

Normalni reper nivelmanske mreže

Nivelman je geodetska operacija, koja ima za krajni cilj što tačnije određivanje visina, odnosno visinskih razlika, izvesnom broju unapred izabranih i obeleženih tačaka Zemljine površine. On ima veliki značaj kako u praktičnom tako i u naučnom pogledu i od svih geodetskih operacija ima najširu upotrebu.

Trasiranje i gradnja komunikacija, gradnja hidrocentrala, izvođenje melioracija, regulisanje reka kao i mnogi drugi radovi tehničke prirode vezani su za tačno poznavanje visinskog odnosa tačaka na Zemljinoj površini — dakle za nivelman. Isto tako nivelman je neophodno potreban i za izradu svih vrsta karata i planova, kako civilnih, tako i vojnih.

U naučnom smislu nivelman nam pruža mogućnost određivanja odnosa srednjih nivoa okeana i mora iz čega se izvode zaključci o pravcu i brzini kretanja morskih struja. Zatim, daje nam mogućnost ispitivanja laganih izdizanja i spuštanja Zemljine kore, usled raznih tektonskih promena, kao i naglih poremećaja tla, izazvanih zemljotresima. Najzad, nivelman služi i kao pomoćno sredstvo da se dobije geometrijska prestava o obliku zemljinom.

Nivelman je pored toga i najtačnija geodetska operacija. Kod nivelmana visoke tačnosti ukupna srednja greška visinske razlike između dve tačke na rastojanju od 1 km iznosi 1 mm a na rastojanju od 1000 km oko 3 cm. Ovo je jako velika tačnost kad se uporedi sa tačnošću triangulacije, gde na rastojanju od 1000 km verovatna greška može dostići i nekoliko metara.

Za izvođenje nivelmana i određivanje visina tačaka, od velikog je značaja unapred odrediti i poznavati jednu osnovnu horizontalnu površinu (horizont), u odnosu na koju će se vršiti računanje visina. U današnje vreme kod svih država, kao osnovna površina za računanje visina uzeta je ona površina, koja se poklapa sa srednjim nivoom mora i koja je ustvari nivoska površina.*

Srednji nivo mora. — Pod srednjim nivoom mora na jednoj tački morske obale, i za jedan određeni period, podrazumeva se srednji vodostaj mora u odnosu na jednu fiksnu tačku, izveden iz dugogodišnjih opažanja u toku toga perioda. Pošto se površina mora, usled raznih uzroka, nalazi u stalnom kretanju, to se srednji nivo neprekidno menja u visinskom pogledu, kako na raznim tačkama morske obale, tako i na istoj tački, ali u razaličitim vremenskim periodima posmatranja.

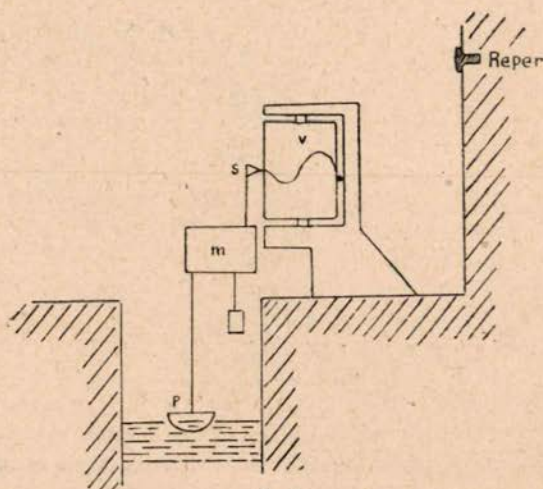
Kretanje morskih masa a sa tim i promena srednjeg nivoa mora, vrši se usled različitog niza uticaja, po svojoj prirodi vrlo kompleksnih. Kolebanje

* Nivoska površina je ona, koja je upravna na pravac sile teže u svakoj tački. Površina mora, kad se njegove vode nalaze u potpunom miru i ravnoteži, predstavlja nivosku površinu.

srednjeg nivoa mora vrši se u vidu oscilacija izazvanih dejstvima privlačenja Sunca, Meseca, Zemljine teže i oni izazivaju oscilacije periodične prirode, dok nepravilni uticaji nastaju usled dejstva vetra, atmosferskog pritiska, razlike u temperaturi i količini soli morske vode i t. d. Pri ovome prevlađuju uticaji koji su periodične prirode, pa će i oscilacije biti periodične. Da bi dobili vrednost srednjeg nivoa mora, koja najviše odgovara stvarnosti, teoretski bi trebalo opažanje vršiti u jednom vremenskom periodu, koji se poklapa sa najdužim periodom navedenih uticaja. Najduži period traje 93 godine, ali se obično uzima period od 18 godina, koji traje od jedne, do druge čvorne tačke mesečeve putanje, kao najrealnije vreme opažanja, da bi se dobio srednji vodostaj najbliži stvarnosti. U slučaju potrebe može se koristiti i vreme opažanja od nekoliko godina.

