

VRSTA POMJERANJA OSMATRANIH TAČAKA I OBLIK DEFORMACIJE OBJEKATA

Fadil HADŽIAHMETOVIĆ — Trebinje*

(3)

U mehanici stijene razvijen je niz novih eksperimentalnih metoda ispitivanja i istraživanja statičkih i dinamičkih, koje se s puno uspjeha primjenjuju u svakodnevnoj inženjerskoj praksi. Eksperimentalna ispitivanja mogu biti terenska i laboratorijska, s tim što se za terenska podrazumijevaju ona koja se izvode na terenu »in situ« u prirodnim uslovima, dok su laboratorijska ona koja se izvode na probnim uzorcima u laboratorijama.

Razumljivo je da terenske metode, s obzirom na opšta fizičko-strukturalna svojstva stijenske mase, imaju prednost, pa otuda ove metode ispitivanja treba da predstavljaju modele stanja napona i deformacija u odnosu na problem o kome se radi.

Pored metoda ispitivanja mehaničkih karakteristika stijenske mase, u terenska ispitivanja spadaju i osmatranje gotovih objekata izgrađenih u stijen-skim masama. Rezultati primjene ove značajne eksperimentalne metode omogućuju kontrolu pretpostavki učinjenih pri projektovanju objekata u stijen-skim masama, a i omogućavaju uočavanje zakonitosti ispoljavanja raznih pojava.

Odavno je poznato, da se geodetskim metodama mogu određivati prostorna pomjeranja tačaka, a preko ovih utvrditi ponašanje objekta u prostoru. Određivanje prostornih pomaka je veoma složen problem i specifičan za svaki objekat ili područje osmatranja. Specifičnost proizlazi iz veličine, značaja, karaktera, sastava i namjene objekta, geoloških podloga, stabiliteta, očekivane brzine pomjeranja, zatim od vrste instrumentarija i odgovarajućih tačnosti mjerenja i obrade. Osim toga, za ovu vrstu radova, potreban je iskusan osmatrač sa sklonosti za precizna mjerenja i vizuelna zapažanja, te registraciju svih zbivanja oko objekata uz obilne meteorološke podatke, kao i iskusan analitičar i interpretator rezultata osmatranja na osnovu kojih bi donio zaključke o ponašanju objekata. Kod donošenja određenih zaključaka o ponašanju objekta, osim toga učestvuju i drugi stručni profili: građevinski, geološki, geofizički, itd.

Objekti koji se osmatraju su većih i manjih dimenzija, prirodni ili vještački.

* Adresa autora: Fadil Hadžiahmetović, dipl. inž. Hidroelektrane na Trebišnjici — Trebinje.

Prirodni objekti jesu: oslonci ili padine brana, obale vještačkih akumulacija, klizišta, rudna i mineralna izvorišta.

Vještački su objekti: brane (vodojaže) svih tipova koje se smatraju visokim, nasipi, podzemne hale (strojare), potporni zidovi, visoke građevine, mostovi, odlagališta materijala itd.

Kao što je poznato, ponašanje vještačkih objekata zavisi od ponašanja tla (fundamenata, stijenske mase), a može biti i uzajamna ovisnost, što je specifičnost za svaki objekat.

2. PODJELA PO VRSTAMA POMJERANJA

O načinu osmatranja, broju ponavljanja mjerenja i upotrebi instrumentarija za ovu vrstu radova, već je dosta kazano i objavljeno (mada još uvijek nedovoljno), pa se u ovom članku to izostavlja. Dovoljno je reći, da se kod svih ovih radova upotrebljava instrumentarij najveće preciznosti i tačnosti za obje operacije geodetske izmjere, a da se tačnost mjerenja uslovljava veličinom i značenjem objekata. Osim toga, poznat je i način obrade i računanja pomaka, horizontalnih i vertikalnih, kao i kriteriji za stabilnost mjernih tačaka.

