

IZBOR MESTA I STABILIZACIJA NIVELMANSKIH TAČAKA

DRAGOLJUB VUČIĆEVIĆ, dipl. inž. — Beograd

1. Uvod. — Između mnogih problema sa kojima je izvršenje savremenog nivelmana u tesnoj vezi, jedno od prvih mesta zauzima problem rekognosciranja i stabilizacije nivelmanskih tačaka.

Od nedavno veći broj publikacija u časopisima za geodeziju posvećen je ovom problemu. To je svakako jedan znak da se počinje pridavati veći značaj i važnost rekognosciranju i stabilizaciji u nivelmanu. Ako se pogleda u bilans radova na nivelmanu od početka do danas lako je uveriti se da su ove dve operacije najviše zaostale. Ovo i nije čudno kada se ima u vidu da se nije imalo dovoljno iskustva sa nivelmanom. Trebalo je da mnoge osnovne nivelmanske mreže u mnogim zemljama postanu dobrim delom takoreći neupotrebljive pa da se problem rekognosciranja i stabilizacije postavi na svoje pravo mesto. Još i danas ova dva problema stoje otvorena da bi mogla dostići nivo najnovijih metoda merenja, i stepen tačnosti suvremenih preciznih nivelmanskih instrumenata. Izbor mesta i stabilizacija nivelmanskih tačaka jesu dva usko povezana problema, čije rešenje zahteva veliko iskustvo i svestrano proučavanje i onih oblasti pojedinih graničnih disciplina u koje zadire pravilno rešenje postavljenih problema. Svakako da pored geodezije u ovom slučaju geologija čini jednu od osnovnih komponenata ma da i druge kao morfologija, geofizika, mehanika tla i dr. nisu manje značajne.

Oba problema postaju još više interesantna ako ih rasvetlimo sa jedne druge strane. Dovoljno je upotrebiti vrednosti starih i novih merenja, u vremenskom razmaku jedne ili više decenija, preko identičnih repera, pa da se zapaze bitne promene tj. znatna odstupanja visinskih razlika koje mogu iznositi i po više centimetara između dva susedna repera.

Jasno je da ova odstupanja većim delom proističu iz nastalih promena u položajima repera u toku vremenskog intervala od starog do novog merenja, i da jedan od glavnih uzroka promena položaja repera je donekle loš način stabilizacije i izbor mesta za postavljanje repera.

2. Uzroci promene položaja repera — Nema sumnje da poznavanje mnogobrojnih činjenica uglavnom iz oblasti geologije moglo bi pružiti osnovu za odgovor na ovo pitanje.

Kada se misli na stabilnost repera nikad se ne može računati na jednu apsolutnu stabilnost. Pre svega treba napomenuti da su utjecaji koji prouzrokuju promene položaja repera raznovrsni i složeni. Po svojoj prirodi mogli bi se svrstati u dve grupe;

a) Prvu grupu čine sile koje potiču iz zemljene unutrašnjosti, iz veće dubine, čije dejstvo jeste uzrok tektonskih pomeranja — poremećaja na većem prostoru i protiv kojih se možemo suprostaviti.

b) U drugu grupu mogu se ubrojiti sve one sile koje djeluju u površinskim slojevima tla i čiji se utjecaji, uglavnom lokalnog karaktera, mogu izborom mjesta za reper izbeći ili svesti na manju meru. Ova grupa sila kojase po načinu delovanja unekoliko međusobno razlikuju, ispoljavaju se na sledeće načine:

- 2.1. Ručevi — više manje lokalna pomeranja tla nastala klizanjem koso položenih slojeva usled raskvašenosti podloga.
- 2.2. Konsolidacija tla rastresite strukture — nasipa kao i mladih geoloških terena.
- 2.3. Osobina izvesnih geoloških tvorevina da u prisustvu vode bitno menjaju zapreminu. Jedna od izrazito takvih tvorevina jeste glina kao i druge sa većom primjesom gline.
- 2.4. Vibracija tla, prouzrokovana teškim saobraćajnim sredstvima, dejstvom eksplozija, radom izvesnih mašina, idrugim dejstvima koja povećavaju labilnost i stišljivost tla.
- 2.5. Promena nivoa podzemne vode.
- 2.6. Obrušavanje strmih padina ili sleganja tla usled rastvorljivosti podzemnih slojeva koji sadrže raznih vrsta soli, gipsa i dr.
- 2.7. Zamrzavanje tla prouzrokuje promene zapremina a time i pomeranje u vertikalnom smislu.
- 2.8. Erozija i denudacija tla.

Ako se pretpostavi mogućnost eliminacije gore navedenih uticaja putem izbora mesta i dobrom stabilizacijom repera baš u takvoj meri da praktično ostaju neznatni, onda bi se nivelmanom visoke tačnosti mogle konstatovati i ocenjivati veličine tektonskih pomeranja u zemljinoj kori na širem ili užem području prouzrokovana dejstvom sila iz zemljine unutrašnjosti u izvesnom razdoblju.

S obzirom da osnovna nivelmanska mreža treba da bude podloga i nižih nivelmanskih mreža nešto kasnije ostvarenih, ističe se potreba da u jedno dogledno vreme izvesne nivelmanske tačke ostanu u svom prvobitnom položaju. Prema tome nameće se kao neophodno da osnovna nivelmanska mreža pored ostalih sadrži jedan niz naročito stabilnih nivelmanskih tačaka koje bi i po svome položaju i po izboru mesta i načinu stabilizacije činile jedan stabilan kostur osnovne mreže i bile sigurne polazne tačke pri izvršenju kontrolnih merenja u nivelmanu.

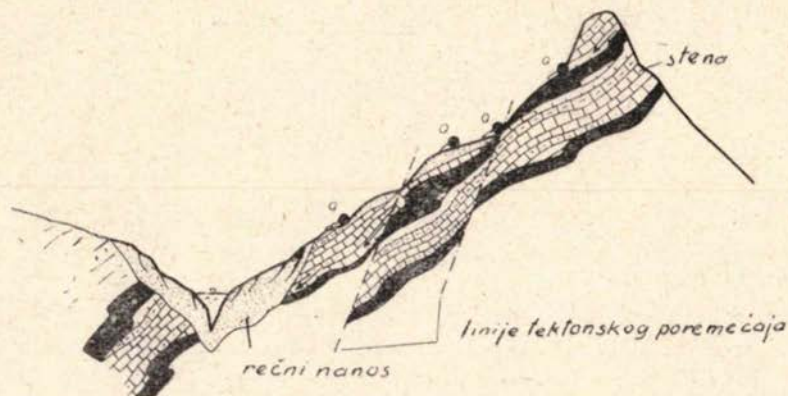
3. Izbor mesta za postavljanje nivelmanskih tačaka. — Kada se vrši izbor mesta za postavljanje nivelmanskih tačaka treba imati u vidu osnovne činjenice koje su od presudnog značaja za stabilnost tačke. U prethodnom poglavlju prikazani su izvesni uticaji kao uzroci nestabilnosti terena te smatram da bi njihovo poznavanje u ovom slučaju bilo od koristi. Neosporno je da je geološki sastav terena jedan od glavnih elemenata sa kojim se mora računati. Upotreba geološke karte pružila bi znatne olakšice pri čemu treba znati da karta sitnijih razmera prikazuje uglavnom geološki sastav dubljih slojeva te se može lako doći i do pogrešnog rezultata s obzirom da je za

stabilnost nivelmanskih tačaka važan i sastav površinskih slojeva. Savetovanje sa jednim iskusnim geologom bilo bi neophodno i vrlo korisno. Geodetski stručnjak treba da bude svestan da kao organizator i rukovodilac ovog posla prima na sebe svu odgovornost te prema tome mora i sam problem svestrano proučiti.

Pored geološkog od bitnog uticaja na stabilnost terena je sadržaj vode. Veći sadržaj vode u slojevima tla smanjuje trenje i povećava plastičnost slojeva. Ovo se naročito nepovoljno odražava na terenima koji obiluju debelim slojem gline, što je čest slučaj u aluvijalnom terenu, pretežno u dolinama velikih reka.

