



Spajanje brodskog električnog sustava na kopnenu mrežu

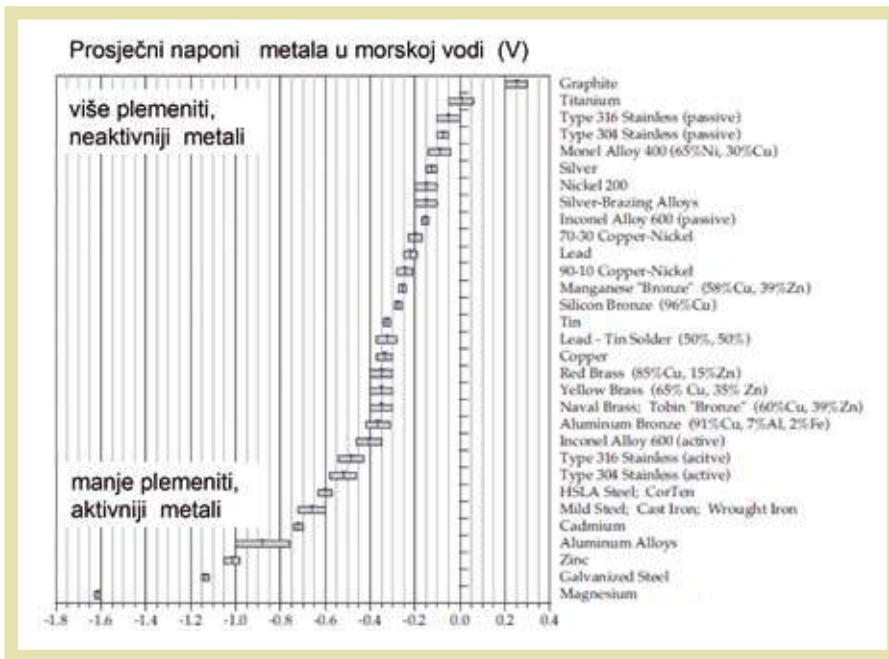
Tekst: **Josip Zdenković, Schrack Technik** Foto: **Schrack Technik i arhiva**

U prethodnom broju obradili smo temu spajanja plovila na električnu mrežu s kopna, barem one osnovne elemente koji takav sustav čine funkcionalnim.

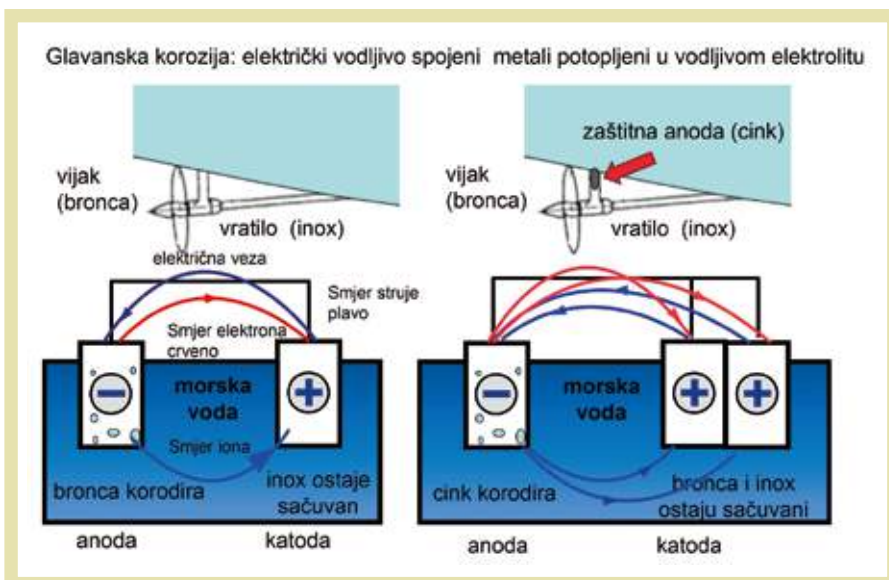
Iako se čini da se o ovome baš i nema što puno pisati niti otkrivati neke posebne tajne, mislimo da je važno malo detaljnije pojasniti sve dobre strane, ali i probleme koji nužno prate

svako spajanje električnog sustava plovila na sustav napajanja s kopna. Utoliko više što se zbog specifičnih uvjeta u morskome okruženju mogu javiti mnogi problemi koji mogu