Kada se iz rezultata osmatranja utvrdi pomak tačke ili tačaka, u jednoj seriji mjerenja, to je potvrda nekog zbivanja ali ne može se odrediti karakter ili vrsta pomjeranja. Potrebni su dokazi da proces traje i da se nastavlja kroz naredne serije mjerenja, koje treba da su usklađene prema datim situacijama i konkretnim slučajevima. Na osnovu tako utvrđenih veličina, smjera i intenziteta pomaka, vrši se razgraničavanje: po jednakim vrijednostima, po zahvaćenom prostoru, po brzini kretanja i po zavisnosti od vremenskih pojava. Iz tako selektiranih pojmova određuju se karakteri ili vrste pomjeranja, koja se prema našim iskustvima mogu svrstati u tri osnovne grupe:

- sukcesivna-rastuća pomjeranja
- ciklična-povratna pomjeranja
- trajna-nepovratna pomjeranja.

Treba reći da ovakvu sistematizaciju pomjeranja niza tačaka na osmatranom području (objektu) ne možemo izvršiti bez velikog broja serija osmatranja, izvršenih u različitim uslovima za svako područje ili objekat. Tako, primjera radi, visoke brane treba osmatrati kod različitih nivoa vode u akumulaciji i u raznim temperaturnim uslovima, i to u više serija za iste ili slične uslove.

Obzirom na gornju podjelu po vrstama pomjeranja, u daljnjem tekstu se u kratkim crtama daju objašnjenja.

2.1 *Sukcesivna-rastuća pomjeranja*

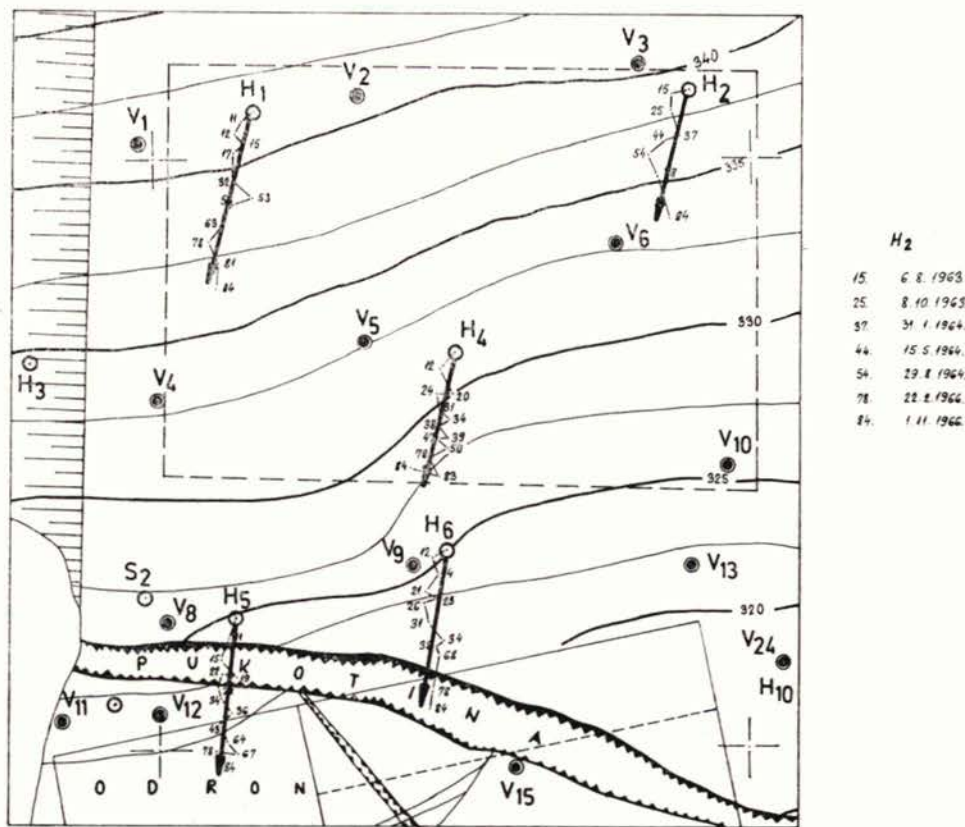
Osnovne karakteristike ovih vrsta pomjeranja su: stalne promjene i povećanje, u najvećem broju slučajeva, po sve tri komponente. Brzina pomjeranja je približno jednaka na užim lokalitetima osmatranog područja, ali je, generalno, brzina pomjeranja različita za razne kategorije terena. Ova vrsta pomjeranja javlja se na potkopima, klizištima, osulinama i slijeganjima na