Aparati pomoću kojih se vrši određivanje srednjeg nivoa mora zovu se: *mareografi* i *medimaremetri*. Mareografi, kojih ima različitih tipova, dosta su skupi i komplikovani, kako u pogledu konstrukcije, tako i u pogledu rada sa njima, dok su medimaremetri prostiji i jeftiniji.

Mareograf se uglavnom sastoji iz jednog plovka *p* (sl. 1), prenosnog mehanizma *m* i pokretnog valjka *v*, koji se pokreće pomoću satnog mehanizma i nosi hartiju, na koju se registruju oscilacije morskog nivoa pomoću pisaljke *s*. Tako dobijemo rezultat registracije mareogram, iz koga se posle izvodi srednji nivo mora.



Sl. 1

U neposrednoj blizini mereografa je takođe obeležena jedna fiksna tačka — reper mareografa, u odnosu na koji se određuje površina srednjeg nivoa mora.

Medimaremetar se razlikuje od mareografa u tome, što on ne daje vrednost nivoa mora za svaki momenat opažanja, već daje mogućnost da se pomoću vrlo prostih merenja i računanja dobije vrednost srednjeg nivoa za jedan duži period na pr. od nekoliko meseci.

Kao što je rečeno medimaremetri su dosta prostije konstrukcije, pogodniji za postavljanje i nadgledanje i jeftiniji, a daju istu tačnost kao i mareografi.

Medimaremetri se najviše upotrebljavaju u Francuskoj.

Kolika se važnost posvećivala određivanju srednjeg nivoa mora još u prošlosti vidi se iz toga što je još 1867 godine, na konferenciji u Berlinu, u okviru internacionalnog premera, doneta odluka koja glasi:

»Od država ograničenih morem, obavezno se zahteva, da pomoću registrirajućih aparata, po mogućnosti na što većem broju tačaka svoje obale, odrede srednji nivo mora.

Na osnovu rezultata ovih merenja docnije će biti određena nulta tačka apsolutnih visina za celu Evropu.«

Pored toga je u novije vreme Međunarodna geodetska unija dala preporuku da se na što većem broju pogodno izabranih tačaka, duž morske obale, odrede srednji nivoi mora, kao i da se ove tačke povežu međusobno nivelmanom visoke tačnosti.

Na taj se način dobija jedan sistem nivelmanom povezanih tačaka, pomoću koga se mogu rešavati sledeći problemi:

1) Posle izvesnog vremena opažanja dobija se visinski odnos srednjih nivoa različitih mora i okeana, kao i odnos na raznim tačkama jednog istog mora ili okeana, iz čega se može doći do podataka o pravcu i brzini morskih struja, što je od velikog interesa za meteorologiju, navigaciju i pomorstvo.

2) Promena srednjeg nivoa mora na jednoj tački morske obale u izvesnom vremenskom periodu, daje dragocene podatke o relativnom dizanju ili spuštanju mora u odnosu na obalu, što je od naročite važnosti za geologiju.

3) Poznavanje srednjeg nivoa mora na jednoj, ili raznim tačkama obale, daje nam mogućnost uspostavljanja jedne osnovne površine na koju treba da svedemo sve geodetske radove, a naročito nivelmanske. Ta osnovna površina, kojoj uslovno treba dati visinu nula, treba da se što više poklapa sa srednjim nivoom mora.

Određivanjem srednjih nivoa mora na pojedinim tačkama morskih obala i povezivanjem ovih tačaka nivelmanom visoke tačnosti, dolazimo do podataka o tome kakav je međusobni visinski odnos okeana i mora na Zemljinoj površini. Iz ovako izvršenih ispitivanja u Evropi proizlazi, da je srednji nivo mora kod Denkerka viši za nekoliko decimetara od srednjeg nivoa mora kod Marselja. Na isti način je utvrđeno da postoji visinska razlika između srednjeg nivoa Severnog i Istočnog Nemačkog mora, koja dostiže čak i do 50 cm. U SAD je pomoću nivelmana također ustanovljeno da srednji vodostaj Atlanskog i Tihog Okeana rastu prema severu i da su na istim geografskim širinama vodostaji Tihog Okeana viši od onih Atlanskog Okeana za 30—40 cm.

Normalni reper. Kada je osnovna površina ustanovljena i određena, treba je na neki način materijalizirati na zemljištu. Kako je već napred rečeno osnovna površina je ustvari nivoska površina, pa je samim tim već jasno definisana i određena: potrebno je samo fiksirati njen položaj u visinskom pogledu t. j. izabrati jednu fiksnu tačku na zemljištu i postaviti uslov da ova površina prolazi kroz tu tačku. Ovako izabrana tačka naziva se *normalni reper* i treba da bude postavljen na zemljištu geološki što stabilnijem obeležena na specijalan način. vodeći računa o eliminisanju raznih uticaja, koji se mogu negativno odraziti na njenu stabilnost

Prema napred navedenom osnovna površina (horizont) je ona nivoska površina, koja prolazi kroz fiksnu tačku normalnog repera i naziva se još i *nulta nivoska površina*, pošto se od nje računaju visine i ona ima — po dogovoru — apsolutnu visinu nula.