Ubacivanje galvanskog izolatora predstavlja vrlo praktično rješenje za sprečavanje ubrzane galvanske korozije koja se javlja uslijed priključenja na obalnu mrežu. Zaštitni vodič s priključka broda spaja se na galvanski izolator na jednom kraju, dok se drugi kraj galvanskog izolatora spaja na sabirnicu za izjednačenje potencijala u brodu. Galvanski izolator zapravo je antiparalelni spoj dviju grupa dioda spojenih u seriju od po dvije diode



Tablica 1. Prosječni potencijal metala u morskoj vodi



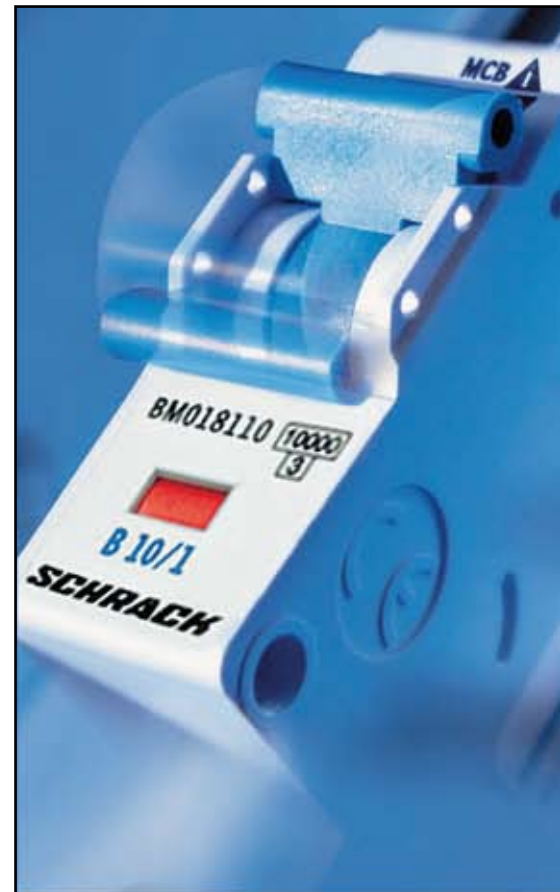
Skica 1. Galvanska korozija i zaštita metalnih dijelova od galvanske korozije

uzrokovati dosta materijalne štete na plovilu, a ako nismo iskoristili sve elemente zaštite, u nekim situacijama može doći i od električnog udara od koga mogu stradati i ljudi. Jer treba povezati i odgovarajuće zaštititi oba strujna kruga, dakle i izmjeničnog napona 220 volti, i onog istosmjernog od 12 ili 24 volti koji se napaja iz baterija. Osim toga treba osigurati i odgovarajuću katodnu zaštitu, posebno ako se radi o čeličnim ili aluminijskim plovilima. Doduše ništa manji problem nije ni sa stakloplastičnim pa čak i drvenim plovilima. Da bi nam sve skupa bilo malo jasnije treba objasniti

neke osnovne fizikalne i električne procese koji se događaju kad su različiti materijali, posebice metali, električno povezani preko elektrolita, odnosno morske vode, kao što je to slučaj kod brodica.

Utjecaj morskog okruženja

Metali pokazuju vlastiti specifični električni potencijal karakterističan za održavanje vlastitih molekula na okupu. Taj potencijal razlikuje se od metala do metala, što je vidljivo iz tablice električnih potencijala za različite metale i slitine uronjene u morsku vodu.



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



INTERNET TRGOVINA

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

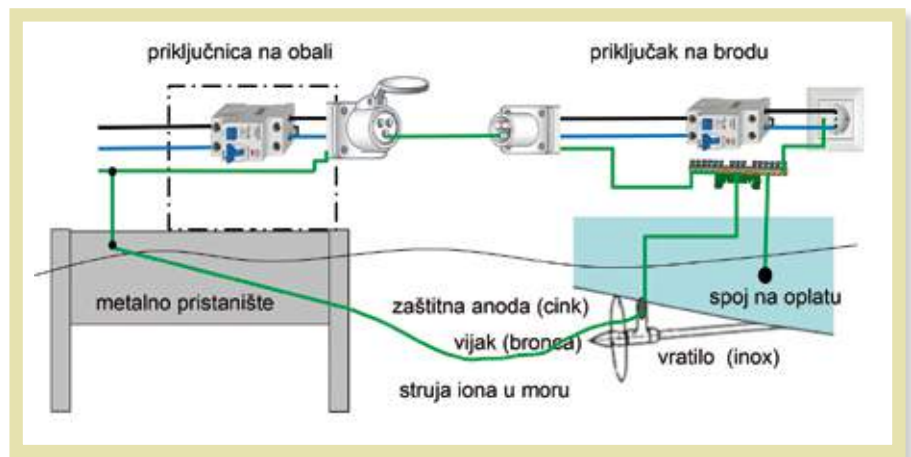
www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

