

»ECHOLOG« — ELEKTRONSKI INSTRUMENT ZA HIDROGRAFSKE RADOVE

Momčilo ĐORĐEVIĆ, dipl. ing. — Beograd

U novim uslovima privredne reforme, javlja se kao jedan od najaktuelnijih problema, povećanje produktivnosti rada.

U geodetskoj praksi, povećanje produktivnosti rada moguće je uvođenjem novih metoda rada i savremenih instrumenata. Tako npr. čelične piramide se danas mogu napraviti 20—30 puta brže nego što je to bio slučaj sa drvenim, teodolit s fotografskom registracijom skraćuje vreme opažanja na terenu za 3—5 puta, automatski nivelmanski instrumenti sa kompeznatorima omogućuju brži i ekonomičniji rad a zatim dolazi i primena interferencije svetlosti, ultra zvučnih talasa, infra crvene svetlosti, optičko kvantnih generatora, elektronskog merenja odstojanja, žiroskopskih teodolita itd., itd.

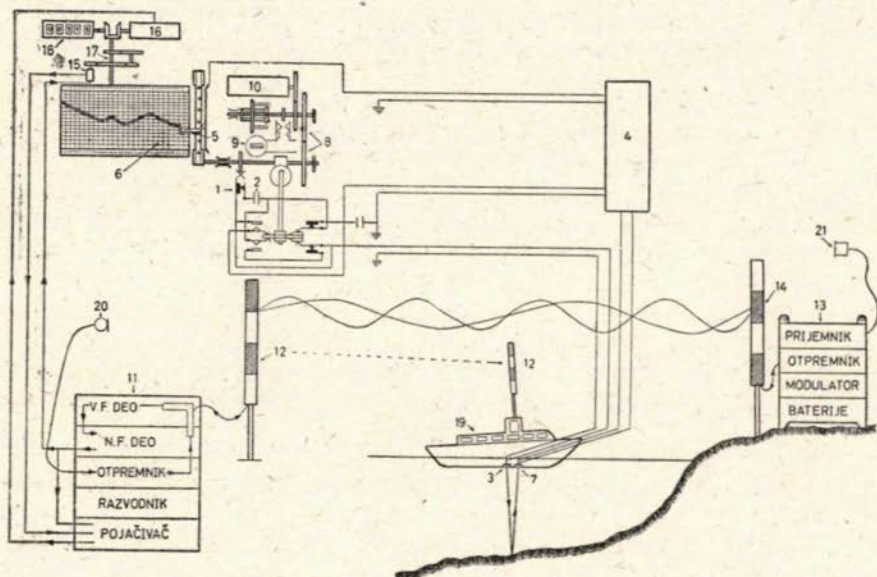
I geodetski radovi u hidrografskoj službi imaju nove mogućnosti za produktivniji rad. Umesto dosadašnjeg merenja odstojanja između vertikalna u poprečnim profilima pomoću daljinomera ili obeleženim žičanim užetom (sajlom), sada se mogu primenjivati elektromagnetski talasi a umesto izdeljene motke (leca) ili užeta s tegom dubine se mere ultrazvučnim talasima.

Instrument za ovakva elektronska merenja profila ili dubina pristaništa, rečnih tokova, pribrežnih voda i jezera i utvrđivanje promena rečnog korita ili raznih smetnji i koje bi mogle biti opasne za plovidbu, konstruisala je firma »Atlas Werke A. G.« iz Bremena i proizvodi se pod imenom »Echolog«. U ovom instrumentu, čija je šema data na sl. 1, treba razlikovati čisto dubinska merenja od merenja odstojanja odnosno pređenog puta, pošto se instrument montira na pokretnom plovnom objektu (sl. 1, br. 19). Kod nas ovakav instrument je montiran na brodu »Eho« koji je prikazan na sl. 2. Povezivanjem merenja dubina s merenjem pređenog puta dobiva se kriva dubina u određenoj razmeri tzv. ehogramu.