Na teritoriju naše države ne postoji normalni reper nego se visine računaju od nulte nivoske površine, koja se nalazi 3,352 m ispod normalnog repera postavljenog u Trstu (Molo Sartorio). Ovako izabrana nulta nivoska površina približno odgovara srednjem vodostaju Jadranskog mora.

Pošto je pitanje izbora i postavljanja našeg normalnog repera dosta složeno a za nas neobično važno, to ćemo se prethodno istoriski osvrnuti na to, kako je i kada ovo pitanje rešeno u nekim drugim državama.

Normalni reper bivše Pruske države. — Na teritoriji današnje Nemačke, pre 1879 godine, svaka država i provincija imala je zasebnu nulta tačku. Prilikom vezivanja visina na granicama dešavalo se da razlike iznose po nekoliko metara.

Pruska je prva pristupila rešavanju pitanja nultog repera pri čemu je odlučeno da se uspostavi jedna centralna tačka, kao polazna za računanje visina. Za rešavanje ovog pitanja obrazovana je specijalna komisija sastavljena od geodetskih i geoloških stručnjaka.

Iscrpnja diskusija vođena je o izboru mesta za jednu ovakvu tačku. Pitanje je konačno rešeno tako, da se tačka u prvom redu postavi tamo, gde su geološki uslovi najpovoljniji, pri čemu je smatrano da je svakako povoljnije, da tačka bude u centru države nego na periferiji. Smatralo se da nema potrebe postavljati tačku na morskoj obali pošto se srednji nivo mora i onako menja, pa radi toga ne mora postojati naročito tačan visinski odnos između ove tačke i srednjeg nivoa mora.

Na osnovu ovakvih razmatranja došlo se do zaključka, da tačka treba da bude u centralnom položaju države, ne u planinskim reonima, već na starom aluvijalnom tlu, koje nije podloženo izdizanju i spuštanju.

Postavilo se još pitanje kakvu visinu dati ovoj tački, odnosno u odnosu na koji mareograf odrediti njenu visinu.

Ustanovljeno je, da je od svih nultih tačaka Amsterdamski mareograf imao najviše primene u Pruskoj. Njegova visina se najviše podudara sa srednjom visinom nivoa mora na svim tačkama morske obale, pa se je komisija odlučila za ovaj mareograf.

Određena komisija je podnela izvještaj, koji je doslovno glasio:

1) Ističe se kao neophodna potreba da se ustanovi jedna centralna tačka, kao polazna tačka svih nivelmanskih merenja.

2) Tačku postaviti na starom aluvijalnom tlu, a nikako u planinskom terenu. Imajući u vidu da se koordinatni sistem triangulacionih tačaka, određenih od strane Trigonometriskog odeljka, odnosi na Opservatoriju u Berlinu, poželjno bi bilo da ona posluži kao ishodna tačka za računanje visina. Pri tome treba istaći da je prof. Förster dokazao neopravdanost bojazni da su temelji Opservatorije nedovoljno stabilni.

3) Pri izboru same tačke na Opservatoriji treba imati u vidu:

a) da ona bude na čvrstoj osnovi i

b) da bude tako postavljena da se bez teškoća može univelisati. Tačku tako postaviti da njena visina iznosi okrugao broj metara (oko 35) iznad nulte tačke Amsterdamskog moreografa (tj. srednjeg nivoa Severnog Mora). pošto ova tačka već služi kao polazna za veći deo radova u Pruskoj, uprkos tome što nije još preneti sa dovoljnom tačnošću u istočne provincije.

Pri tome se napominje, da se još u ovoj godini predviđa tačno povezivanje Amsterdamskog mareografa sa nivelmanom Pruske. Sam način stabilizacije tačke biće ustanovljen u zajednici sa direktorom Opservatorije.

4) Tačka će nositi naziv »Normalna visinska tačka Pruske Države«.

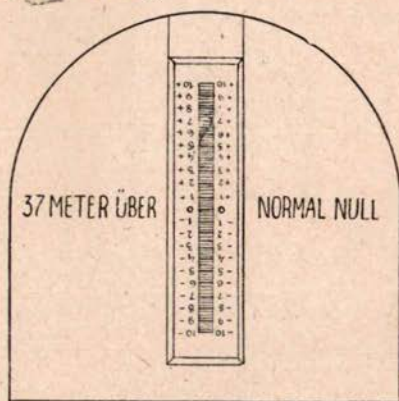
5) Pored normalne visinske tačke, treba postaviti još i kontrolne tačke na samoj Opservatoriji kao i izvan Berlina. Ove su naročito poželjne radi naučnog ispitivanja periodičnih oscilacija tla. Pored već određenih visinskih tačaka uz mareografe, koje mogu služiti kao kontrolne, treba još takve tačke izabrati kod mesta Bromberg, Breslau, Eisenach i Minden.

6) Ove kontrolne tačke treba podzemno stabilizirati i nadzemno obeležiti.