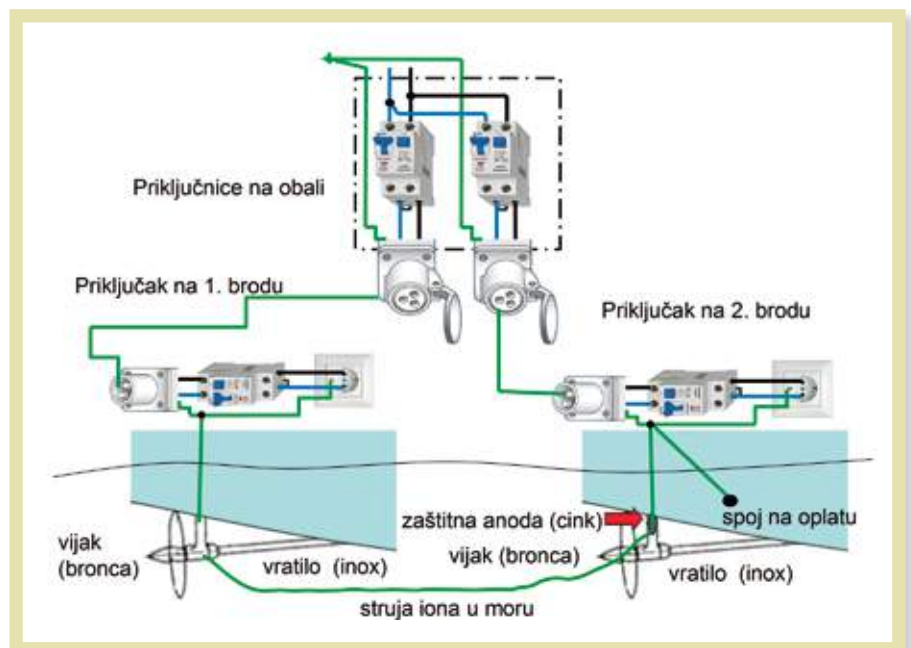
Iz tablice 1. je vidljivo da se razina specifičnih potencijala metala uronjenih u more kreće od $-1,6\text{ V}$ do $+0,4\text{ V}$. Uspoređujući potencijale dvaju metala može se zamijetiti postojanje razlike potencijala među pojedinim metalima. Na primjer, cink ima $-1,0\text{ V}$, a bronca $-0,3\text{ V}$. Razlika potencijala od $0,7\text{ V}$ između ova dva metala zapravo predstavlja napon koji može protjerati struju. Uronimo li te metale u elektrolit, odnosno bilo koju električki vodljivu tekućinu, dobit ćemo galvaniski članak, odnosno „bateriju“ s određenim naponom.

Više negativni, odnosno manje plemeniti metal naziva se anoda i to je (-) pol naše „baterije“. Manje negativni ili čak pozitivni, odnosno plemeniti metal naziva se katoda, i to je plus (+) pol „baterije“. Ovo nam je poznato još iz osnovne škole kada smo učili o Voltinom članku; štapić bakra i cinka uronjeni u sumpornu kiselinu postaju baterija s naponom od $1,1\text{ V}$.