Rezultat merenja dubina predstavlja se grafički u vidu krive dubina u nekoj izabranoj razmeri i on mora tačno da odgovara prirodnim uslovima. Iscrtane dubine se mogu odmah koristiti uzimanjem podataka sa papira za registrovanje na kome je iscrtan ehogram.

Za merenje dubina koriste se ultrazvučni talasi. Stvaranje zvučnog udara vrši se preko odašiljačkog kontakta (sl. 1, br. 1) u indikatorskom uređaju, koji preko kondenzatora (sl. 1, br. 2) dolazi do zvučnog

predajnika (sl. 1, br. 3). Preko njega se emituju kratki zvučni udari koji se vertikalno, u obliku konusa, prostire kroz vodu prema dnu. Jedan deo te emitovane zvučne energije odbija se od dna i kao eho dolazi do zvučnog prijemnika (sl. 1, br. 7), koji se nalazi u neposrednoj blizini predajnika. Primljena zvučna energija u namotajima prijemnika pretvara se u električni napon koji posle odgovarajućeg pojačanja u pojačivaču (sl. 1, br. 4) dolazi do pisaljke (sl. 1, br. 5 i sl. 3, br. 14).



Slika 1 — Echolog — elektronski geodetski instrument za hidrografske radove

Za isto vreme, koje je potrebno da se emitovani zvučni impuls vrati u vidu eha, pisaljka se pomera iz svog nultog položaja ostavljajući, pri prijemu eha, za sobom trag u vidu kratkih vertikalnih crtica. Svaka crtica predstavlja jedno merenje a njihova učestalost iznosi 11 merenja u sekundi. Crtice se redaju jedna do druge na papiru za registrovanje (sl. 1, br. 6 i sl. 3, br. 15) obrazujući liniju koja predstavlja dubine preko kojih prelazi objekt na kome je montiran instrumenat. Tačnost merenja dubina je ± 10 cm za dubine do 14 m, dok je preko te granice ona manja od 1⁰/₀.

Instrumenat za merenje dubina može se podesiti prekidačem (sl.3, br. 8) na merenje dubina od 0 do 18 m ili od 15 do 33 m dok se zamenom odgovarajućih zupčanika (sl. 1, br. 8) može podesiti za dubine od 0 do 36 m ili od 30 do 66 m. Inače maksimalna dubina koja se može izmeriti ovim instrumentom iznosi 160 m.

Prilikom merenja dubina treba voditi računa o nultoj liniji odnosno od koje površine se vrši registrovanje merenih dubina. U tom cilju, nultu liniju, koju takođe izvlači pisaljka, treba podesiti dugmetom (sl. 3, br. 9) da se poklapa sa nultom linijom označenom na papiru za registrovanje. U tom slučaju registruju se dubine počevši od

zvučnog predajnika odnosno prijemnika pa do dna. Ustvari, praktičnije je okretanjem dugmeta nultu liniju podesiti tako da se ona nalazi na dubini na kojoj se nalaze zvučni predajnik odnosno prijemnik. U tom slučaju nulta linija na papiru za registrovanje predstavlja vodenu površinu u datom momentu merenja, odnosno registruju se dubine povećavši od površine vode pa do dna. Inače područje podešavanja nulte linije iznosi oko 3 m.