Osobine gline da vrlo mnogo upija vodu pri čemu jako nabubri postaje plastična i osetno povećava zapreminu usled čega dolazi do izdizanja i spuštanja površine tla, čine je jednom od najnepovoljnijih geoloških tvorevina kada je u pitanju izbor položaja repera. Sličan je slučaj i sa ilovačom, lesom, laporcem i drugim tvorevinama koje sadrže veći procenat gline. Prema tome reper fundiran na glinovitoj podlozi pokazivaće promene položaja u vertikalnom smislu koje će zavisiti od debljine podnožnog sloja i stepena vlage u njemu.

Na suprot ovome iskustvo je pokazalo da stene uglavnom čine najpovoljniju osnovu za postavljanje repera. Međutim i tu ima izuzetaka kada i stena nije dovoljno pouzdan oslonac i to je naročito slučaj kod strmih stena sa ispreturanim i kosim slojevima gde se može očekivati klizanje. Na sl. 1, kao primer iz prakse, prikazan je jedan poprečni geološki profil reke gde je voda rečnog toka kosi sloj stene potpuno prestrugala i time dovela jednu stranu u nestabilan položaj. (9)

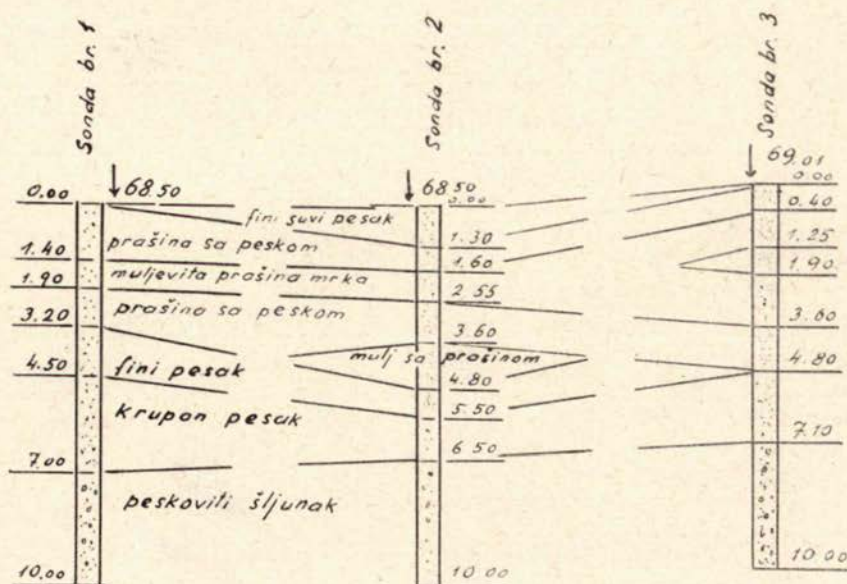


Sl. 1. Ruč u škriljcu i flisu

Iz svega izloženog i iskustva stečenog u praksi mogli bi doneti izvesne zaključke koje se odnose na izbor mesta za postavljanje repera. Smatram da će biti korisnije ako počnemo sa ukazivanjem na loše terene.

3.1. Dolina reke, u načelu nisu povoljni tereni za postavljanje nivelmanskih tačaka odnosno provođenja nivelmanskih linija.

Ovo se objašnjava konsolidacijom aluvijalnog zemljišta, sadržajem moćnih slojeva gline, kao i drugih geoloških formacija koje menjaju zapreminu pri promeni stepena vlage. Zatim česte promene nivoa podzemne vode kod različitih vodostanja reke. U slučajevima kada se rečne doline iz opravdanih razloga ne mogu izbeći onda je potrebno iskoristiti mogućnost svake pojave stena u pribrežnim oblastima doline i dubinskog fundiranja repera na šljunku ili čistom krupnozrnom pesku. Radi boljeg uvida u geološku strukturu tla rečnih tokova na sl. 2 prikazan je kao primer podužni geološki profil levog obalnog pojasa Dunava kod Kostolca.

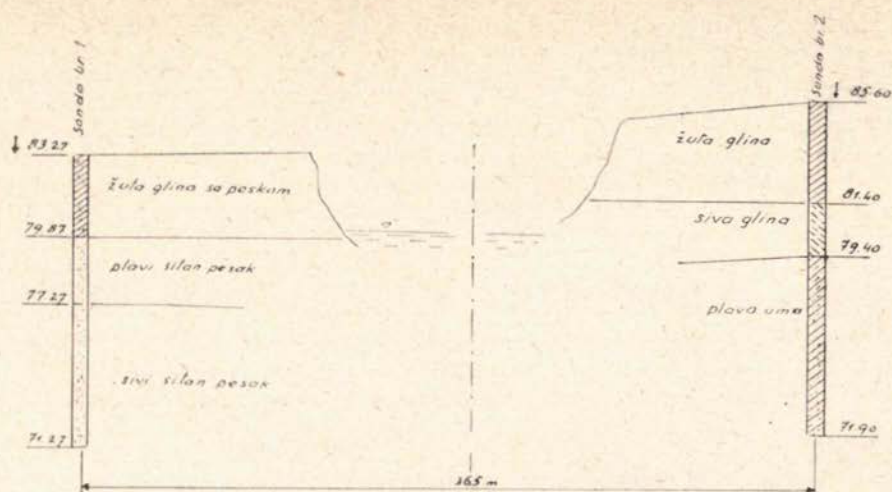


Sl. 2.

Na sl. 3 prikazan je geološki poprečni profil Dunava kod Čibutske ade (podaci sekcije za održavanje rečnih plovnih puteva). Iz pokazanih profila lako je uvideti da je pri takvoj situaciji jedino sa uspehom moguće dubinsko fundiranje repera.

3.2. Nasipi — uopšte nasuti tereni nisu dobra podloga za fundiranje nivelmanskih tačaka. Usled rastresitosti materijala i drugih uticaja podložni su velikom sleganju a koje se prenosi i na postavljene objekte — stubove. U dosadašnjoj praksi vrlo čest je slučaj bio da su nivelmanski stubovi ukopavani u obranbenim nasipima rečnih tokova a tako isto i u železničkim ili drugim nasipima. To je bio svakako velik nedostatak u izboru mesta. Ovo će biti jasno ako se ima u vidu da je nivelmanska tačka na nasipu izložena lokalnim uticajima kao što su:

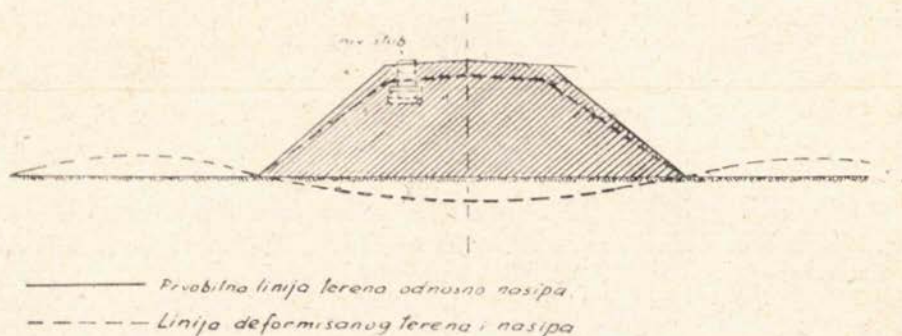
1. Sleganje trupa nasipa usled rastresitosti materijala od koga je nasip izgrađen.



Sl. 3 Poprečni profil Dunava kod Čibutške oke

2. Sleganje podloge usled sopstvene težine nasipa — deformacija tla.
3. Sleganje prouzrokovano vibracijom usled saobraćaja po nasipu.
4. Pomeranje tla u vertikalnom smislu usled promene nivoa podzemne

Poprečni profil drumskog nasipa



Sl. 4

vode. Na sl. 4 prikazana je skica jednog poprečnog profila nasipa sa linijom deformacije. Ovim se i tumači nestabilnost tačaka lundiranih na nasipima što se i u praksi pokazalo.

3.3. Područja rudnih polja, blizina kamenoloma i drugih mesta gde se vrše česte i jake eksplozije nisu povoljna mesta za po-

stavljanje repera. Jaki potresi i potkopavanja povećavaju labilnost slojeva tla, što može biti jedan od uzroka promene položaja nivelmanskih tačaka.