rudnim i sličnim eksploatacijama. Kod horizontalnih osmatranja, vektori ukupnih pomaka tačaka na objektu, mogu biti međusobno paralelni, konvergentni, divergentni i koncentrični.

Mada su kod ovih pomjeranja od interesa sve tri komponente, u praksi se pretežno opredjeljuje za jednu od njih, horizontalnu ili vertikalnu, iz prostog razloga što su one dovoljne za utvrđivanje zakonitosti pomjeranja i kretanja objekata kao i mogućnosti rješavanja sanacionih programa.

U oblasti građenja hidro-objekata, od interesa su prikazi dva karakteristična slučaja ovih pomjeranja, u području iskopa temelja brane Grančarevo za horizontalna pomjeranja, i drugi na nasipu kompenzacionog bazena Svitava PHE Čaplina za vertikalna pomjeranja.

Građevinskim zahvatima na iskopu temelja brane i pratećih objekata u krečnjačkoj stijeni, a na lokalitetu lijevog boka, u trouglu — temelji brane, temelji strojare i temelji brzotoka, izvršen je potkop padine kome se s obzirom na debljinu (do 1,5 m), pravac (upravan na korito) i pad (prema uzvodno) slojeva, ovim potkopom poremetila prirodna ravnoteža padine, pa je, uz pojavu vertikalne pukotine, nastao odron. Taj pojas iznad odrona se počeo pomjerati niz padinu po kliznoj ravni.