Slika 2

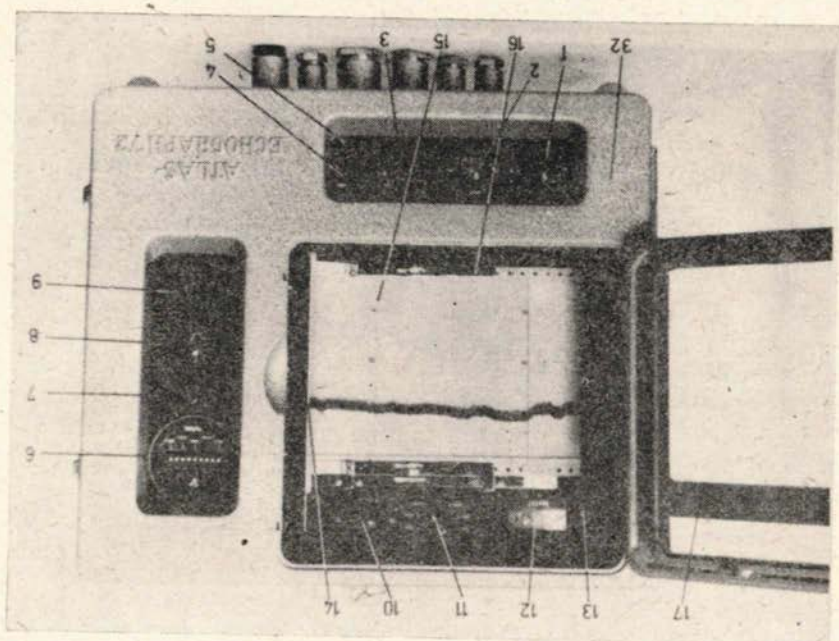
Ukoliko dođe do višestrukog odbijanja ultrazvuka od dna, na papiru za registrovanje pojaviće se i drugi put odbijeni signal i to u vidu deformisane krive dubina. U tom slučaju treba smanjiti stepen pojačanja okrećući regulator (sl. 3, br. 3) sve dok deformisana kriva ne isčezne, odnosno dok kriva dubina ne bude besprekorna.

Instrument za merenje dubina pušta se u pogon prekidačem (sl. 3, br. 1).

Treba napomenuti da brzina prostiranja zvuka u vodi nije konstantna veličina i da zavisi od mnogih faktora. Najveći uticaj na brzinu prostiranja zvuka imaju temperatura vode i pri radovima na moru ili okeanima, procenat sadržaja soli. Prema tome, pri merenju treba o ovome voditi računa i brzinu prostiranja zvuka, uzetu iz grafikona koji se prilaže instrumentu, svaki put uneti u instrument. Ovo unošenje brzine vrši se regulatorom (sl. 3, br. 7) koji se okreće tako dugo dok se na instrumentu (sl. 1, br. 9 i sl. 3, br. 6) ne pojave vibracije određenog jezička koji označava da je u instrument uneta brzina označena iznad samog jezička. Na taj način je izvršeno prilagođavanje broja obrtaja motora (sl. 1, br. 10) određenoj brzini prostiranja zvuka. Po-

dešen broj obrtaja motora održava se konstantnim za vreme merenja centrifugalnim regulatorom.

Merenje odstojanja, odnosno pređenog puta objekta na kome je ugrađen instrument, je elektromagnetski postupak koji se zasniva na neprekidnom upoređenju faza. Instrumentat za merenje odstojanja koristi elektromagnetske talase iz područja radio talasa sa visoke frekvencije.



Slika 3

Otpremnik, koji se nalazi u stanici na objektu (sl. 1, br. 11) preko svoje antene (sl. 1, br. 12) emituje neprekidne elektromagnetske talase frekvencije 34,3 MHz. Ova predajna frekvencija stabilizovana je frekvencijom kvarca koja iznosi 11,433 MHz a koje dolazi do otpremnika posle utrostručavanja u odgovarajućim cevima. Jedan deo predajne frekvencije preko antene, odnosno predajnog filtera emituje se prema prenosnoj radio stanici, a drugi deo se odvaja, udvostručava na 68,6 MHz i dovodi do riskriminatora faze na ulaz niskofrekventnog pojačivača gde se koristi kao uporedna frekvencija. Predajni filter podešava izlazni stepen otpremnika na predajnu frekvenciju od 34,3 MHz i na antenski kabl od 60 oma. Time se predajna frekvencija u velikoj meri oslobađa od viših nepoželjnih harmonika. Antena prenosne obalske stanice (sl. 1, br. 14) preko svog prijemnog filtra prima signale frekvencije 34,3 MHz koji dolaze od stanice na objektu. Prenosna obalska stanica je prijemnik i predajnik, koja primljene sginale od 34,3 MHz po-