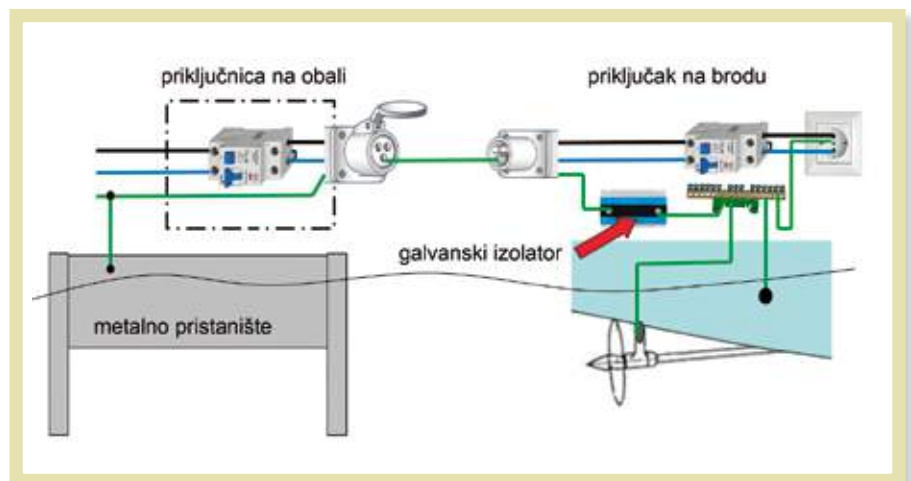
Ako su pak dva metala uronjena u elektrolit spojena još i električkom vezom, vodičem, doći će do izjednačavanja potencijala. S negativnije anode vodičem će poteći elektroni prema katodi i zatvorit će se strujni krug. Protok elektrona, nositelja negativnog naboja, vodičem od minusa prema plusu možemo shvatiti i kao pomak pozitivnog naboja od plusa prema minusu, tj. od katode prema anodi. Smjer pozitivnog naboja je ono što se dogovorno uzima kao „službeni smjer struje“, dakle od pozitivnog pola kroz priključni vodič baterije prema negativnom polu baterije. Anoda gubitkom elektrona više ne može držati svoje molekule na okupu. Elektronima osiromašeni dijelovi anode, dakle pozitivno nabijeni dijelovi anode (ioni) ne mogu se oduprijeti odvajanju od anode. Vodičem će dakle teći elektroni, dok će elektrolitom teći ioni. Zbog toga počinje i proces razgradnje metala tj. proces elektrokemijske korozije koji se naziva još i galvaniska korozija. To ime dobio je zato jer je za struju zaslužan galvaniski napon tj. razlika specifičnih potencijala između dvaju metala uronjenih u elektrolit. Više negativna, manje plemenita elektroda anoda se troši i korodira, dok manje negativna, odnosno plemenitija elektroda, katoda ostaje sačuvana, odnosno biva čak i presvučena slojem metala anode. Anoda koja se troši naziva se i žrtvenom anodom, a sam proces čuvanja katode



Skica 2. Ako smo privezani za metalno pristanište žrtvene anode se brže troše jer tada štitimo i podvodni dio metalne konstrukciju pristaništa



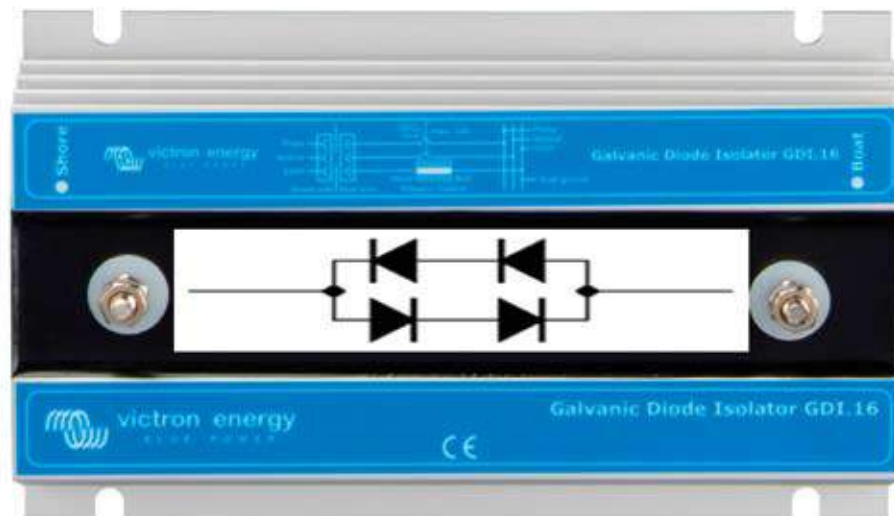
Skica 3. Ako je situacija s dva susjedna broda kao na skici, žrtvene anode sa zaštićenog broda troše se brže nego što očekujemo jer brod 2 štiti i brod 1