3.4. Močvarni predeli predstavljaju isto tako loš teren u pogledu stabilnosti. Vrlo visoki nivo podzemne vode dovodi do raskvašenosti temelja objekata i njihovo relativno brzo sleganje u plastičnu podlogu. U takvim slučajevima dubinsko fundiranje repera dalo bi pozitivne rezultate. U praksi je na više mesta korišćena česma pored puta kao objekat za usađivanje repera. S obzirom na problematično fundiranje i prisustvo vode česme nisu dovoljno pouzdani objekti te ih u svakom slučaju ne bi trebalo koristiti za postavljanje repera.

3.5. Željeznički trup, mostovi, propusti, željezničke stanice i drugi objekti neposredno pored koloseka nisu dobra osnova za stabilizaciju tačaka osnovnog nivelmana. Isto tako i drumovi sa jakim saobraćajem. Vibracije tla uslijed prolaza teških saobraćajnih sredstava prouzrokuje povećanje stišljivosti podloge koja ima za posledicu permanentno sleganje ne samo kolovoza nego i objekata ugrađenih u njemu. Ovo se naročito ispoljava u nasipima, u zaseocima puteva kao i uopšte na terenima sa mekom podlogom. Da bi se dobio bolji pojam o veličini dejstva vibracije kod željeznica i puteva navešću dva primjera. Zgrada jedne željezničke stanice u Berlinu utonula je za oko 35 cm u vremenskom razmaku od 40 godina, mada je fundiranje izvršeno sa dozvoljenim opterećenjem tla na jedinicu površine. Slično tome desilo se i u Holandiji gdje su se sve zgrade u jednoj ulici usled povećanog saobraćaja nakrivile suprotno osovini ulice. [2]

Kad se radi o projektu trase nivelmanske linije, koju treba povlačiti putem ili željeznicom, bilo bi od koristi napomenuti izvesne činjenice koje karakterišu ove dve vrste saobraćajnica i koje će biti od značaja pri donošenju odluke. Dok su putevi oštrim krivinama više prilagođeni terenu te nemaju relativno velike zemljene radove — nasipe i useke — dotle se kod željeznica pojavljuju bitno veći zemljeni radovi tj. duboki useci i visoki nasipi uslovljeni velikim poluprečnikom krivine iredim prelomima nivelete u vertikalnom smislu. Pored toga kod željeznica je poželjna elastična podloga što se postiže nasipima tako da je za željeznice i u ravnicama obavezna izgradnja nasipa najmanje 1 m visine dok bi na istom mestu put bio u nivou terena. Deformacije kolovoza puta koje dovode u pitanje sigurnost saobraćaja ne mogu se lako ispravljati te se pri izgradnji suvremenih puteva naročita pažnja poklanja nabijanju nasipa, dok kod željeznice nije taj slučaj. Nastale deformacije — sleganje popravljaju se jednostavno podbijanjem pragova. Željeznički trup je izložen većem opterećenju, većim vibracijama, te treba očekivati i veća sleganja. Na kraju treba imati u vidu da vrlo često željeznička linija nije lako pristupačna nivelmanskoj ekipi koja se pri kretanju u glavnom služi motornim vozilom putem usled čega bi se moralo računati sa izvesnim gubitkom u vremenu.

Iz svega toga izloženog proizlazi da putevi imaju znatne prednosti kao podloga nivelmanskih linija te bi trebalo kad god je to moguće izbegavati postavljanje nivelmanskih linija željezničkom prugom.

Ako se u elaboratu nivelmana pogledaju niv. obrasci br. 8 videće se da su gotovo redovito kao objekti za usađivanje repera korišćeni propusti i mostovi. Tim pre smatram da je ovom pitanju potrebno posvetiti naročitu pažnju. Mostovi i propusti kao objekti su po svome položaju najviše izloženi dejstvu vi-

bracije i dinamičkih potresa usled saobraćaja, zatim uticaja promjene nivoa vode između stanja velike i male vode u reci, što se sve ukupno odražava na promeni položaja stubova u vertikalnom smislu. Zato propusti i mostovi u načelu nisu povoljni objekti za usađivanje repera. Izuzetak bi činili oni — mostovi ili propusti koji su fundirani na čvrstoj i stabilnoj steni.

U praksi ima slučajeva da su za postavljanje repera korišteni potporni i obložni zidovi kod puteva i željeznica pa čak i hektometarsko kamenje. Na svaki način ovo ne bi trebalo kod novih radova praktikovati.

Kad se stvari ovako posmatraju izgleda kao da dobrog terena za postavljanje repera uopšte nema ili ga ima sasvim malo. Ne bi trebalo da se ovo shvati bukvalno. Ovdje je bitno poznavanje svih činjenica, koje su od presudnog značenja za stabilnost i obezbeđenje trajanja nivelmanskih tačaka. Svakako često puta, da bi se dobila potrebna gustina repera na liniji, prinuđeni smo usvojiti takva mesta koja samo delomično ispunjavaju potrebne uslove. Zato bi u niv. obrascu br. 8 — opis položaja repera — za svaki reper bilo potrebno uneti još jedan podatak naime kategoriju stabilnosti repera. Ona bi trebala da proističe iz geološkog profila, načina stabilizacije i drugih činjenica koje su od utjecaja na stabilnost repera.

Kod ocene puteva kao podloge nivelmanskih linija valja odmah istaći da drugorazredni putevi sa čvrstom podlogom pružili bi sigurniji oslonac za postavljanje nivelmanskih linija nego što je to slučaj kod puteva prvog reda. Usled slabijeg saobraćaja ne samo da se smanjuju potresi već je bitno povećana mogućnost nesmetanog nivelanja.

4. Izbor objekata za usađivanje repera. — U praksi je uobičajeno da se iz ekonomskih razloga za usađivanje repera prvenstveno koriste postojeći objekti koji su ili sastavni dio puta ili se nalaze pored puta, na većem ili manjem odstojanju. Ovo je opravdano ukoliko dotični objekti ispunjavaju potrebne uslove u pogledu stabilnosti i održavanju repera. U prethodnom izlaganju ukazano je na loš izbor objekata koji čine sastavni dio puta kao što su mostovi, propusti, potporni i obložni zidovi i dr. Prema tome, za usađivanje repera došlo bi u razmatranje uglavnom objekti pored puta. Pri izboru objekata trebalo bi imati u vidu i eventualno mogućnost kasnijeg proširenja puta. Stoga i u cilju izbegavanja uticaja dejstva vibracije bilo bi korisno ako bi se usađivanje repera birali objekti udaljeni od ivice puta oko 15—20 m, sem u slučajevima ako se reper može usaditi direktno ili fundirati u steni odstojanje bi moglo biti kraće. Svaki objekat koji bi došao u obzir za postavljanje repera mora biti detaljno ispitan tj. treba imati tačno obaveštenje o njegovom fundiranju gološkoj podlozi kao i u stanju podzemne vode. Ako se koristi zgrada kao objekt za usađivanje repera bolje je odlučiti se za onu koja ima podrum tj. koja ima dublji temelj; pri tome treba pregledati zidove u podrumu i ustanoviti dali ima vlage ili se u izvesnim prilikama i voda pojavljuje. Takva zgrada, čiji su temelji niži ili u nivou podzemne vode, ne dolazi u obzir za usađivanje repera. Pogrešno je smatrati da su veliki masivniji i stari objekti sigurni u pogledu stabilnosti. Za ocenu stabilnosti mnogo važniji faktor je geološki sastav terena. Poznati su slučajevi: Isakijevska crkva u Lenjingradu i crkva Sv. Marka u Veneciji čiji su temelji postavljeni na glini pre više vekova a još uvek su u fazi sleganja (8).

U nedostatku povoljnih objekata, često se moraju stabilisati kamene belege propisanih dimenzija sa vertikalno usađenim reperima. U takvim slu-

čajejima birati ocedito mesto po mogućnosti brežuljak a jednom sondom od 2 m dubine ispitati geološki sastav podloge i ispitati dali se na 2 m dubine ne pojavljuje podzemna voda .



Sl. 15.

Pored navedenih objekata za usađivanje repera sa uspjehom se mogu koristiti i postojeće stabilne stene pored puta. Napominje se da pri izboru treba naročito obratiti pažnju na čvrstinu stene, tj. da ne bude trošna, isprskala lasovita ili odvojena od podhoge.

5. Kategorija stabilnosti nivelmanskih tačaka. — Prema stepenu stabilnosti sve nivelmanske tačke mogle bi se svrstati u pet kategorija.