jačava, udvostručuje, moduliše sa amplitudom niske frekvencije od 400 Hz i tada ponovo otprema. Odvajanje prijemne i predajne frekvencije vrši se preko antenskih filtera. Ova nova frekvencija od 68,6 MHz preko antene stanice na objektu dolazi na ulaz prijemnika. Ovde takođe postoji prilagođenje 60 omske antene na visoko frekventni ulazni stepen čime se sprečava prodiranje osnovnog talasa predajnika od 34,3 MHz. Inače antene stanice na objektu i prenosne obalske stanice moraju istovremeno da emituju jednu frekvenciju a drugu da primaju. One su izradene kao vertikalno polarizovani dipoli sa koaksijalnim kablovskim dovodom. Potpuno su obavijene poliesterskim cevima koje su pojačane staklenom vunom.

Primljeni signal u prenosnoj stanici na obali posle odgovarajućeg pojačanja superponuje se sa udvostručenim predajnim signalom i dovodi do regulacionog dela kojim upravlja resolver (sl. 1 br. 15) a preko motora (sl. 1 br. 16). Ovaj motor, koji je ustvari servomotor, menja svoj pravac obrtanja u zavisnosti dali se odstojanje između stanice na objektu i prenosne stanice na obali povećava ili smanjuje. Zadatak servomotora je da oba napona, koje isporučuje simetrični niskofrekventni pojačivač (predajni i prijemni) pretvori u obrtno mehaničko kretanje. U tom cilju se u stator resolvera (primača okretnog polja) dovode oba nisko frekventna napona, različita po amplitudi, a zavisna od odstojanja stanica. Resolver je čvrsto mehanički spojen preko mehanizma sa servomotorom. Oba niskovrekventna napona u resolveru proizvede jedno magnetno naizmenično polje, koje zavisno od amplitude oba niskofrekventna napona, ima potpuno određen pravac. Zavisno od mehaničkog položaja rotora resolvera u njemu će se indukovati niskofrekventni napon određenog faznog položaja. Fazna razlika između napona statora i rotora može se učiniti jednaka nuli ako se resolver okreće a time i motor koji je čvrsto spojen sa njim. Napon u rotoru resolvera i njegov fazni položaj utiču, posle odgovarajućih pretvaranja u servopojačivaču, na priključeni motor uvek tako da se rotor resolvera automatski postavi u položaj u kome je fazna razlika jednaka nuli. Na taj se način, odnosno upoređenjem faza, i vrši merenje odstojanja jer servomotor, preko uređaja (sl. 1 br. 17) pokreće papir za registrovanje brzinom koja je zavisna od brzine promene odstojanja a u isto vreme pokreće i brojčanik (sl. 1 br. 18 i sl. 3 br. 12) na kome se digitalnim načinom pokazuje veličina samog odstojanja. Ta veličina ustvari predstavlja odstojanje od polazne tačke odnosno odstojanje između antene stanice na objektu i antene prenosne stanice na obali. Da bi se izmereno odstojanje prikazalo i grafički na ehogramu, na koturima brojčanika se nalaze dva kontakta od kojih jedan daje na svakih 10 m a drugi na svakih 100 m impulsni napon na generator linija koji je uključen kao bistabilni multivibrator. Preko njega je omogućeno da se na papiru za registrovanje dobiju oznake i to na svakih 10 m jednostruka a na svakih 100 m dvostruka vertikalna linija. U slučaju potrebe, na ehogramu se i pored ovih linija mogu vršiti razna obeležavanja vertikalnim linijama koje se automatski izvlače posle dejstva na generator linija preko tastera (sl. 3br. 4).

Instrument za merenje odstojanja može se podesiti da radi u nekoj od mogućih osam razmera za kartiranje a njihov izbor se vrši prekidačem (sl. 3 br. 11).