7) Sva nadleštva i ustanove su obavezne koristiti normalnu visinsku tačku kao početnu za sva merenja. Pri sračunavanjima i u publikacijama treba uvesti opštu oznaku: »Visine iznad normalne nule«.

Stanovište komisije po ovom pitanju bilo je uglavnom usvojeno i 22 marta 1879 godine, bila je ova tačka predata na upotrebu.

Tačka je bila stabilizirana na jednom stubu Opservatorije u koji je uzidan balkon od sijenita dugačak 1,70 m, a njegovoj čeonj vertikalnoj površini utisnuta je jedna emajlirana staklena ploča sa milimetarskom skalom dužine 20 cm (Sl. 2). Srednja crta ove skale predstavlja normalni reper, 37 m iznad normalne nule, koja je približno indentična sa nultom tačkom Amsterdamskog mereografa. Prenos visine od Amsterdama do granice izvršili su Holandani a odavde je preko 9 poligona visina preneti do Berlina.



Sl. 2

Docnije su i sve nemačke države prihvatile ovaj normalni reper za računanje visina.

Kako je docnije bilo predviđeno rušenje zgrade Opservatorije, na kojoj se nalazio ovaj normalni reper, to se postavilo pitanje na koji način i gde da se izvrši prenos normalnog repera.

1912 godine na drumu Berlin — Küstrin, na 40 km od Berlina, postavljena je grupa od pet podzemnih kamenih stubova, duž drumu na prostoru od 6,3 km. Prethodno su vršena geološka ispitivanja i bušenja do 20 m dubine, pa je ustanovljeno da je teren geološki stabilan. Svaki kameni stub ima po pet usađenih repera od kojih je jedan glavni dok su ostala četiri kontrolna. Svaki reper se sastoji od jednog bronзанog klina, sa sfernom glavom od agata.

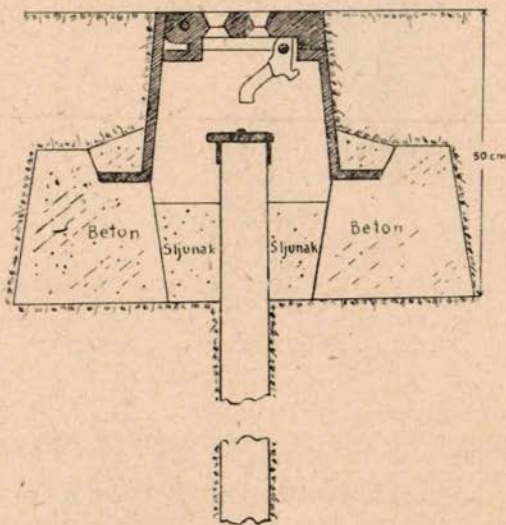
Na stubovima odozgo postavljen je granitni poklopac radi zaštite repera i isti se nalazi 50 cm ispod površine zemlje.

Određivanje visina ovih repera izvršeno je nivelanjem, od dotadanjeg repera na Opservatoriji u Berlinu a pre njenog rušenja.

Radi kontrolisanja visine normalnog repera vrše se, u izvesnom vremenskom razmaku, kontrolna nivelanja između njega i ostalih stabilnih repera pa je u vremenu od 1913 do 1927 ustanovljeno međusobno visinsko pomeranje u iznosu od +0,5 do -1,3 mm.

Normalni reperi nekih država. — U daljem izlaganju ćemo izneti kako je pitanje normalnog repera rešeno još kod nekih država. Pri tome ćemo videti da neke države imaju pored normalnog repera još i tzv. fundamentalne repere (repere I. reda), tj. repere koji su postavljeni na važnim, geološki stabilnim tačkama, obično u čvornim tačkama nivelmanskih vlakova i stabilizirani su na specijalan način. Neke države nemaju normalnog repera u pravom smislu te reči, već imaju samo repere I. reda, a za polaznu tačku za računanje visina upotrebljavaju nultu podelu mareografa, na kome baziraju svoje visine, ili neki reper susedne države, koji je dobio visinu u odnosu na neki mareograf.

Nemačka. — Napred je već izneto kako je rešeno pitanje normalnog repera bivše Pruske države, odnosno kako je postao normalni reper današnje Nemačke. Pored normalnog, bili su postavljeni i repere I. reda, koje ćemo ukratko opisati. U Sjevernoj Njemačkoj u močvarnom terenu u okolini Hamburga i u obalnom pojasu postavljeni su repere u vidu šupljih cevi.