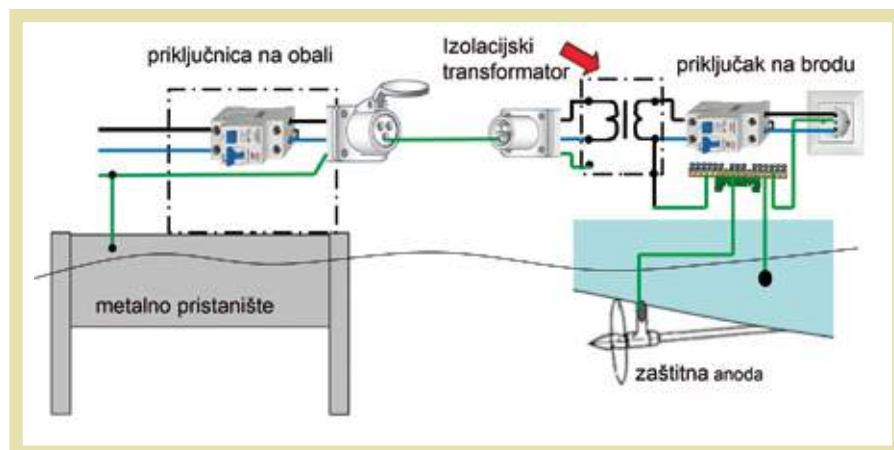
Skica 4. Galvanski izolator prekida krug galvanске struje. No što ako u jeftinom galvanском izolatoru dođe do uništenja dioda? Brod je tada naravno zaštićen od galvanских struja jer nema spoja sabirnice za izjednačenje potencijala i obalnog zaštitnog vodiča, ali instalacija na brodu ostaje nezaštićena od indirektnog dodira, a tu novu vrstu opasnosti nitko ne signalizira...



Po dolasku u marinu informirajte se o zaštitama koje pruža prostanišni ormarić. Po važećim normama obavezno je imati za korisnike dostupan informacijski list o zaštitama ugrađenim u ormarić



Galvanski izolator



Skica 5. Izolacijski transformator rješava sve probleme galvanskih struja jer osigurava potpuno galvansko odvajanje primarne od strane na brodu

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

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

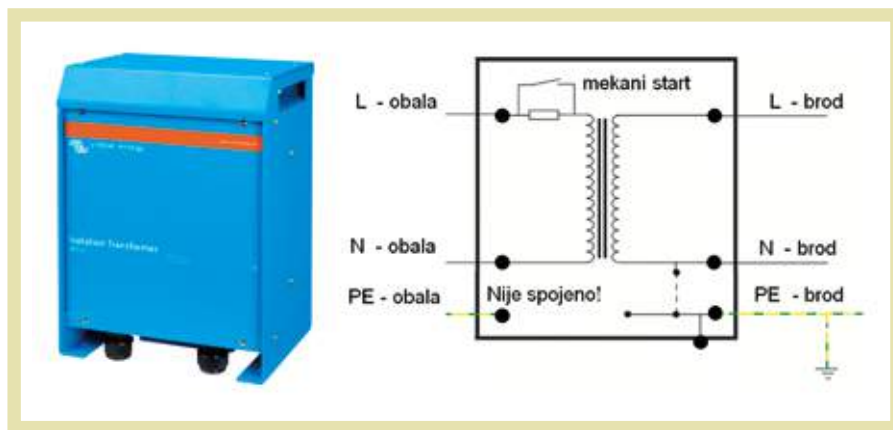
nauštrb namjerno žrtvovane anode naziva se katodna zaštita. Materijali, bolje rečeno metali koje na ovaj način želimo sačuvati obično su vitalni dijelovi plovila, osovine, propeleri, kormila, ispusti, pogonski dijelovi motora, u ovom slučaju su katode.