Brojčanik pokazuje veličinu odstojanja u metrima i ima četiri cifre s jednim decimalnim mestom što znači da se mogu očitati i santimetri. Pri udaljavanju objekta od prenosne stanice na obali, dakle pri povećavanju odstojanja, brojčanik sabira, a pri približavanju objekta, oduzima veličinu odstojanja od nekog početnog odstojanja koje se može namestiti na samom brojčaniku. Na brojčaniku se sabiranje ili oduzimanje odstojanja od početnog odstojanja vrši brzinom koja odgovara promeni pređenog puta od strane objekta s kojim se vrše merenja. Početno odstojanje, koje se namešta na brojčaniku, koristeći dugme (sl. 3 br. 13), uzima se zbog toga što se tačka položaja antene prenosne stanice na obali vrlo retko poklapa s početnom tačkom za merenje odstojanja. U tom cilju početno odstojanje određuje se optičkim putem ili pantljikom. Moguće je takođe na brojčaniku postaviti i neko proizvoljno odstojanje pa antenu prenosne stanice na obali postaviti na to početno odstojanje.

Maksimalni domet instrumenta za merenje odstojanja iznosi 6 km a pušta se u pogon prekidačem (sl. 3 br. 2).

Sinhronizacijom rada instrumenta za merenje dubina i za merenje odstojanja, dobiva se potpuno automatski grafička pretstava stvarnog profila dubina, tzv, ehogram koji se istog momenta može koristiti.

Snabdevanje električnom energijom za pogon instrumenta vrši se preko ugrađenih baterija od gasno nepropustljivih nikl kadmijumskih ćelija.

Za prijem upustva sa objekta, prenosna stanica na obali je povezana radio telefonom koji poseduje mikrofona (sl. 1 br. 20) i slušalice (sl. 1 br. 21).

Inače stanicu na obali sa antenom treba tako postaviti da se po mogućnosti između nje i stanice, odnosno antene na objektu, nalazi što manje prepreka. Isto tako treba voditi računa da antene stoje vertikalno i da antena stanice na obali ne bude mnogo udaljena u vertikalnom smislu od antene stanice na objektu. U protivnom antene će se nalaziti u mrtvom uglu što će se odraziti na tačnost merenja.

Prekid veze između stanice na objektu i stanice na obali može se odmah uočiti preko signalne lampe svetlećeg dugmeta (sl. 3 br. 5). Signalna lampa, koja se uključuje preko releja, reaguje čim prijemni napon od prenosne obalske stanice bude tako mali da nije dovoljan za pogon servo mehanizma. Ako signalna lampa zasvetli znači da u tom slučaju više ne postoji besprekorno merenje odstojanja i u tom slučaju merenje se mora ponoviti od početne tačke pošto se prethodno otklone nastale smetnje.

Korišćenje instrumenta »Echolog« znatno doprinosi ekonomično sti geodetskih radova u hidrografske svrhe. Pored toga praktični rezultati pokazuju da je tačnost podataka dobivenih instrumentom »Echolog« mnogo veća u poređenju sa podacima dobivenim klasičnim načinom: sajlom i lecom ili tegom. Dovoljno je samo napomenuti da prilikom merenja dubina lecom dolazi do njegovog propadanja u

muljevito dno, sem toga nemoguće je lec vertikalno pobijati u vodu (naročito pri većim dubinama) kada se kao rezultat dobivaju veće dubine od stvarnih. Ovome treba dodati i nemogućnost zatezanja sajle tačno po pravcu što naročito dolazi do izražaja pri većim dužinama profila. Zatim vertikale u poprečnim profilima se biraju na svakih 2 — 5 m odstojanja a dubine između tih vertikala se proizvoljno interpoluju dok instrument »Echolog« daje i najmanje promene dubine vršeći oko 11 merenja dubina u sekundi. Međutim, kao i pri uvođenju svih novih metoda i instrumenata u praksu, a naročito onih koji iz osnova menjaju klasične koncepcije sa kojima su se generacije stručnjaka saživele, i instrument »Echolog« je izazvao burne reakcije. Bilo je stručnjaka koji su rezultate dobivene instrumentom »Echolog«, dakle elektronskim putem, proveravali lecom i sajlom a bilo je i onih koji su smatrali da »ultralec« ipak daje bolje rezultate nego ultrazvuk. Ali o tome će biti reči u jednom od narednih članaka a sada možemo konstatovati da je porodica geodetskih elektronskih instrumenata dobila još jednog člana sa ogromnom primenom pri hidrografskim radovima.