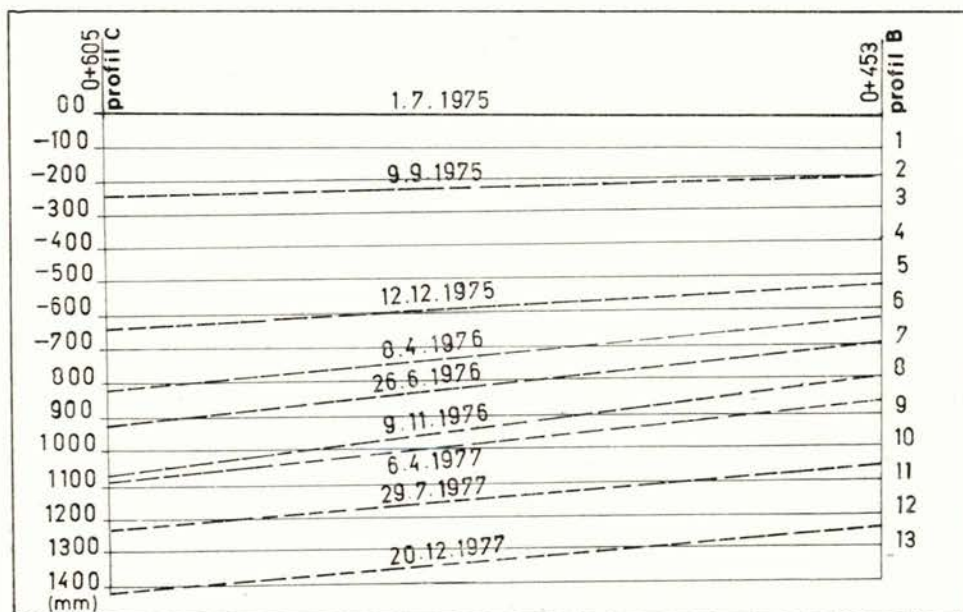


Sl. 1

U svrhu praćenja ponašanja padine, postavljen je dopunski sistem mjernih tačaka, koji se jednim dijelom prikazuje i na slici 1. Na slici su prikazane: dispozicija mjernih tačaka sa trajektorijama horizontalnih pomjeranja za R 1.3:1, a za period od cca 3.5 godina, sa ukupnim vektorom pomaka koji iznosi 18.0 mm, i koji su približno paralelni. Šrafirani dio na situaciji je prikazan na blok dijagramu.

Nasip kompenzacionog bazena Svitava, u sastavu PHE Čapljina, ide jednim dijelom preko barskih sedimenata, koji su, kako je poznato, loših geomehaničkih karakteristika. Zbog toga je na ovom dijelu nasipa, sa napredovanjem i izgradnjom po visini, nastupilo slijeganje nasipa. To je uslovalo dopunske radove, poremećaj roka gradnje i izmjenu oblika nasipa.

Ovdje se prikazuju dvije tačke u osovini nasipa na dva profila međusobne udaljenosti od 152 m i njihovo slijeganje za period od 2 godine, kako se to vidi i na slici br. 2.



Sl. 2

Treba istaći da su kod oba navedena primjera sukcesivna pomjeranja očigledne zakonitosti kretanja, pa otuda i mogućnost prognoze daljnjeg ponašanja objekta, što nije predmet ovog članka.

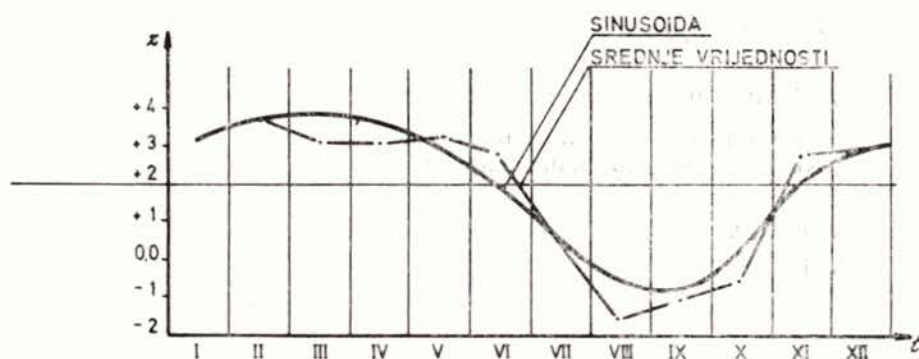
2.2 Ciklična-povratna pomjeranja

Opšte karakteristike ovih pomjeranja su da osmatrana tačka u periodu od godinu dana ima pomak promjenljivih veličina, koji u istim periodima imaju iste vrijednosti. Najvjerovatniji uzrok ovakvih vrsta pomaka su temperaturne promjene, pa u istim temperaturnim uvjetima imaju i jednake pomake. Javljaju se na prirodnim i vještačkim objektima, a konstatovane su u krečnjacima sa glinovito-laporotivim ili laporovito ugljevitim proslojcima, koji su

TABELA

TAČKA D₁₋₁

MJESEC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
VELIČINE POMAKA (mm)	+3,2	+3,7	+3,1	+3,1	+3,3	+2,8	+0,4	-1,5	-1,0	-0,5	+2,9	+3,0