Značaj žrtvene anode

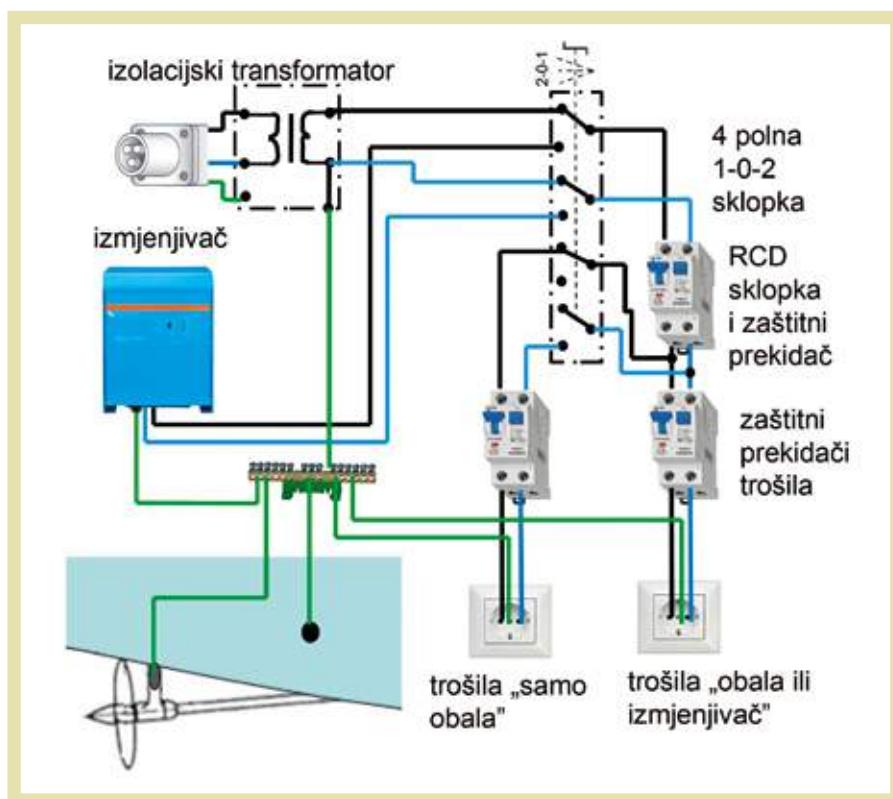
Što se događa na brodu vidljivo je iz crteža na skici 1 gdje je prikazana situacija s dva različita električki povezana materijala uronjena u more. Zbog galvanske korozije bronca korodira, a inoks ostaje sačuvan. No ako se na brodu postavi žrtvena anoda od cinka, tada će korodirati ona, dok će bronca i inoks ostati sačuvani. Tu se vidi puni smisao naziva žrtvena anoda. Dakako žrtvene anode treba redovito kontrolirati i mijenjati, a prilikom bojenja treba paziti da žrtvene anode ostanu čiste i neobojene, a povremeno s njih treba ukloniti naslage algi. Veličina žrtvene anode povezana je veličinom metalnih površina broda pod morem koje štitimo, no ako dođemo na vez i priključimo se na struju, preko zaštitnog vodiča dolazi do električke veze metalnih masa pristaništa i metalnih dijelova broda. Kako se i pristanište i brod nalaze u morskoj vodi, a električki su povezani zaštitnim vodičem, tako neminovno dolazi do galvanske korozije, pri čemu žrtvena anoda štiti ne samo brod, već i pristanište. Štiteći pristanište tijekom zimovanja i mirovanja, ako je brod ostao priključen na kopno zbog održavanja baterija, žrtvena anoda će se puno brže potrošiti nego se očekuje dok štiti samo brod! Ova situacija prikazana je na skici 2. Međutim nisu u pitanju samo metalni pontoni i pristaništa, već i sve veće metalne mase ispod i oko broda.

Što se događa pod vodom

Imamo i sljedeću situaciju; ako je nekoliko plovila priključeno na isti priključni ormarić, preko zaštitnog vodiča povezat će se i metalni dijelovi. I sada se može dogoditi da je vaš brod zaštićen žrtvenim anodama, ali susjedno plovilo s kojim ste povezani zaštitnim vodičem je neštićeno (skica 3). U tom slučaju vaša žrtvena elektroda štitić će vaš brod, ali i susjedno neštićeno plovilo, pri čemu će vaša žrtvena anoda ubrzano gubiti masu, što znači da će se žrtvena anoda trošiti brže nego je očekivano. Problem bržeg trošenja nije u samoj cijeni



Skica 6. Vanjski izgled izolacijskog transformatora i njegova električna shema



Skica 7. Spoj za ručni preklap napajanja s obale i preko akumulatorskog izmjenjivača (invertera)

zaštitne anode ili njene zamjene, već u tome da kad se ona potroši, počinje korozija prvog sljedećeg metala s najnižim vlastitim potencijalom, a to će vrlo vjerojatno bit brončani vijak. A „pojedeni“ vijak je zadnje što priželjkujete kada sljedeće godine dođete po brod koji je prezimio u pristaništu.

Kako izbjeći ili barem umanjiti ovu situaciju ubrzanoga trošenja? Zaštitu metala od galvanske korozije moguće je postići i vanjskim narinutim naponom suprotnog polariteta jednakog ili većeg iznosa od ukupne elektromotorne sile galvanske ćelije.

No to uopće nije jednostavno jer zapravo priključenjem na pristaništa u sustav unosimo unaprijed nepoznatu količinu neštićenih metala...