Sl. 3

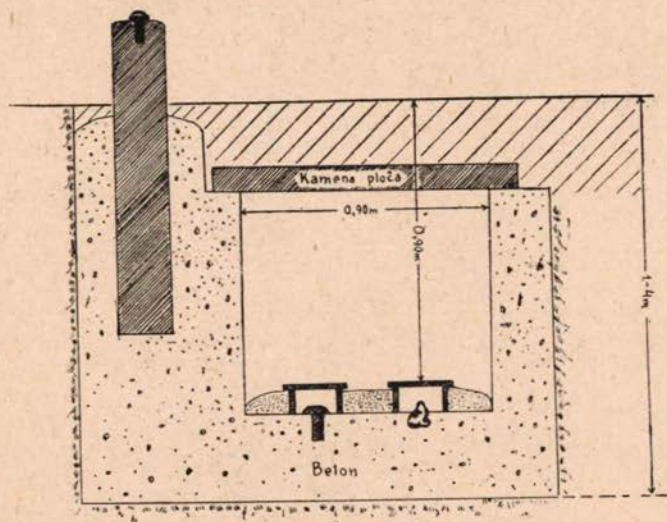
Sl. 3 prikazuje jedan ovakav tip repera. On se sastoji uglavnom od metalnih članaka u vidu cevi, prečnika oko 75 mm, koje se mogu nastavljati jedna na drugu da se dobije potrebna dužina. Na najgornju cev se može zašarafiti metalna kapa, koja na sebi nosi sam reper. Okolo vrha cevi je zaštitni zid od betona u koji je zacementiran metalni oklop sa poklopcem, koji se pruža do gornje povr-

šine zemljišta i štiti sam reper od spoljnih povreda. Dužina cevi se podešava prema zemljištu a sam vrh cevi dopire do diluvijalnog tla, što se postiže bušenjem zemljišta, često puta i do 30 m dubine. Cev se ispunjava peskom.

Drugi tip repera sastoji se od jednog granitnog stuba visine 90 cm, koji leži na širokoj granitnoj ploči debljine 10 cm. Na vrhu stuba je zacementiran valjak, koji nosi jednu kuglu od agata. Ova kugla prestavlja sam reper i zaštićena je odozgo bronzanim poklopcem. Granitni stub je toliko u zemlju usađen da je gornji poklopac za oko 0,5 m ispod površine zemljišta.

Velika Britanija. — Visine se odnose na srednji nivo mora kod Newlyn-a. Reperi I. reda su postavljeni sa velikom brižljivošću da bi se zagarantovala što veća stabilnost. Oni se sastoje iz vertikalnog granitnog stuba koji viri iznad površine zemlje za 30 cm i na gornjoj površini nosi bronzanu marku, čiji vrh označava visinu repera (Sl. 4). Ovaj stub je u betonskoj masi, koja leži na stabilnoj steni i u kojoj je ostavljena jedna kućica pokrivena kamenom pločom. Na dnu ove kućice nalaze se još dev marke, koje služe kao kontrolni reperi.

Ovakvi reperi postavljaju se i na rastojanju od oko 50 km, stabilnom terenu, uz saradnju geoloških stručnjaka.



Stabilna stena

Sl. 4

Kanada. — Reperi I. reda se postavljaju po glavnim gradovima Kanade, u parkovima ili javnim vrtovima, na mestima određenim u saglasnosti sa gradskim vlastima, gde će najbolje biti zaštićeni od svakih docnijih rušenja. Treba da budu također pristupačni za merenje. Reper se sastoji od armiranog betonskog stuba u obliku piramide, četvrtaste osnove (sl. 5).

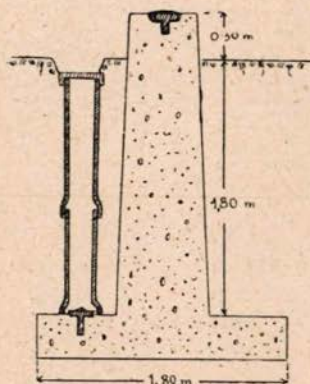
Stub je visine 2,10 m, a strana kvadratnog preseka ima u osnovi 0,61 m, a na vrhu 0,46 m. Stub leži na armiranoj betonskoj ploči debljine 0,30 m, prečnika 1,80 m. Ako se naiđe na živu stenu na dubini manjoj od 1,80 m, ploča se izostavlja a stub se postavlja direktno na stenu. U gornjoj površini stuba zacementiran je reper.

Još jedan kontrolni reper postavljen je na betonskoj ploči sa strane glavnog stuba. Na njega se postavlja, radi zaštite, cev do pečene zemlje, koja se uzdiže do 30 cm od površine zemlje i ova je cev odozgo zatvorena metalnim poklopcem. Do 1929. godine bilo je postavljeno 79 ovakvih repera.

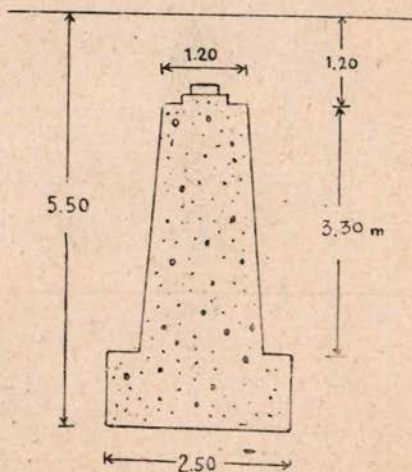
Poljska. — Nivelmanska mreža je vezana za nivelmanski reper starog nemačkog nivelmana u mestu *Torin* i ovaj reper služi kao polazni za računanje visina. Na taj način Poljska mreža bazira na normalnoj nuli bivše Pruske, odnosno na amsterdamskom mareografu.