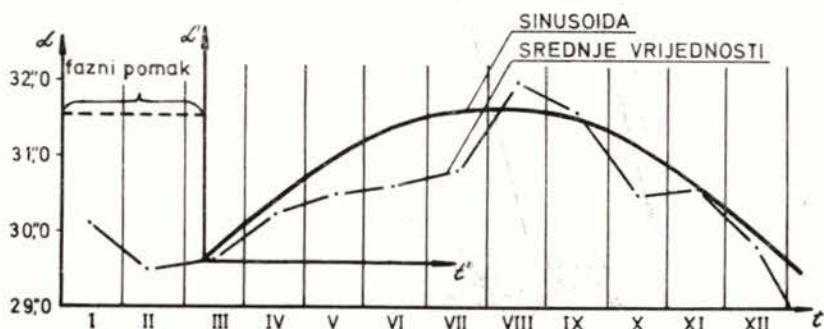


Sl. 3

TABELA

TAČKA B2

MJESEC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
UGLOVNE VELIČINE ω	30°1	29°5	29°6	30°2	30°5	30°3	30°8	32°0	31°6	30°5	30°7	29°8



Sl. 3a

podložni bubrenju, na prirodnim objektima, na betonskim branama i visokim građevinama na objektima koji se smatraju vještačkim. Ova pomjeranja mogu biti i horizontalna i vertikalna, a veličine pomjeranja su različite, za razne dimenzije objekata.

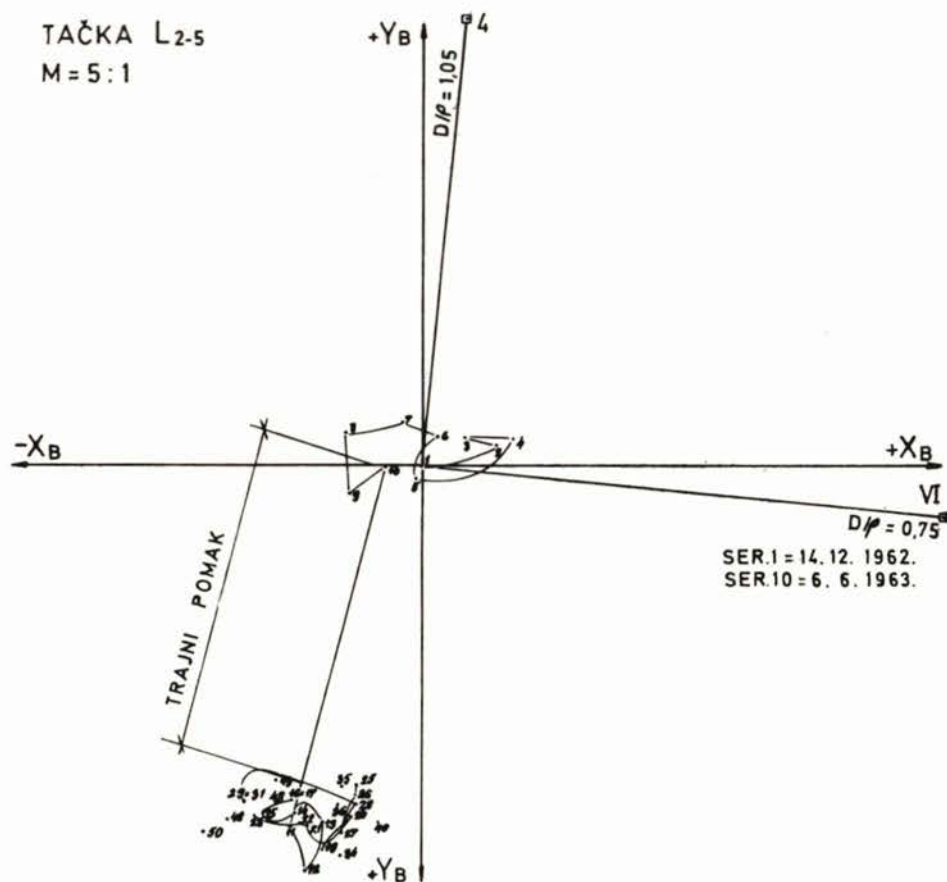
Na slici 3 prikazano je vertikalno pomjeranje tačke D1-1 u prirodnim uslovima u vremenu od godinu dana. Slika 3a prikazuje promjene uglovne veličina na stubnom mjestu 2 pribranske mreže brane Grančarevo za horizontalna osmatranja. Oblik krive računa se preko funkcije:

$$f(x) = A + A_1 \cos \frac{X}{L} + B_1 \sin \frac{X}{L} + A_2 \cos 2 \frac{X}{L} + B_2 \sin 2 \frac{X}{L}$$