I. Kategorija stabilnosti: sve nivelmanske tačke koje su postavljene na stabilnoj steni bilo da su reperi direktno usađeni u stenu ili u objektima fundiranim na steni.

II. Kategorija stabilnosti: sve nivelmanske tačke koje se nalaze u objektima koji su fundirani na šljunku tj. imaju kao geološku podlogu moćniji sloj šljunka.

III. Kategorija stabilnosti: sve nivelmanske tačke koje kao geološku podlogu imaju formaciju čistog peska ili peska sa šljunkom.

IV. Kategorija stabilnosti: sve nivelmanske tačke koje za geološku podlogu imaju suhu glinu ili druge mešovite geološke tvorevine kao: les, ilovača, laporac i dr. kada nisu izložene dejstvu podzemne vode.

V. Kategorija stabilnosti: sve ove nivelmanske tačke koje su fundirane na nasipima, na terenima sa visokim nivoem podzemne vode (močvarna zemljišta) kao i one koje su izložene stalnim potresima od saobraćaja i dejstva drugih sila.

6. Stabilizacija nivelmanskih tačaka. — Svrha stabilizacije nivelmanskih tačaka, jeste da na pogodan način tačku materijalizira i trajno na terenu obeleži. I ako na prvi pogled izgleda jednostavan, problem je vrlo složen i zahteva iscrpno razmatranje svih činjenica koje su od utjecaja na stabilnost tačke. Geološka razvrstanost tla kao i izvjesne okolnosti uslovlili su kod stabilizacije potrebu različitih načina tj. raznih tipova stabilizacije. Kad se radi o načinu stabilizacije treba imati u vidu da između ostalih i ekonomičnost predstavlja jedan od osnovnih faktora.

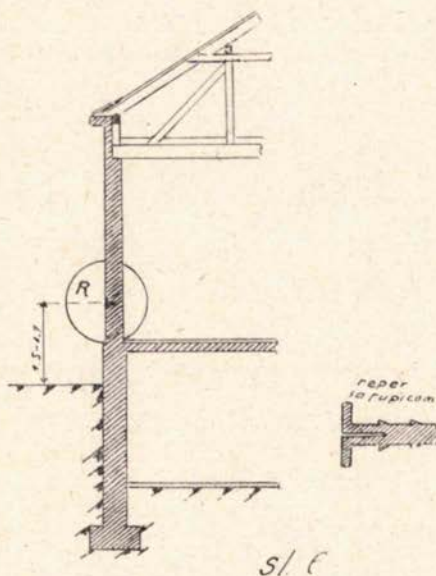
Pored nadzemno stabilizovanih nivelmanskih tačaka namenjenih redovnoj upotrebi, kao radne tačke, savremena osnovna nivelmanska mreža sadrži izvestan broj fundamentalnih podzemno stabilisanih tačaka, dobro zaštićenih od štetnih uticaja koje u mreži čine jedan stabilan sistem tačaka a koriste se u slučajevima kad se ukaže potreba kontrolnih merenja u mreži.

6.1. Tipovi nadzemne stabilizacije nivelmanskih tačaka. — U prethodnom izlaganju, o izboru objekata za usađivanje repera,

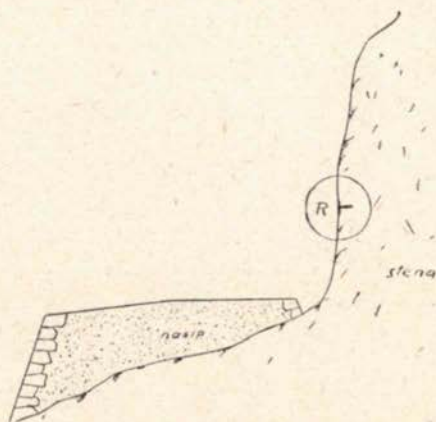
napomenuto je koje uslove moraju ispunjavati takvi objekti, te će ovde biti prikazana samo tehnička strana stabilizacije repera.

Kada se vrši određivanje mesta na objektu za usađevanje repera treba imati u vidu vrstu repera kao i mogućnost postavljanja letve odnosno lenjira.

Na sl. 6 prikazan je način stabilizacije horizontalno usađenog repera u zidu zgrade. U ovom slučaju najprobitačniji je tip repera sa rupicom. Postavlja se u visini 1,5 do 1,7 m tako da se može lako horizontalnom vizurom direktno pogoditi. Pored skice profila u obrascu br. 8 treba prikazati dubinu temelja zgrade i geološki sastav podloge.



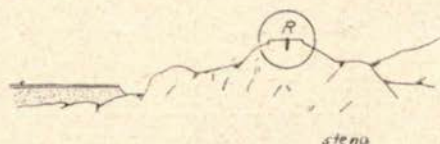
Slika 7a Prikazuje način stabilizacije horizontalnog repera (sa rupicom) u čvrstoj i stabilnoj magmatskoj steni ili masivnoj sedimentnoj steni mono-



Sl. 7a

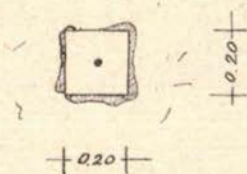
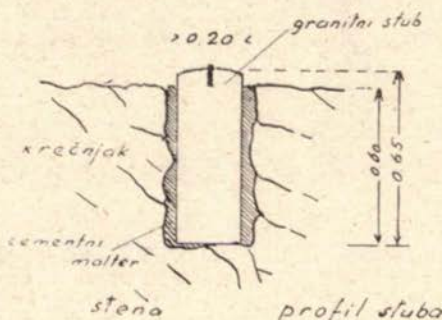
litne strukture. Mesto na kome će se reper usaditi potrebno je očistiti od ne-ravnina i obraditi vertikalnu ravan dimenzija 20×20 cm kako bi se mogao reper lepo horizontalno postaviti.

Na slici 7b. Prikazan je način stabilizacije repera u čvrstoj stabilnoj magmat-skoj steni (izuzetno u sedimentnoj) za slučaj kada je reper vertikalno usaden. Mesto na steni na kome će se reper usaditi treba da bude obrađeno, tj. — is-klesana glava dimenzije $20 \times 20 \times 2$ cm.



Sl. 7b

Slika br. 8 prikazuje stabilizaciju granitnog stuba dimenzija $20 \times 20 \times 65$ cm sa vertikalno usadenim reperom na vrhu stuba, u slučaju kada je podloga trošna stena koja može biti vrlo dobar nosač ali nije podesna za direktno usadi-vanje repera. U praksi je vrlo čest slučaj da se na terenu pored puta nalaze stene koje su stabilne ali po svojoj strukturi usled atmosferskih uticaja sklone su relativno brzom raspadanju (neke vrste krečnjaka, laporci, peščari i dr). U takvim slučajevima stabilizacija granitnog stuba sa reperom pokazala bi vrlo dobar rezultat.

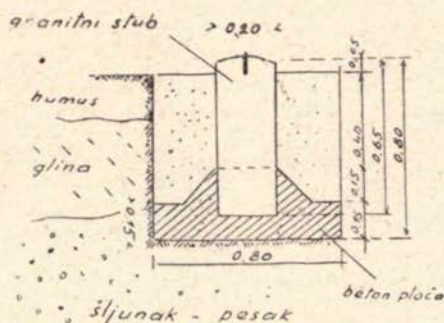


Izgled odozgo

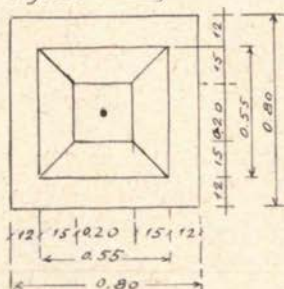
Sl. 8.

Radi bolje veze stuba sa terenom međuprostor treba ispuniti betonom.