Poljska ima 7 repera naročite stabilnosti, čija mesta se određuju posle ispitivanja zemljišta i bušenja, ponegde i do 30 m. Reper sačinjava betonski stub visine 2 do 4,5 m oblika piramide sa četvrtastom osnovom, koji leži na betonskoj ploči (sl. 6).

Cela konstrukcija je unutar zemlje nekoliko metara, što zavisi od rezultata prethodnog bušenja. Vrh stuba je oko 1,00 m ispod površine zemlje i na njemu se nalazi čelična kugla, čiji vrh predstavlja sam reper. Na stubu su ubetonirana još četiri kontrolna repera. Betonski poklopac koji se stavlja odozgo služi za zaštitu repera.



Sl. 5



Sl. 6

Holandija. — Svaki reper I. reda se sastoji iz 4—5 betonskih stubova, na čijem vrhu se nalazi bronzana kugla pokrivena betonskom kapom. Kapa je na 0,75 m ispod zemlje. Stubovi su postavljeni u krugu radiusa oko 20 m.

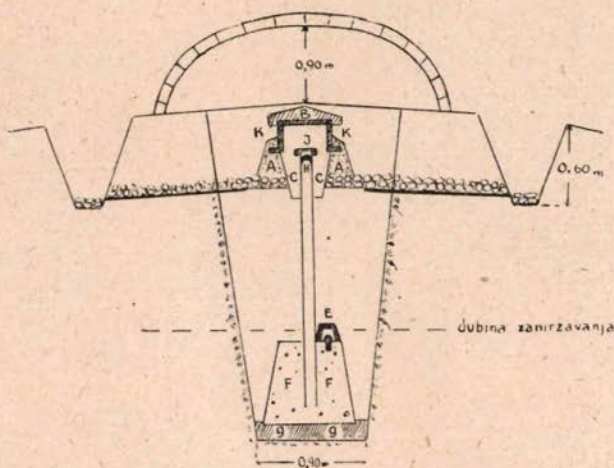
Finska. — Normalni reper finske mreže nalazi se u Helsinkij-u u blizini opservatorije, a vezan je za mareograf u Helsinkij-u. Sastoji se iz jedne horizontalne površine usečene u stenu, na kojoj se uzdiže šuplji granitni spomenik. Odozgo na spomenik se postavlja jedan kamen u vidu piramide, koji se mora skinuti, kada se reper upotrebljava.

Madarska. — Normalni reper se nalazi kod mesta Nadap u blizini Budimpešte, a postavljen je još od strane Bečkog Vojnog-geografskog instituta. Sačinjava ga vrh jedne zaobljene i izglacane površine granitne stene, iznad koje je postavljen šupalj obelisk visine oko 2 m.

Za ovaj reper je uzeta njegova apsolutna visina iz stare austro-ugarske mreže, tako da mađarske visine baziraju na mareografu u Trstu.

Reperi I. reda postavljeni su 30—40 cm ispod površine zemlje, dimenzija 80 × 25 cm, sa sfernom glavom od bronce.

SSSR. — U SSSR do 1939 godine nisu imali postavljene repere I. reda. Krasovski je ukazao na njihovu potrebu i dao predlog kako ih treba stabilizovati (sl. 7).



Sl. 7

Reper je predviđen za dubinu zamrzavanja terena od 1,76 m i sastoji se od masivnog betonskog stuba FF, koji je postavljen na podlogu od betona gg. U stub je ugrađena pocinkovana gvozdena cev napunjena peskom. Na njenom vrhu učvršćuje se sam reper H u vidu sferne površine i na njega se postavlja letva pri nivelanju. Reper ima svoj poklopac J. Na betonski prsten AA postavlja se metalni oklop K, a iznad njega postavlja se još betonska kapa B. Prostor CC ispunjava se šljunkom. Na stubu FF postavlja se još kontrolni reper pokriven betonskim poklopcem E.

Nad celim objektom diže se humka visine 0,60 m, a sa strane se iskopa rov dubine 0,60 m.

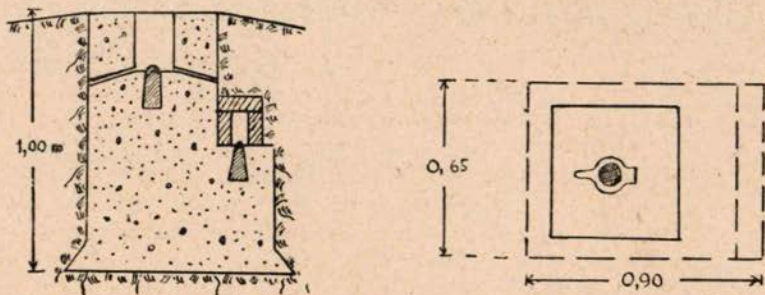
Postavljanje ovakvih repera, prema mišljenju Krasovskog, trebalo bi vršiti na čvornim tačkama nivelmanske mreže a duž nivelmanskih vlakova na rastojanju od 24 km.