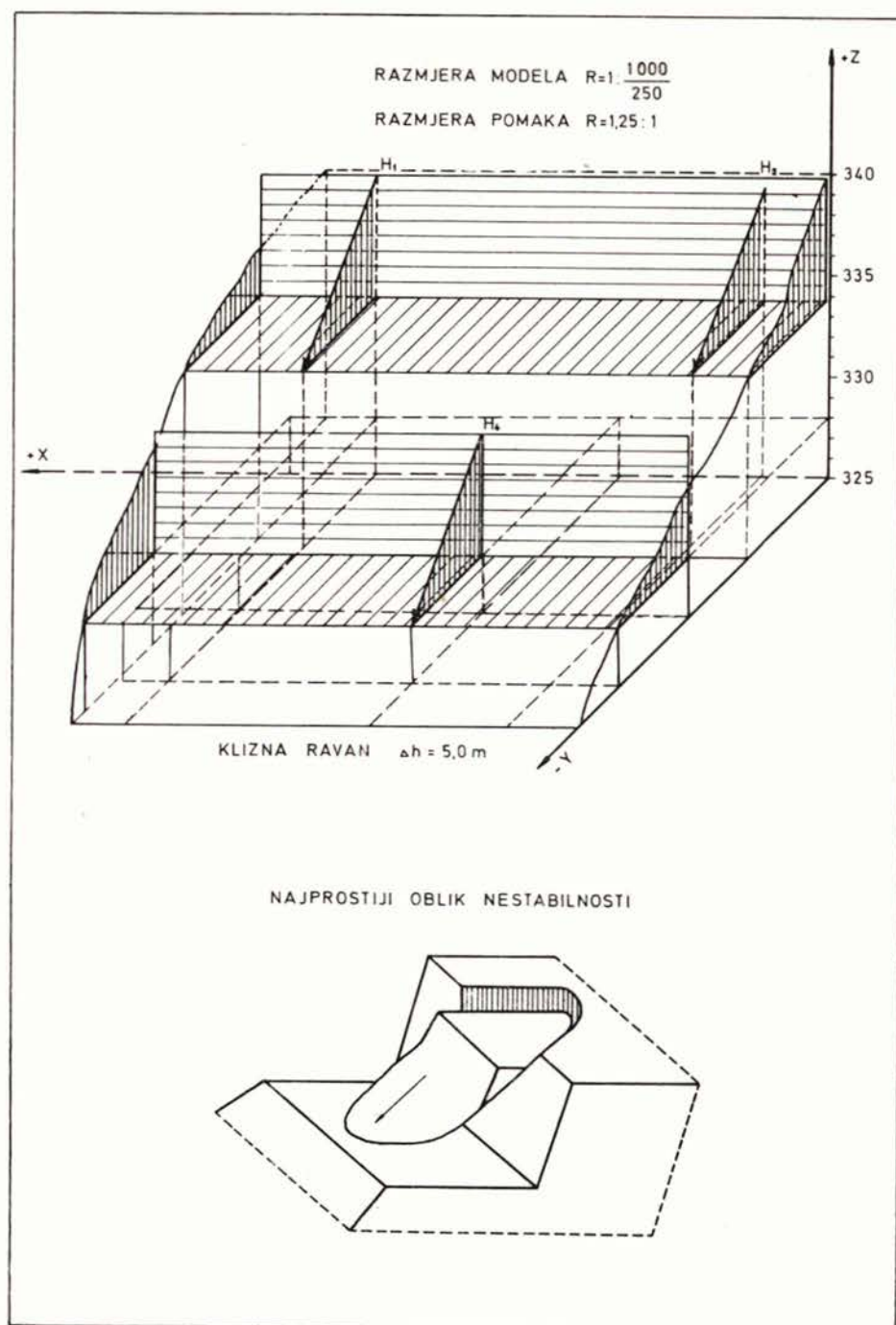
gdje je $2L = 12$ mjeseci.