Na sl.9 prikazan je način stabilizacije nivelmanskog stuba od granita sa vertikalnim usađenim reperom. Stub je postavljen na betonskoj ploči — podlozi, dimenzija $80 \times 80 \times 15$ cm sa vutama radi bolje veze između stuba i betonske podloge. Dimenzije stuba date su na skici. Podnožna ploča izrađena je od nabivenog betona. Na mestu gde se namerava stub ukopati potrebno je izvršiti sondiranje terena na dubini oko 2 metra i pri tome uveriti se o tom stanju nivoa podzemne vode i vršiti geološke podloge. U vezi sa stabilizacijom uopšte



izgled odzgora

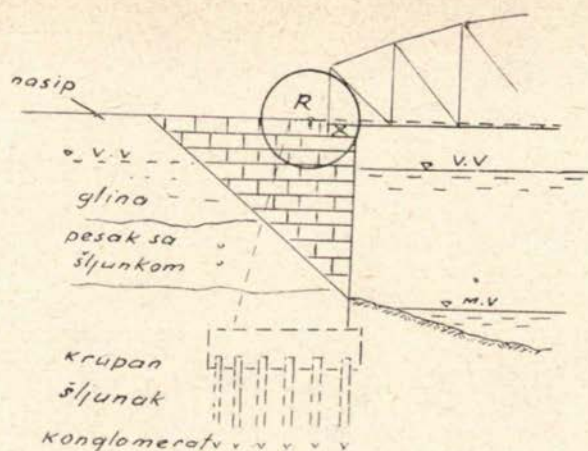


sl. 9

biće od koristi ako se ukaže na stečena iskustva u praksi; iako su profili površinskih slojeva po svom geološkom sastavu vrlo različiti ipak je činjenica da materijali koji menjaju zapreminu u zavisnosti od stepena vlage u njima u većini slučajeva opadaju sa dubinom. Prema podacima Uspenskog promena nivoa podzemne vode u koherentnom terenu (glina, les, ilovača i dr), na dubini fundiranja od 1,5 do 2,0 m. ne prouzrokuju veće pomeranje objekata po vertikali od 3 mm (5).

Kada se mostovski obalni stub koristi kao objekat za usađivanje repera (sl. 10) potrebno je od nadležnih prikupiti podatke o geološkom profilu i načinu stabilizacije koje treba uneti u niv. obrazac br. 8. Ovo je potrebno pored ostalog i radi ocene stabilnosti repera. Reper se može postaviti horizontalno ili vertikalno u zavisnosti od konstrukcije mosta.

Bušenje rupa u objekte za usađivanje repera vrši se običnim bušarom ili mašinski, kompresorom.



Sl. 10.

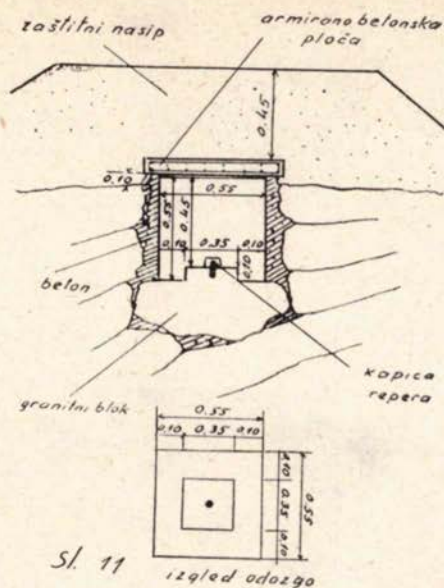
U svakom slučaju rupa treba da bude cilindričnog oblika sa prečnikom koji odgovara prečniku repera. Pri ručnom bušenju ne preporučuje se snažno udaranje čekićem, koje bi moglo prouzrokovati rastresenost i oštećenje objekta. Za uzdiživanje repera obično se koristi cementni malter spremljen u razmeri 1 : 3 — cement: pesak, sa dodatkom vode da bude dovoljno židak. Osobitu pažnju treba posvetiti kako kvalitetu cementa tako i pesku. Najbolje je upotrebiti čist kvarcni pesak srednje krupnoće zrna. S obzirom da je za uzdižanje repera potrebna relativno mala količina peska i da se na terenu teško dolazi do čistog kvarcnog peska preporučuje se ranije snabdeti se kvalitetnim peskom i poneti ga na teren.

U DR Nemačkoj za usađivanje repera umesto cementnog maltera korišćen je jedan novi materijal »Cefa« koji se sastoji od sumpora i kamenog brašna. Topi se na 120°C i brzo stvrdnjava. Usled nedovoljnog iskustva za sada se ne može doneti jedan pouzdan zaključak o dobroti i praktičnosti ovog materijala. Isto tako za bušenje rupa korišten je kompresor (6).

6.2. Podzemna stabilizacija nivelmanskih tačaka — Ovaj način nalazi primene kod stabilizacije fundamentalnih, čvornih i izvešnih repera na linijama na međusobnom rastojanju od 40 do 50 km.

Na slici 11 prikazan je slučaj podzemne stabilizacije u površinskoj steni koja usled trošnosti i nehomogene strukture nije se mogla obraditi za direktno usađivanje repera. U iskopanoj jami dimenzija 0,60 × 0,60 × 1,0 m na posteljici od cementnog maltera stavljen je granitni blok sa obrađenom glavom na gornjoj površini i usađenim reperom. Neravni zidovi šahta obloženi su slojem cementnog maltera i izravnati. Radi zaštite od štetnog dejstva vlage glava repera pokrivena je kapičom ispunjenom antikorozijskom mašću.

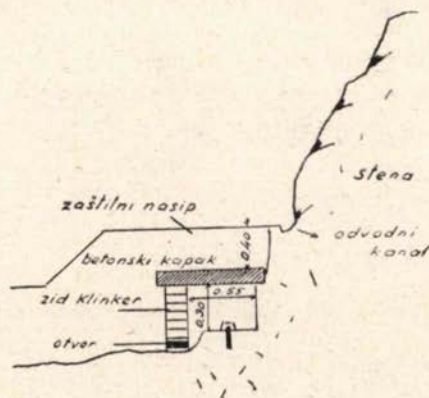
Šaht je pokriven pločom od armiranog betona koja dobro naleže na ivice šahta i štiti je od eventualnog prodora vode. Da bi se obezbedio od priliva površinske vode gornja ivica šahta izdignuta je iznad terena za oko 10—15 cm i ivica šahta na koju naleže kapak obložena je zaptivajućim



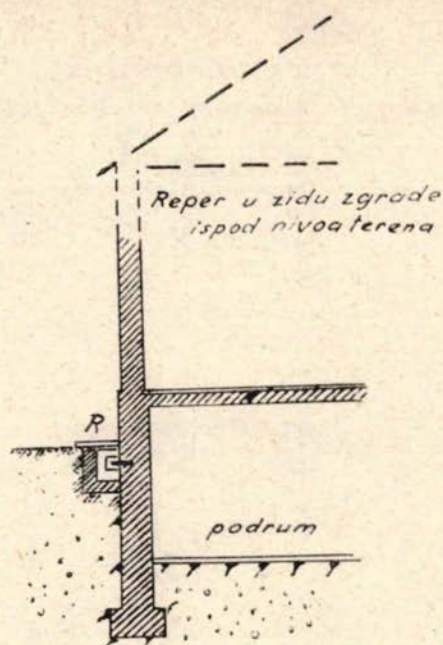
Sl. 11
izgled odozgo

materijalom. U cilju zaštite tačke od strane nepozvanih kao i dejstva mraza iznad šahta načinjen je nasip od 0,45 m visine. U nedostatku granitnog bloka u krajnjem slučaju reper se može usaditi i direktno u betonsku podlogu. U tom slučaju mora se posvetiti osobita pažnja kvalitetu betona

U podnožju strmih padina magmatskih stena ili kompaktnih sedimentnih stena često bi se mogla iskoristiti mogućnost podzemne stabilizacije repera sa direktnim usađivanjem u stenu kao što je na sl. 12 prikazano. Za jednu stranu šahta iskorišćena je stena dok su ostale tri strane izgrađene od prepečene opeke ili klinkera u cementnom malteru. Ostalo sve isto kao u prethodnom slučaju.