Galvansko izoliranje

Ubacivanje galvanskog izolatora (skica 4) predstavlja vrlo praktično rješenje za sprečavanje ubrzane galvanske korozije koja se javlja uslijed priključenja na obalnu mrežu. Zaštitni vodič s priključka broda spaja se na galvanski izolator na jednom kraju, dok se drugi kraj galvanskog izolatora spaja na sabirnicu za izjednačenje potencijala u brodu. Galvanski izolator

(skica 4) zapravo je antiparalelni spoj dviju grupa dioda spojenih u seriju od po dvije diode. Da bi diode u galvanskom izolatoru provele u bilo kojem smjeru, napon na njima mora biti veći od 1,4 V, što je ipak više od istosmjernih galvanskih napona koji se mogu pojaviti između različitih metala na brodu, pristaništu ili susjednom galvanski nezaštićenom brodu. Tako se prekida strujni krug istosmjernih galvanskih struja između plovila i metalnih dijelova izvan broda, pristaništa, metalnih sidrenih lanaca i slično. Važno je uočiti da za izmjenične napone i struje, koje su opasne po život, ovaj galvanski izolator ne predstavlja izolaciju i u tom smislu se ne narušava povezivanje metalnih masa broda i obalnog zaštitnog uzemljenja, odnosno ne narušava se djelovanje zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali i brodu!

Primjena izolacijskog transformatora

Poučeni maločas opisanim činjenicama možemo reći kako najbolji način odvajanja instalacije broda od obale u smislu sprečavanja galvanskih struja i postizanja najvišega stupnja sigurnosti ljudi na brodu, predstavlja primjena izolacijskog –

odvojnog transformatora (skica 5). Taj transformator prenosi napon s obale u omjeru 1:1, ali sekundarni izlazi transformatora su potpuno odvojeni od primarnih izvoda i na taj način osiguravaju galvansko odvajanje, što je vidljivo iz sheme izolacijskoga transformatora na skici 6. Izolacijski transformator na primaru tj. na obalnoj strani prihvaća zaštitni vodič i on se spaja na predviđenu stezaljku, no ona nije nikamo dalje spojena. Na sekundarnoj strani, strani broda, jedan izvod izolacijskoga transformatora se uzemljuje na sabirnicu za izjednačenje potencijala. Na sabirnicu za izjednačenje potencijala spaja se i metalno kućište izolacijskoga transformatora.

Za punu sigurnost rada izolacijski transformator u sebi sadrži i napravu za mekani start kako bi se spriječio početni strujni udar tj. potpuno očekivani i uobičajeni kratkotrajni porast struje pri priključenju transformatora na mrežu, što može biti i do deseterostruko viša struja od nazivne. Taj kratkotrajni porast struje gotovo sigurno bi prouzročio iskapčanje nadstrujnih zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali. No to iskapčanje zaštitnih uređaja je potpuno nepotrebno jer to predstavlja normalno ponašanje transformatora pri



U marinama i pristaništima naići ćete na razne tipove ormarića. Raspitajte se o zaštiti. Vaš život i sigurnost su u pitanju i stoga budite uporni.

OBNOVLJIVI IZVORI

SUSTAVI

ZGRADARSTVO

IT

KABELI

RASVJETA

ENERGIJA

INDUSTRIJA

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

priključenju. Priključenjem izolacijskoga transformatora uz pomoć ugrađenog uređaja za mekani start (skica 6) spriječena su neželjena iskapčanja zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali.

Napajanje broskog električnog sustava iz dvaju izvora

I sada dolazimo do pitanja: što ako na brodu imamo baterije i izmjenjivač (inverter) koji 12 ili 24 V istosmjernoga napona pretvara u 220 volti izmjeničnog napona pa još i generator s istim naponom? U tom slučaju nije dozvoljeno istovremeno napajanje instalacije na brodu iz baterije preko izmjenjivača i preko priključka s obale. To je prvenstveno zato jer ako bi trošila na brodu imala dvojno napajanje, dakle i s obale i iz izmjenjivača, a na obali nestane napajanja, zbog recimo radova na priključnom ormariću, tada bi brod povratno napajao priključni ormarić na obali, što može dovesti do strujnog udara servisera koji recimo nešto radi na priključnom ormariću na obali.

