

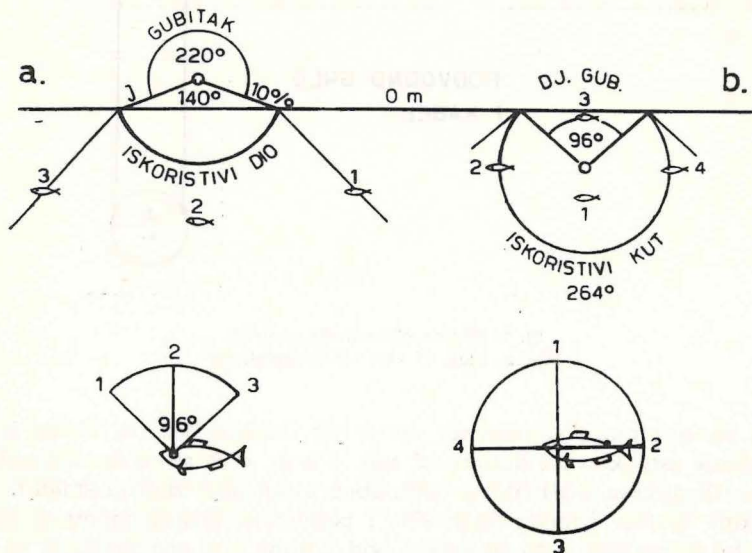
PRELIMINARNI PODACI O RADU PODVODNIM SVJETLIMA*)

PRELIMINARY DATA ON WORK WITH UNDERWATER LAMPS

Miroslav Haber — Dušan Zavadnik
Institut za biologiju mora, Rovinj

Promatrajući sve zakonitosti pri zračenju nadvodne i podvodne žarulje treba imati na umu da se svjetlo tih žarulja vlada po nekim poznatim fizikalnim zakonima (Snellov zakon loma, Lambertov zakon smanjivanja intenziteta s udaljenosti, te Fresnelova jednačba refleksije).

Izračunavanjem, kao i potvrđenim mjerenjima dokazano je da su gubici nadvodne žarulje radi refleksije svjetla sa površine vode neznatni, dok je gubitak mnogo veći zbog vrlo malog iskoristivog prostornog kuta. Zbog reflek-



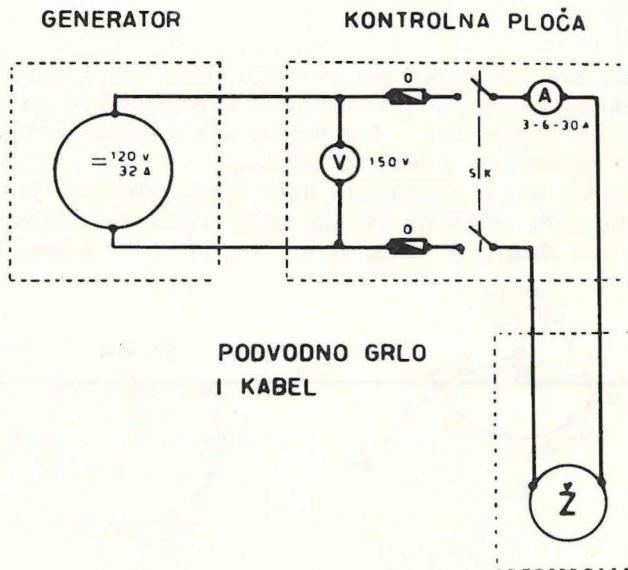
Sl. 1. Kutevi gubitka (a) i iskorištenja (b) svjetla
 Fig. 1. Angles representing the loss of light (a) and its utilization (b)

*) Istraživanja je financirao savezni Fond za naučni rad u Beogradu.

sije intenzitet svjetla nadvodne žarulje ne mijenja se znatno pri prolazu u vodu, sve do kuta upada, od 70° , a to je ujedno praktički domet nadvodne žarulje, na kojoj se njezin intenzitet smanji već na 10% od ukupnog intenziteta.

Kod podvodnih žarulja put svjetla sasvim je drugačiji, jer do kuta totalne refleksije nema nikakvih gubitaka. Gubici nastaju samo između dva kuta totalne refleksije (ukupni kut od 96°). Ovi gubici su nešto veći ukoliko je žarulja odmah ispod površine vode, a daleko su manji, odnosno nikakvi kada se žarulja nalazi na dubini većoj od granice dometa usmjerene transparentije.