Sl. 12



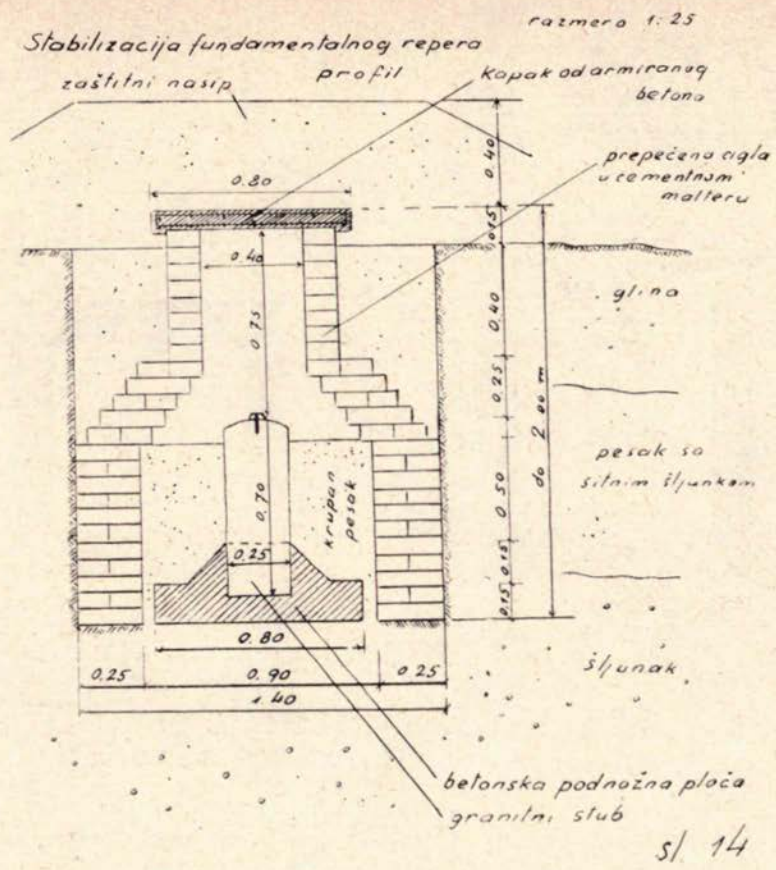
sl. 13

Masivne zgrade fundirane na stabilnoj podlozi (stena šljunak i slično) mogu biti dobra osnova za podzemnu stabilizaciju nivelmanskih tačaka. Na sl. 13 prikazan je slučaj izgradnje šahta sa strane temeljnog zida zgrade i horizontalno usađenog repera sa glavom. Detalji izgradnje šahta i izolacije uzeti iz prethodnog slučaja.

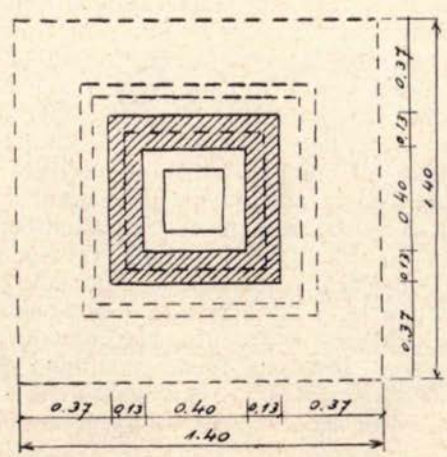
U ravninama i dolinama velikih reka da bi se nivelmanska tačka oslonila na stabilan noseći sloj mora se često sa fundiranjem ići i do većih dubina. Iskustvo je pokazalo da pored stene i šljunka i pesak kada je čist u jačem sloju može biti vrlo dobar noseći materijal. Njegove osobine:

1. da natopljen vodom ne menja zapreminu.
2. da je pod pritiskom vrlo malo stišljiv
3. njegovo svojstvo da opterećenje prenosi na širu osnovu čine ga stabilnim nosećim materijalom tako da se na moćnom sloju peska sa sigurnošću može vršiti fundiranje i težih objekata.

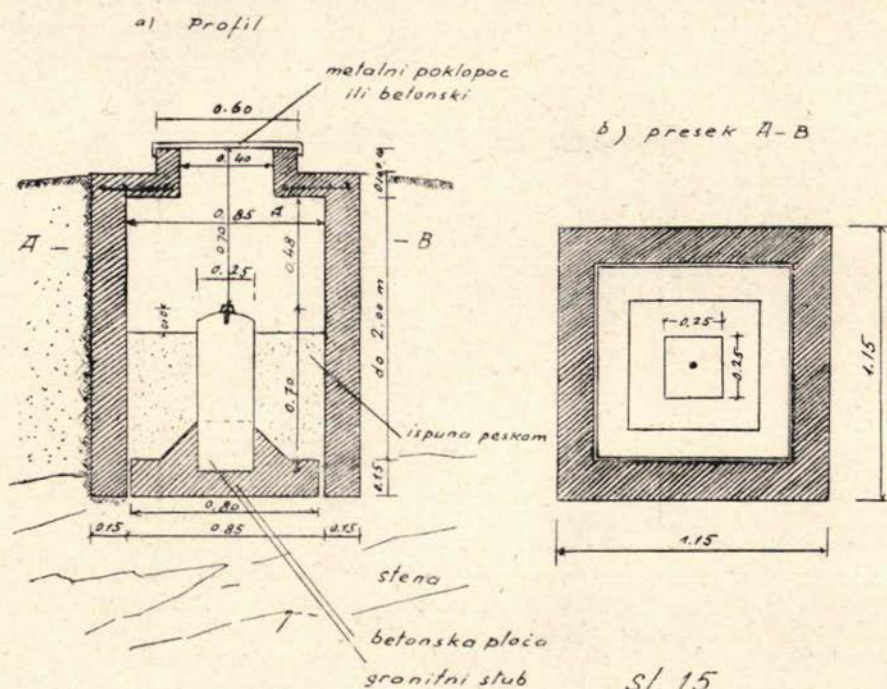
Na slici 14 prikazan je jedan od načina podzemne stabilizacije niv. tačaka za dubine do 2 m. Zidanje šahta vršeno je opekama u cementnom malteru. Kameni stub dimenzija $25 \times 25 \times 70$ cm koji na vrhu nosi reper stoji na betonskoj ploči dimenzija $80 \times 80 \times 15$ cm sa vutom radi bolje veze sa stubom. Za svedeni deo šahta završava se otvorom veličine 40×40 cm koji pokriva kapak od armiranog betona ili kamena. Dimenzije se vide iz priložene skice.



Izgled oduzgo



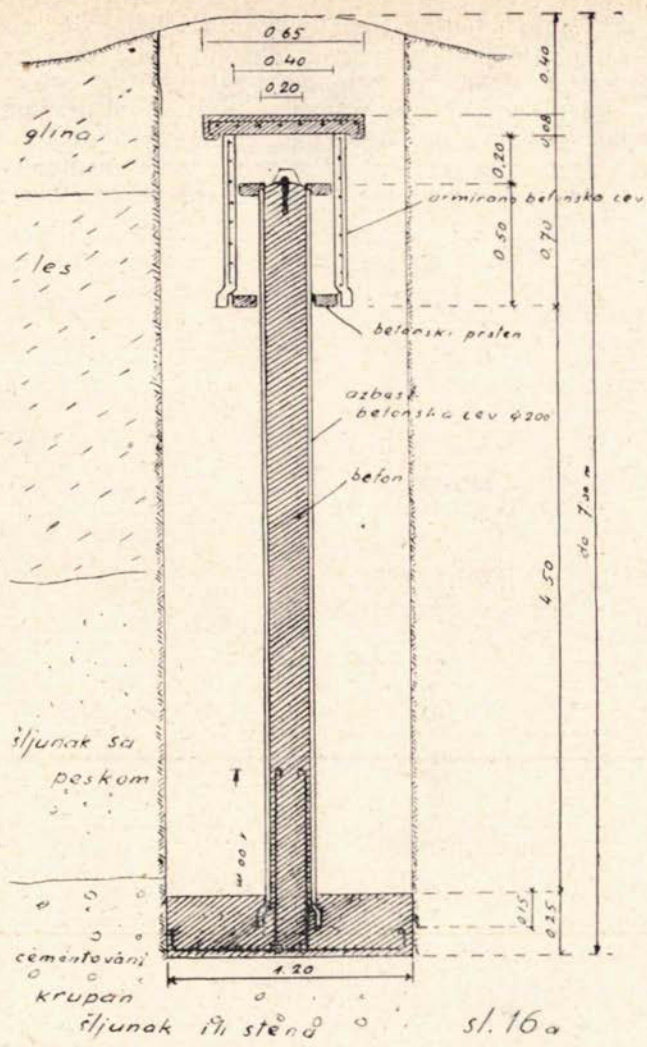
Stabilizacija fundamentalnog repera



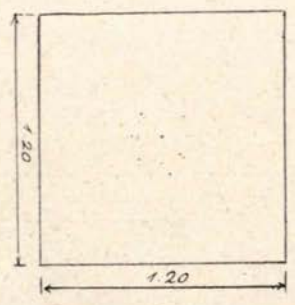
Sl. 15

Slično prethodnom, na slici 15 prikazan je jedan način podzemne stabilizacije nivelmanske tačke za dubine osnove do 2 m. U ovom slučaju šaht je izrađen od nabijenog betona, sa armiranom pločom u ravni terena i poklopcem od metala ili betona. Dimenzije granitnog stuba podnožne ploče i ostalo isto je kao u prethodnom slučaju.