2.3 Trajna-nepovratna pomjeranja

Ovu vrstu pomjeranja karakterišu pomaci čija se veličina i pravac ne mogu predvidjeti. Veličine ovih pomjeranja su različite, kako po pravcu, tako



Sl. 4



Sl. 5

i po veličini i po objektu, a najvjerojatniji uzrok ovakvih pomaka su fizička oštećenja ili pojave poremećaja autohtone stijenske mase zbog seizmo-tektonskih procesa.

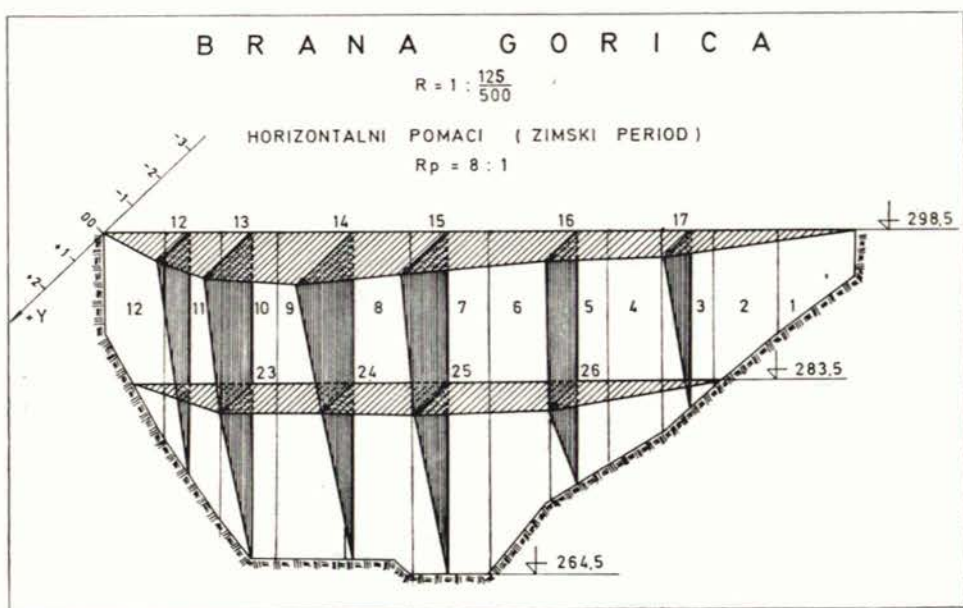
Na slici 4 dat je izgled horizontalnog pomjeranja jedne tačke na prirodnim objektima (kod osmatranja tla).

