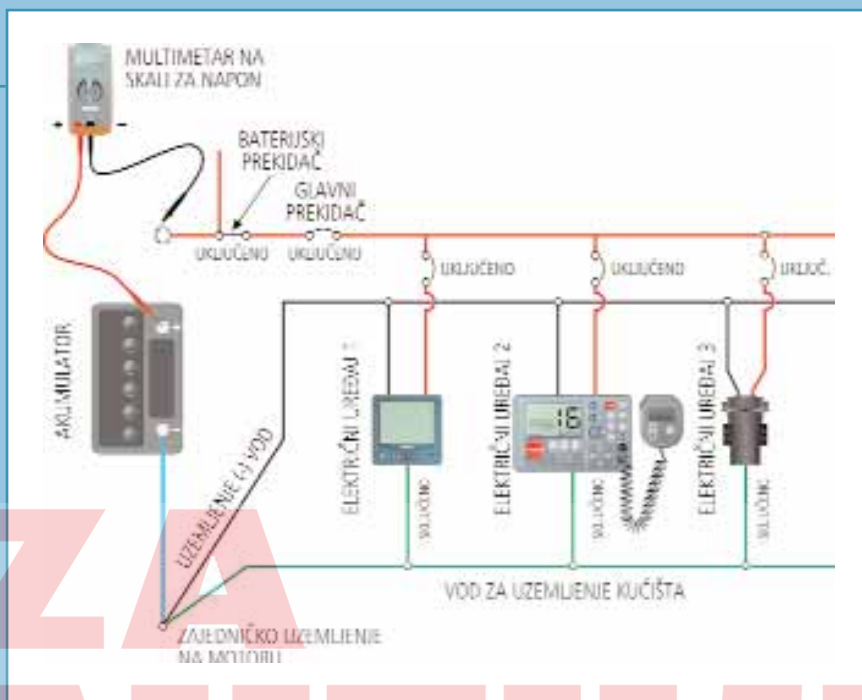
Prvim testom mjerimo napon da odredimo imamo li problem lutajućih struja. Svi prekidači na uređajima moraju biti isključeni. Prekidači na glavnoj ploči ostaju uključeni. Isključimo pozitivni priključni kabel s akumulatora, a prekidač za akumulator prebacimo na poziciju uključeno (ON). Multimeter postavimo na mjerenje napona (raspon do 20 V). Pozitivnu (crvenu) štipaljku multimetra priključimo na pozitivnu klemu akumulatora, a negativnu (crnu) na kabel koji smo skinuli s akumulatora. Budući da su svi prekidači na uređajima na poziciji isključeno (OFF), na voltmetru bi očitavanje trebalo biti 0,0 V. Ukoliko očitavamo 12 V, ili manje, znači da nam je još neki od prekidača uključen, ili na nekom mjestu imamo proboj odnosno "curenje" struje.

Pretpostavimo da smo očitali napon od 10,0 V, a svi prekidači su isključeni. Sigurno je da imamo proboj, ali još ne znamo koliko struje gubimo na tom mjestu. Jačina struja ovisi o otporu koji je u tom novom strujnom krugu gdje je nastao proboj, a o jačini struje ovisi i brzina i intenzitet korozije.

Sljedeće što moramo učiniti je izmjeriti otpor.

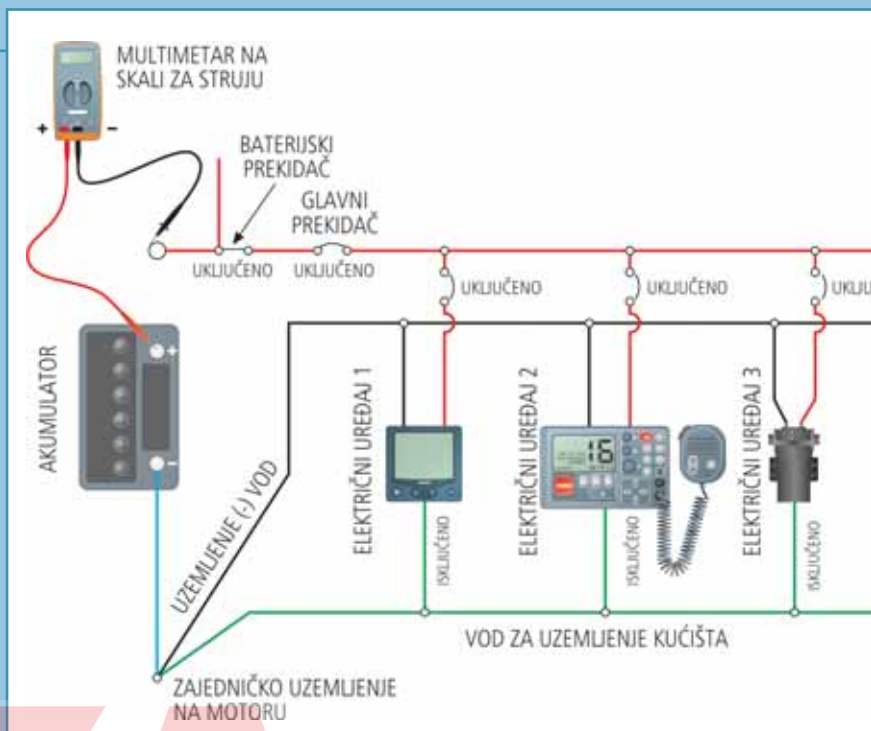
### Test 2.