Promatraju li se samo kutevi gubitka ili iskorišćenja fluksa svjetla, kada se nadvodna i podvodna žarulja nalaze blizu površine vode, tada se vidi, da je gubitak nadvodne žarulje vrlo velik (89%), a gubitak podvodne žarulje svega 16% (slika 1). Ovo razmatranje iskoristivosti fluksa svjetla daje podvodnim svjetlima ogromnu prednost već pri manjim dubinama (10—15 m), dok se na većim dubinama usporedbe ne mogu izvršiti. Razlika nastaje zbog toga što se



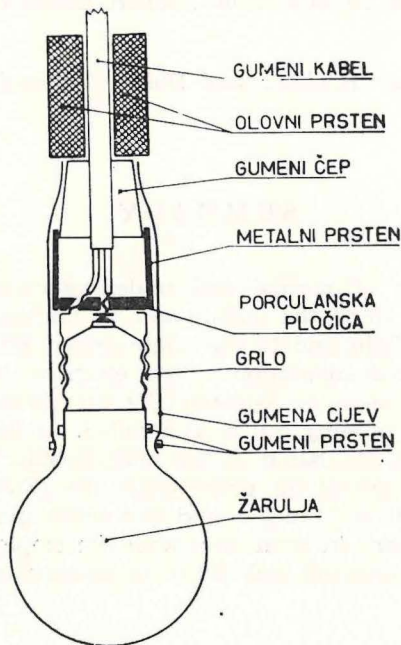
Sli. 2. Shema električnih spojeva
Fig. 2. Plan of electric connections

podvodna žarulja može spustiti do ma kojih dubina bez poteškoća i njezino je iskorišćenje isto kao na dubini od npr. $1/2$ m, dok se u slučaju nadvodnih žarulja do tih dubina intenzitet svjetla zbog apsorpcije znatno smanji.

Fizikalne razlike između nadvodne i podvodne žarulje mogu se svesti na još jednu bitnu razliku, a to su kutevi pod kojima živi organizam u vodi može vidjeti nadvodno i podvodno svjetlo. U nadvodna svjetla možemo ubrajati sunce, mjesec i zvijezde, te umjetne izvore svjetla. Podvodnih svjetla u prirodi nema, osim bioluminiscencije. Slika 1.a. pokazuje kako živi organizam u vodi

vidi nadvodne izvore svjetla, kako prirodne, tako i umjetne. Iz iste slike očigledno je da je kut gledanja tih izvora svega 96° (do kuta totalne refleksije), što je u odnosu prema gledanju organizma nad površinom vode svedeno skoro na polovicu kutnog intervala. Kod podvodne žarulje, međutim, zastupljeni su svi mogući kutevi gledanja od $0-360^\circ$ (slika 1.b). Živi organizam u vodi može, dakle, vidjeti podvodnu žarulju pod ma kojim kutem, a nadvodne izvore svjetla svega u intervalu od $0-48^\circ$, računajući od okomice na površinu vode.

Ove prednosti podvodnih žarulja podstakle su nas da načinimo podvodni izvor svjetlosti sa definiranim karakteristikama, kako na kvalitet tako i na kvantitet svjetla. Međutim, svi su električni generatori rađeni za nadvodna svjetla, te u krugu struje imaju samo kontrolni V-metar, što je u stvari za rad sa podvodnim žaruljama nedovoljno. Radi toga ugradio se u električni krug struje još jedan A-metar. Na ovaj način kontrolirali smo s V-metrom rad generatora, a sa A-metrom rad podvodne žarulje. Kod prodora vode u elek-



Sl. 3. Shema grla podvodne žarulje

Fig. 3. An outline drawing of the base of a bulb for underwater use

trični krug struje A-metar će odmah pokazati veće otklone od svojih nominalnih vrijednosti, te se tada rad s podvodnim svjetlom može na vrijeme prekinuti. Električna šema spojeva prikazana je na slici 2 i u istoj se vidi, na kojemu mjestu treba ugraditi A-metar. Ujedno ima ovaj A-metar daleko važniju ulogu, jer se sa istim može kontrolirati kvalitet kao i kvantitet svjetla, ako je žarulja baždarena na intenzitet i temperaturu boje.

Naše podvodne žarulje načinjene su iz priručnog materijala (uglavnom gumenih čepova i cijevi) — slika 3, a jednostavnost izvedbe omogućuje izradu i popravak takve žarulje svakom ribaru. S ovim žaruljama (TEŽ 300 i 500 W) rađeno je i na dubinama od preko 50 m i kod brzine broda većoj od 5 Nm, a da nije došlo ni do kakvog kvara.

Biološka opažanja kod rada sa podvodnim svjetlima još su u toku, te će biti referirana kasnije.

PRELIMINARY DATA ON WORK WITH UNDERWATER LAMPS

Miroslav Haber and Dušan Zavođnik

SUMMARY

The light intensity of normal and underwater lamps are theoretically examined. The results show the advantages of underwater lamps owing to their ability to reflect light and to the angle under which they can be used. (Fig. 1a, 1b). The needed adaptation of the electrical generator is described. With the built-in supplementary A-meter (Fig. 2), the condition of underwater lamps in the course of lighting can be controlled. At the same time, a simple and practical method of insulation of the normal bulb is described by which such a bulb may be made fit for underwater use. (Fig. 3). This method was tested at depths upwards of 50 metres and at a ship's speed of 5 knots.

Biological observations in connexion with the employment of such underwater lamps are still in progress and will be reported in a paper to be published at a later date.