Italija. — Italijani nemaju uopšte normalnog repera, a izravnjanje stare nivelmanske mreže vršeno je na taj način, što je postavljen uslov, da srednji nivoi mora na svim tačkama obale, gde postoje mareografi, imaju apsolutnu visinu nula. Ovakva postavka se pokazala kao nepravilna, jer je poznato da srednji nivoi mora, na različitim tačkama obale, imaju i različite visine, pa su prilikom izravnavanja, postavljanjem prisilnog uslova da srednji nivoi budu nule, kvarene merene visinske razlike da bi zadovoljile postavljeni uslov. Pored toga, na ovaj način je nivelman visoke tačnosti bio već unapred onemogućen, da daje podatke o visinskom odnosu srednjih nivoa mora na raznim tačkama obale, što je takođe jedan od njegovih zadataka.

Još 1949. godine, u okviru italijanske Geodetske komisije, postavljeno je pitanje ustanovljavanja jednog normalnog repera i rešeno da se nova italijanska nivelmanska mreža izravna u odnosu na taj reper.

Od toga vremena sve do 1952 godine ovo pitanje je bilo u ispitivanju, pa je u 1952 godini italijanska Geodetska komisija odlučila, da nula normalnog repera treba da bude izvedena na osnovu rezultata mareografa u Đenovi, jedinog koji je neprekidno i pravilno funkcionisao u toku dužeg vremenskog perioda. Pored toga rešeno je još da normalni reper treba da bude postavljen u blizini Đenove na terenu koji je geološki stabilan.

U svojoj novoj mreži nivelmana visoke tačnosti, započetoj 1941 godine, predviđeno je uspostavljanje i repera I. reda, čija se mesta obično poklapaju sa čvornim tačkama mreže. Oni se sastoje od betonskog stuba u zemlji (sl. 8) na čijoj su gornjoj površini zabetonirana dva repera, jedan glavni i jedan kontrolni.



Sl. 8

Nad glavnim reperom se postavlja čunak od livenog gvožđa sa poklopcem, radi zaštite od spoljnih povreda.

Francuska. — Normalni reper Francuske nivelmanske mreže nalazi se u Marselju, u istoj zgradi u kojoj je smešten mareograf, koji služi za određivanje srednjeg nivoa mora. Mareograf funkcioniše neprekidno još od 1885 godine. Sam reper se sastoji od bronzanog klina, fiksiranog u sredini jedne cilindrične granitne ploče. Ploča je usađena u zemlju u sredini zgrade. Mesto repera je određeno posle obimnih ispitivanja u pogledu geološke stabilnosti zemljišta, kao i u pogledu ispunjenja svih ostalih uslova.

Naš normalni reper. — Kako je već napomenuto mi nemamo svoj normalni reper već se naše visine odnose na nivosku površinu određenu prema normalnom reperu bivše Austro-Ugarske, koji se nalazi u luci Trsta (Molo Sartorio). Pitanju uspostavljanja našeg nacionalnog normalnog repera trebalo bi što pre pristupiti. Pri rešavanju ovoga pitanja trebalo bi prvenstveno rešiti pitanje izbora mareografa, na koji će biti oslonjen reper, zatim izbora mesta postavljanja i konačno načina njegove stabilizacije.

Mareograf koji bi mogao poslužiti kao polazni za računanje visina kod nas bio bi mareograf u Bakru, pošto je isti jedini, koji je duže vremena registrovao oscilacije nivoa Jadranskog mora i to od 1929 godine, kada je postavljen, pa sve do 1941 (sa manjim prekidima u 1934 i 1936 godini). Mareograf je postavljen od strane Geofizičkog zavoda u Zagrebu.

Kod Bakarskog mareografa podaci registracije su redovno obrađivani, pa su iznalaženja srednje mesečne i godišnje vrednosti, kao i vrednosti jednog peri-

oda opažanja. Originalni podaci registracija čuvaju se u Geofizičkom zavodu u Zagrebu. Prema ovim podacima određivana je visina repera mareografa u odnosu na srednji nivo iz 1930, 31, 32, 33, 35, 37, i 38 godine i ona iznosi 2,4294 m.

Međutim, visina ovoga repera mareografa u odnosu na normalni reper Trsta, tj. visina u odnosu na srednji nivo Jadranskog mora kod Trsta, dobijena pomoću nivelmana visoke tačnosti Trst-Bakar iznosi 2,5187.

Razlika visina, koja iznosi 0,0893 ili okruglo 9 cm, po svojoj apsolutnoj vrednosti je dosta velika. Analizirajući ovu razliku mogli bi doći do sledećih zaključaka:

1. — Da je srednji nivo Jadranskog mora kod Trsta niži za 9 cm od srednjeg nivoa kod Bakra. Za ovakvu pretpostavku nema realnog osnova, pošto se na ovako malom rastojanju Trst-Bakar ne bi smela pojaviti ovolika razlika.