Multimeter postavimo na skalu za mjerenje otpora. Svi prekidači kao i kleme na akumulatoru su u istim pozicijama kao i ranije. Pozitivnu štipaljku instrumenta spojimo na kabel koji smo skinuli s akumulatora, a negativnu štipaljku spojimo na negativnu klemu akumulatora. Vrijednost struje dobijemo tako da prethodno izmjereni napon npr. 10,0 V podijelimo s izmjerenim otporom. Npr. ako je izmjereni otpor iznosio 1,2 ohma, vrijednost struje jednaka je  $10/1,2=8,33$  A. Vrijednost ove struje već i kroz kraće vrijeme može prouzročiti ozbiljne korozivne probleme.



### Test 3.

Ako vaš multimeter može mjeriti struju do 10 A možemo izravno izmjeriti koliko struje gubimo. Postavimo multimeter na skalu za mjerenje ampera, prekidači su u istom položaju kao i ranije, + štipaljku multimetra spojimo na + klemu akumulatora, a minus štipaljku na negativni kabel. Zakretanjem prekidača na multimetru pronaći ćemo pravu vrijednost u amperima ili miliamperima. Ukoliko je očitana vrijednost manja od 1 miliamper ne postoji mjesto proboja, odnosno nema lutajućih struja. Ukoliko su vrijednosti struje veće od navedenog pojedinačnim isključivanjem i eliminacijom jednog po jednog uređaja i vodiča treba pronaći mjesto proboja.



okruženju, svaki proboj unutar uređaja prema kućištu postaje potencijalno mjesto za stvaranje lutajućih struja, odnosno elektrolitske korozije.

### Neodgovarajuće ožičenje i korozija na spojevima

Ovakva mjesta često su uzrok pada napona, posebno na strani uzemljenja. Zbog toga su različiti krugovi uzemljenja na različitim naponima što pogoduje struji da pronade neke druge putove između pojedinih dijelova opreme i uzemljenja.

### Što i kako uzemljiti?

Sva električna oprema u kućištima ili bez njih mora biti povezana na zajedničku točku uzemljenja i to odgovarajućim kabelom koji će osigurati da nema naponskih razlika. Ovo važi i za sve podvodne ispuste koji dolaze u kontakt s kaljužom. To će olakšati lutajućim strujama da preko fittinga imaju direktni spoj sa zajedničkim uzemljenjem i tok iona se neće povezivati nepredvidivim putovima i kroz vodu. Uzemljenje štiti ove fittinge od unutrašnjih generiranih isto-

smjernih lutajućih struja. Na zajedničko uzemljenje trebalo bi biti priključeno:

- negativni (-) kabel s akumulatora,
- povratni negativni kabel s glavne razvodne ploče,
- glavni vodič uzemljenja
- uzemljenje za radio
- gromobransko uzemljenje
- uzemljenje s priključka na kopno
- kabel uzemljenja s generatora, ako se takav nalazi na plovilu.

Marko Cvitanić

## WALTER KUNEJ POLIESTERSKI KOMPOZITI

- Knjigu možete naručiti kod **Lantina d.o.o. M. Barača 19, 51000 Rijeka**
- Pouzećem po cijeni od **130,00 kn**
- Uplatom na žiro račun **2386002-1100501552** u iznosu od **115,00 kn**
- Način plaćanja: pouzećem ili općom, odnosno posebnom uplatnicom na žiro račun **2386002-1100501552**, Lantina d.o.o.
- U "poziv na broj" upišite **10 + vaš broj telefona** (ili matični broj tvrtke)
- Po izvršenoj uplati, kopiju uplate faksirajte na fax: **051 685 462** ili pošaljite poštom na adresu **Lantina d.o.o. M. Barača 19, 51000 Rijeka**