Potrebno je stoga osigurati preklopnik kojim se prebacuje napajanje brodske elektroinstalacije tako da je uvijek aktivan samo jedan izvor; ili priključak s obale, ili napajanje iz izmjenjivača na brodu. Jedno takvo rješenje, prikazano na slici 7, kojim se omogućuje da u slučaju napajanja s obale budu priključena i neka trošila, odnosno strujni krugovi, koji inače nisu pod naponom dok je napajanje samo iz izmjenjivača na brodu. Logično je da recimo električni grijač vode bude priključen samo dok se brodica napaja s obale, a ne i u plovidbi kada brodsku mrežu napajaju samo baterije. Ovo se može riješiti ručnom višepolnom sklopkom ili automatskom transfer-sklopkom shematski prikazanom na skici 8, koja prebacuje napajanje s broskog invertera na ono s kopna.

Ako s obale dođe napon na ulaz 1 tada se napon uz malu zadržku od nekoliko sekundi prosljeđuje prema instalaciji broda. Ako s obale nestane napona na ulazu 1 onda se napon bez zadržke prosljeđuje prema ulazu 2, odnosno napon iz izmjenjivača prema instalaciji broda. Ni ovdje nije moguće istovremeno napajanje trošila na brodu iz oba ulaza (skica 8).

Zaključak

U ovom tekstu opisani su samo neki aspekti i načini izvedbe električnih

instalacija na brodu i priključnih ormarića na kopnu. Ostaje još mnogo detalja koji su također važni. Nismo mogli, a ni željeli ući u dodatne i kompliciranije opise korozije brodskih metala, ali i hrastovog drva recimo, do čega dolazi ukoliko nam galvanski napon u korozivnom djelovanju „pojača“ neispravna ili oštećena istosmjerna instalacija, što na brodu može izazvati pojavu tzv. lutajućih struja... Nismo se osvrnuli na razne tipove mreža TT, TN, IT i djelovanje zaštitnog prekidača i RCD sklopke u tim mrežama. Ograničili smo se samo na obalnu mrežu koju bismo po normi morali naći u svakom priključnom ormariću marine (TNS).

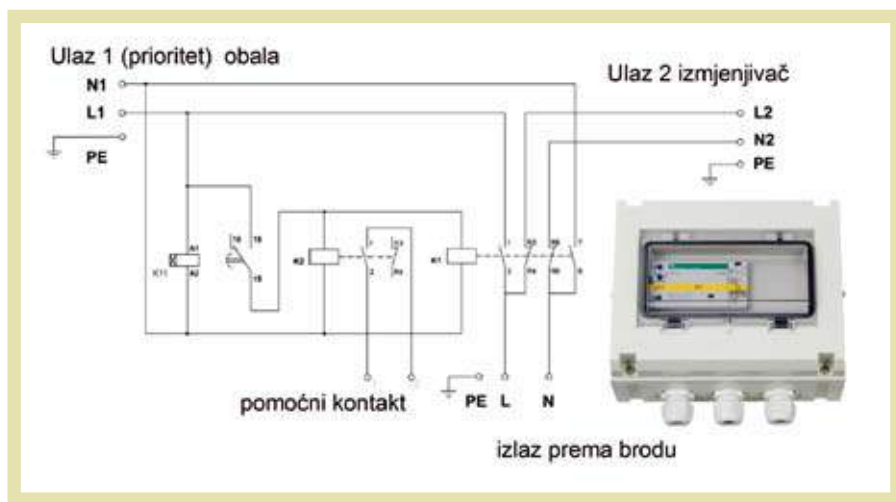
Ne zaboravite da instalacije koriste ljudi, i zato nakon temeljitoga proučavanja uvijek potražite i savjet ovlaštenog projektanta ili tvrtke koja se bavi instalacijama na brodu, i za to ima i obučene djelatnike s važećim svjedodžbama. Pri pristajanju u marini ili pristaništu i priključenju na kopnenu elektromrežu od poslužitelja pristaništa zatražite izvadak-obavijest o instalaciji u priključnom ormariću, jer norma propisuje da taj izvadak mora biti prisutan kako bi sve zainteresirane informirao o načinu korištenja ormarića i prisutnim zaštitama. I na kraju, ne kupajte se u pristaništu i marini i u blizini brodova za koje pretpostavljate da imaju instalaciju izmjenične struje. Na svim tim plovilima trebao bi biti jasno i vidljivo izložen znak zabrane kupanja u blizini jer u slučaju neispravne brodske instalacije to može biti opasno po život!



Zadnja strana Schrackovog priključnog ormarića nevidljiva za korisnika, sa svim zaštitnim sklopkama



I na brodu razvod za 220 V mora biti odvojen od 12 ili 24 voltne instalacije



Skica 8. Izgled automatske transfer sklopke za prebacivanja napajanja s obale i iz invertera sa shemom spajanja