2. — Pošto je srednji nivo Jadranskog mora kod Trsta određen u toku 1875 godine, a ovaj kod Bakra posle 60 godina, to bi se možda moglo pretpostaviti, da se u ovako velikom vremenskom razmaku srednji nivo Jadranskog mora uopšte, pa sledstveno tome i kod Trsta i Bakra, podigao za 9 cm. Ova pretpostavka je takođe lišena osnova, pošto je veličina od 9 cm previše velika, da bi se ovo moglo pretpostaviti, a pored toga dozniji rezultati registracije mareografa u Trstu ovo ne potvrđuju.

3. — Da je nivelmanski vlak Trst-Bakar pogrešan za 9 cm. Ovo je takođe isključeno pošto je nivelanje vršeno sa kontrolom napred i nazad, a uticajima slučajnih i sistematskih grešaka nivelanja nemože se nikako pripisati ovolika veličina.

4. — Da je mareograf kod Bakra imao sistematsku grešku u registracijama. Upoređivanjem ovog mareografa, sa susednim mareografima na italijanskoj obali, utvrđeno je od strane Geofizičkog zavoda u Zagrebu, da se ova razlika nemože pripisati sistematskim greškama samog mareografa.

5. — Srednji nivo Jadranskog mora kod Trsta, na osnovu koga su računane visine tačaka nivelmanske mreže bivše Austro-Ugarske, određen je u toku samo jedne, 1875 godine, što je kratak period da bi on bio realan vodostaj mora, te izgleda kao jedini pravilan zaključak, da srednji nivo mora kod Trsta, izveden iz registracija mareografa ne odgovara stvarnom nivou.

Ovo je ustanovio 10 godina kasnije i R. Sterneck, kada je na osnovu registracije mareografa u godinama 1875—1879 i 1901—1904 dobio srednji nivo Jadranskog mora kod Trsta, koji je za oko 9 cm viši od onog, određenog u 1875 godini.

Ovo je, takođe, ustanovljeno i kasnije prilikom upoređivanja apsolutnih visina tačaka stare austro-ugarske mreže sa visinama istih tačaka mreža susednih, odnosno doznije nastalih država, koje su imale realniju podlogu za računanje svojih visina, pri čemu se uvek ispoljava pomenuta razlika.

Na osnovu prednjeg izlaganja može se ustanoviti, da na svome državnom području imamo jednu osnovnu površinu za računanje visina naše nivelmanske mreže. Mareograf u Bakru može dakle poslužiti kao polazna tačka za određivanje visine našeg normalnog repera, a time i za računanje visina svih tačaka naše državne mreže.

Pri izboru mesta postavljanja normalnog repera važno je napomenuti, da je potrebno ovo pitanje rešavati uz najužu saradnju sa geološkim stručnjacima. Reper se može postaviti ma gde na državnoj teritoriji, ali je od primarnog značaja njegova geološka stabilnost, jer bi u budućnosti u odnosu na njega trebalo vršiti konstatacije o izvršenim pomeranjima tla, ma koje vrste ona bila.

Nije od naročite važnosti da reper mora biti u blizini mareografa, koji je izabran kao polazni za računanje visina, mada se mora nastojati da se što je moguće tačnijim nivelmanom postigne veza između normalnog repera i mareografa tj. da reper dobije što realniju visinu u odnosu na srednji nivo mora kod polaznog mareografa. Šta više iz praktičnih razloga je pogodnije da reper bude približno u sredini državne teritorije. Konkretno u našem slučaju nebi bilo preporučljivo postaviti reper u blizini Bakra, jer ovaj teren nije pogodan u geološkom pogledu, već bi se pre trebalo odlučiti na teren na prostoru Beograd, Srem. Mitrovica, Vinkovci.

Nečelno treba izbegavati postavljanje repera na nagibima, u uzanim dolinama i uopšte u močvarnim delovima terena. Reper treba postaviti pod zemljom na dovoljnoj dubini da se zaštiti od širenja i skupljanja površinskih slojeva pod uticajem vlage i temperature. U svakom slučaju pre definitivnog izbora mesta postavljanje normalnog repera, treba izvršiti detaljno rekonosciranje terena, zatim ispitivanje tla, pri čemu je potrebno vršiti i neophodna sondiranja radi proučavanja geološkog sastava terena, podzemnih voda i karaktera i dubine zamrzavanja.

Pitanje načina stabilizacije, dubine ukopavanja i dr. mogu se rešiti tek pošto se pronađe pravo mesto postavljanja repera, pa se na osnovu geološkog sastava terena bira najpovoljniji tip repera i način stabilizacije. Pri ovome može se korisno poslužiti iznetim opisima i podacima o napred navedenim reperima nekih država, pa izabрати najpovoljniji način stabilizacije, koji najbolje odgovara za naše prilike.

Takođe bi na našoj državnoj teritoriji bilo potrebno postaviti još izvestan broj repera I. reda, koje bi trebalo izabrati po mogućstvu u čvornim tačkama nivelmanske mreže, na geološki najstabilnijim terenima države i koje bi trebalo podzemno stabilizovati po naročitom postupku.