Na slici 16a prikazan je način podzemne stabilizacije nivelmanskih tačaka za dubine fundiranja od 2,5 do 7 m a u koherentnom materijalu i za veće dubine. Ovaj način stabilizacije sa uspehom se može primeniti kako u ravničarskom tako i u brdovitom terenu. Osnova jame treba da je ravna i horizontalna tako da temeljna ploča dimenzije $1,20 \times 1,20 \times 0,25$ m od armiranog betona bude horizontalna i svuda iste debljine. U središtu ploče usađena je azbestno-betonska cev prečnika 20 cm i dovedena u vertikalni položaj. Radi bolje veze cevi sa temeljnom pločom postavljena je vertikalna armatura, koja je donjim krajem spojena sa armaturom ploče. Azbestno-betonska cev ispunjena je nabijenim betonom do vrha gde se nalazi vertikalno usađen reper. U cilju zaštite od štetnog dejstva mraza i kolebanja površinskih slojeva pri vrhu glavne cevi navučena je zaštitna armirano-betonska cev prečnika 40 cm i dužine 70 cm sa poklopcem. Zaštitna cev leži na betonskom prstenu koji ne dodiruje glavnu cev. Prostor između zaštitne i glavne cevi ostaje prazan. Ukoliko je azbestno-betonska cev kratka može se nastaviti pomoću mufa koji svaka cev poseduje ili prema potrebi glavna cev se može i skratiti — prosto testerom.

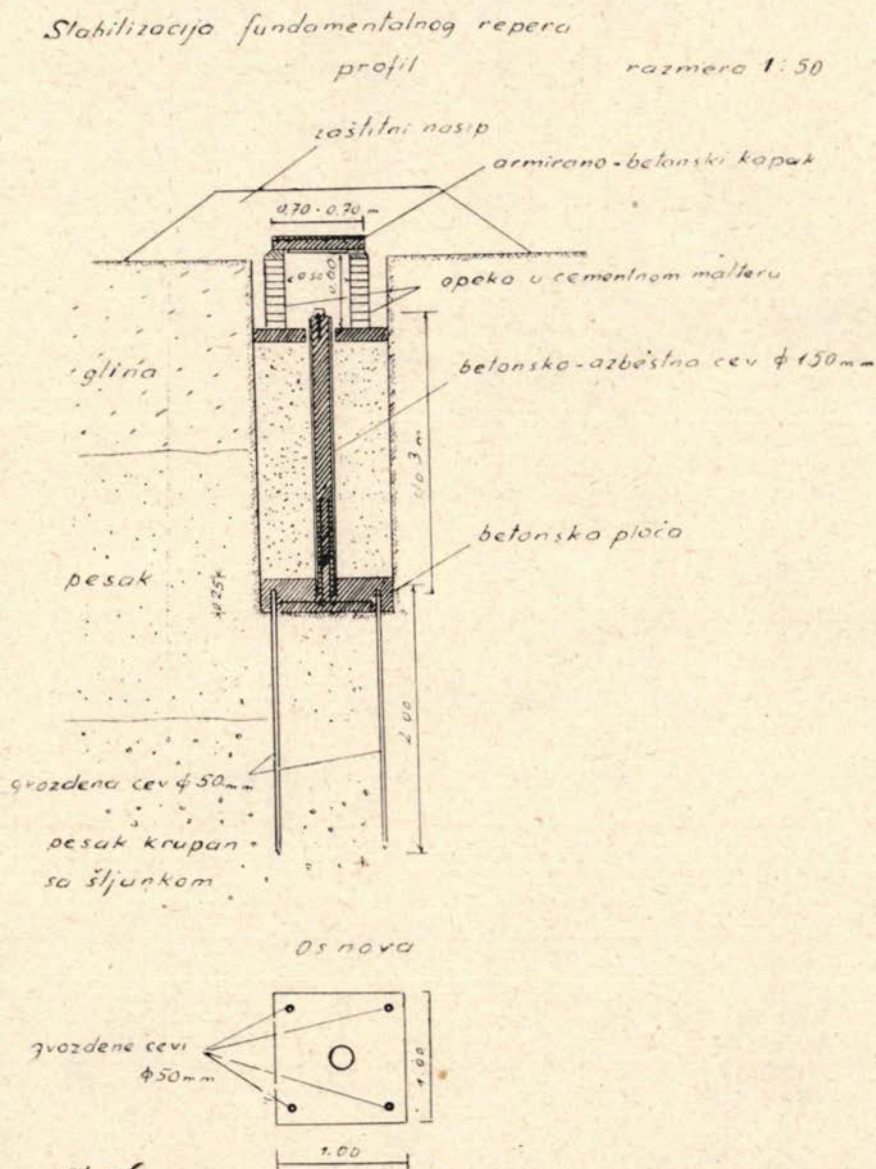


Osnova temeljne ploče



sl. 16_o

Primena azbestno-betonskih cevi za ovu svrhu je vrlo praktična i ekonomična. Nakon postavljanja glavne cevi i dovođenja u vertikalni položaj može se istovremeno puniti cev betonom i zatrpavati zemljom prostor oko cevi. Za ovo punjenje preporučuje se betonska masa od portland cementa sa srednjom krupnoćom agregata. Mešavina razmere 1 : 4 : 0,50 (cement : agregat : voda). Ispuna glavne cevi završava se slojem cementnog maltera debljine 3—5 cm spremljenog u razmeri cement : pesak = 1 : 2.



Sl. 16 c

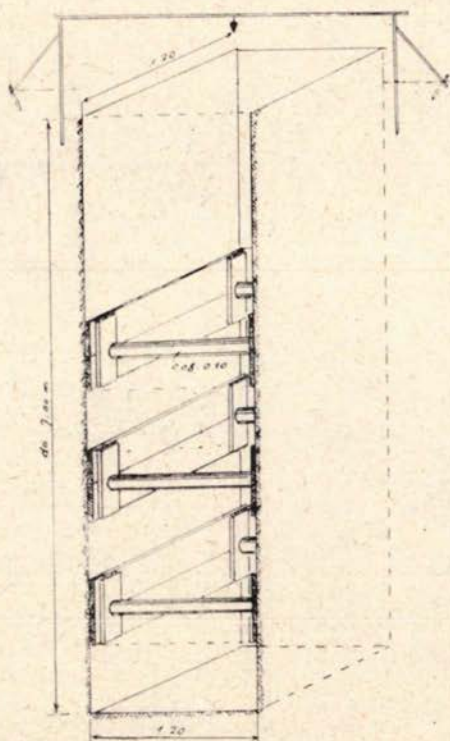
Na vrhu ispune cevi usaden je reper od nekorodirajućeg materijala i pokriven kapicom ispunjenom mašču protiv korozije. Pri kopanju jame treba uzeti podatke o vrsti materijala i debljini slojeva kroz koje se kopa da bi se po završenoj stabilizaciji mogao načiniti geološki profil za svaku tačku podzemno stabilisanu. Pored vste materijala i debljine slojeva geološki profil treba da sadrži i podatke o boji, nagibu slojeva, čvrstni i stepenu vlage. Ovi podaci su važni kada se radi o konstataciji izvesnih pomeranja repera i uzroka. Po završenoj stabilizaciji treba radi zaštite iznad tačke nasuti sloj zemlje čija debljina ne bi trebalo da bude manja od 50 cm.

U DR Nemačkoj primenjen je nedavno tip sličan ovom za stabilizaciju tačaka geološkog nivelmana (11).

Slika 16c prikazuje jedan način stabilizacije fundamentalnih repera, sličan prethodnom (sl. 16a), od koga se razlikuju uglavnom u tome što je podložna ploča u ovom slučaju fundirana na 4 pobivene gvozdene cevi — šipa čija dužina može biti 1 do 3 m u zavisnosti od geološke podloge terena. Prečnik cevi ne bi trebalo da je veći od 50 mm. Pobivanje cevi u iskopanoj jami vrši se jednostavno maljem preko naročite papuče koja štiti cev od oštećenja. Primena ovog načina je podesna u koherentnom terenu, slično prethodnom načinu.

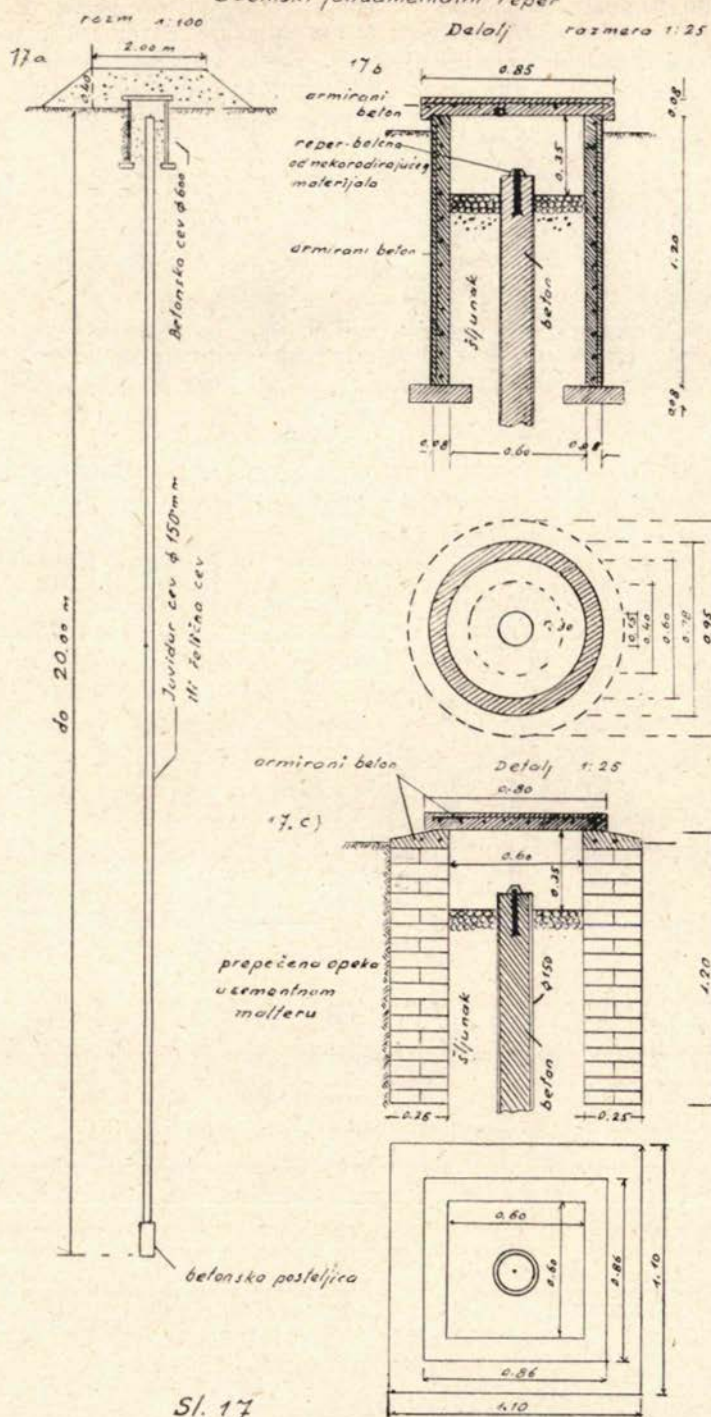
Na sl. 16d prikazan je podužni profil jame sa podgradom. Ako se kopanje vrši kroz rastresiti materijal ili vlažan koherentni, neophodno je izvršiti razu-

Skica podgrade u jami sa vreme rada



sl. 16d

Dubinski fundamentalni reper



Sl. 17

piranje za dubine veće od 2,5 m. Dimenzije podgrade vide se na skici. Da bi se moglo imati kontrola vertikalnog položaja glavne cevi za vreme izgradnje iznad jame utvrđen je ram sa viskom.

U slučaju kada se stabilni noseći sloj nalazi na dubini većoj od 7 m postoji mogućnost da ekonomski nije opravdan gore navedeni način stabilizacije te se pristupa ispitivanju ekonomičnosti primene dubinskog fundiranja pomoću sonde (sl. 17) Za takav način stabilizacije nivelman. tačaka potrebna je specijalna oprema za bušenje vertikalne sonde i ekipa stručnjaka.

Prečnik sonde treba da iznosi 20 cm. Po izvršenom bušenju potrebno je u sondu spustiti od betonske mase posteljicu a zatim u sondu spustiti cev od plastične mase »Juvidur« Ø/15 cm ili čeličnu cev iste dimenzije.

Punjenje cevi vrši se dobro pripremljenom betonskom masom. S obzirom na malu površinu preseka betonskog stuba u cevi Ø 15 cm. preporučuje se upotreba sitnijeg i dobro ispranog agregata za spravljanje betona. Na vrhu cevi u betonskoj masi usađen je vertikalni reper od nekorodirajućeg metala.

Radi osiguranja tačke od dejstva mraza i drugih uticaja iz površinskih slojeva pri vrhu glavne cevi postavljena je zaštitna cev od armiranog betona (sl. 17b) sa poklopcem od betona. Za istu svrhu mesto zaštitne armirano-betonske cevi može se izgraditi šaht kvadratne osnove od dobro pečenih opeka u cementnom malteru (sl. 17c). Dimenzije date su na skici. Prostor između zaštitne cevi odnosno zidova šahta i glavne cevi, koja nosi reper ispunjen je čistim šljunkom, oblucima približno istih dimenzija. Ova ispunja šljunkom trebalo bi da deluje slično kugličnim ležajma u slučaju kada se u površinskom sloju usled dejstva mraza ili prisustva vode dešavaju promene zapremina koje se odražavaju u vertikalnom pomeranju odnosno kolebanju tla. Radi bolje zaštite od dejstva vlage reper — bolca pokriven je kapicom ispunjenom mašću protiv korozije. I u ovom slučaju bilo bi vrlo korisno obezbeđenje nasipom kao što je na sl. 17a prikazano.

LITERATURA:

1. Dr Mlan T. Luković: Inženjerska geologija — Beograd 1950.
2. Karl Terzaghi i Ralph B. Peck: Mehanika tla II deo — Beograd 1952.
3. Dipl. Phys. L. Kraft (K. D. T.): Vertikalbewegung von Nivellementspegellern infolge Schwankung der Bodenfeuchte, Vermessungstechnik 1960 No. 6 str. 174—176.
4. Ing. F. Lemke (K. D. T.): Das Präzisionsnivellement als Mittel zur Erforschung vertikaler Veränderungen an der Erdoberfläche infolge lokaler geologischer Vorgänge, Vermessungstechnik 1963 H. 3 str. 89—90.
5. Ing. W. Kluge: Zur Höhenbeständigkeit der Vermessungstypen von Nivellements-festpunkten unter besonderer Berücksichtigung der Erforschung vertikaler Erdkrustenbewegungen; Vermessungstechnik 1962 H. 5 str. 123—126.
6. Ing. F. Lumke: Grundsätze und Erfahrungen bei der Erkundung und Vermarkung von Nivellements-festpunkten — Vermessungstechnik 1961 H. 11 str. 329—330.
7. Rabe G.: Die Nivellementsvermarkungen in der D.D.R. — Vermessungstechnik 1962 No. 5 str. 119—122.
8. P. I. Brait—E. N. Medveck: Izmerenie osadok i deformatcii sooruzhenii geodezičeskimi metodami — Moskva 1959.
9. Dr. H. Grubinger: Über Bodenentwässerung; Schweiz. Z. Vermess. 1962 Heft. 4 str. 92—110.
10. Wernthaler R. München: Über die Entwicklung der Stabilisierung in der deutschen Nivellementsnetzen, Z. Vermessungswesen — Stuttgart 1961 No. 8 str. 287—294.
11. Ing. G. Götze (K. D. T.): Die neue, für geologische Nivellements-linien im Gebirge entwickelte unterirdische Festlegung — Vermessungstechnik 1963 No. 11 str. 429—432.