3. OBLIK DEFORMACIJE OBJEKTA

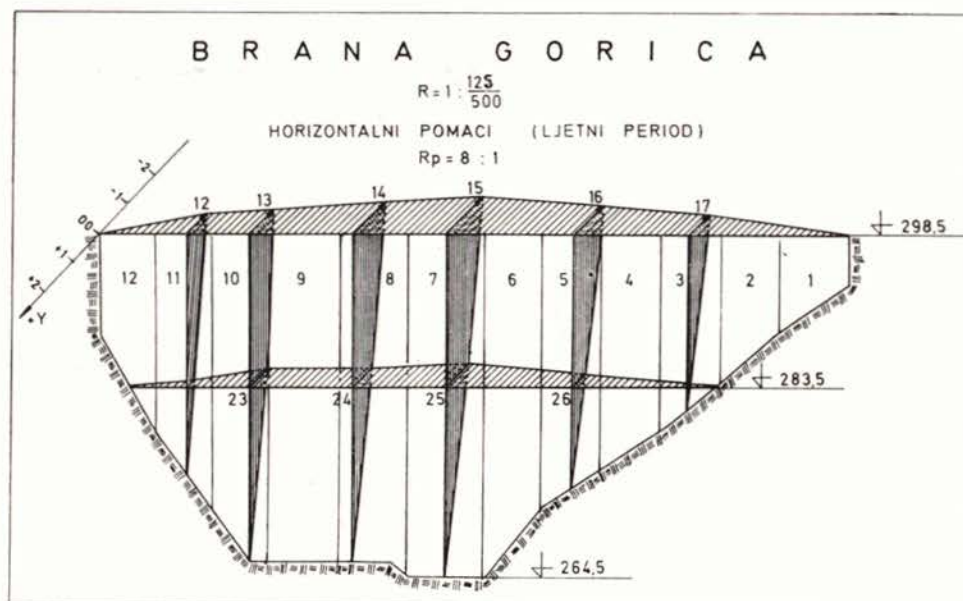
Na osnovu naprijed izvršene podjele po vrstama pomjeranja, osmatrani objekti kao cjeline bi se svrstali u dva, odavno poznata oblika deformacije: plastičnu i elastičnu deformaciju.

O plastičnom obliku deformacije govorimo kad pomaci imaju sukcesivan i trajan karakter pomjeranja. Kod ovakvog oblika deformacije, osmatrano područje (objekat) mijenja svoj izgled, zapreminu, konturu i trpi trajnu deformaciju. Pojava ovog oblika deformacije je dosta česta, i to samo na prirodnim objektima npr. na putevima, nasipima, slijegalištima i odlagalištima rasutih materijala.

Na slici 5 je prikazan najprostiji oblik nestabilnosti stijene i grafički prikaz plastičnog oblika deformacije ili blok-dijagram. Grafički oblik deformacije predstavljen je za veličinu horizontalnog pomjeranja, a u vertikalnom presjeku po kliznoj ravni i pogodnoj razmjeri trodimenzionalnog sistema



Sl. 6



Sl. 7

U elastičnom obliku deformacije objekata pomaci imaju cikličan (povratni) karakter. Elastičnost je svojstvo onih objekata koji poslije prestanka djelovanja vanjskih sila zauzimaju svoj prvobitni oblik i volumen.

Ovaj oblik deformacija javlja se na svim betonskim branama, koje su kao što se zna, podložne hidrostatskim i temperaturnim uticajima.

Na slikama 6 i 7 se prikazuje elastičan oblik deformacija betonske brane Gorica u sistemu HE na Trebišnjici, za dva perioda (zima — slika 6, i ljeto — slika 7) tj. horizontalni pomaci u pravcu Y ose (nizvodno-uzvodno)

4. ZAKLJUČAK

Bez sistematskih mjerenja, sa velikim brojem serija mjerenja, nema ni pouzdanih rezultata, pa otuda i zaključaka o ponašanju osmatranih objekata.

U ovom članku iznijeto je, u dosta sažetom obliku, naše iskustvo i poimanje o vrstama pomjeranja, zakonitostima tih pomjeranja i oblicima deformacija. Smatramo da bi šira rasprava bila korisna radi usvajanja jedinstvenog pogleda i terminologije kod osmatranja i prirodnih i vještačkih objekata.

LITERATURA:

- [1] MIT — za mehaniku stijene i podzemne radove, Knjiga 1 i 2, Zagreb, 1983.
- [2] Janković, M.: Inženjerska geodezija I i II, Zagreb 1966.

SAŽETAK

U ovom radu su prikazane pojave pomjeranja, tj. vrste pomaka i prijedlog terminologije, a koje su registrovane na objektima hidroenergetskog sistema Trebišnjica, njihove zakonitosti kretanja, kao i veza sa oblicima deformacija.

ABSTRACT

In this work have been described the movements, that is, the sorts of movements and a suggestion of terminology, that had been registered at the objects of the Trebišnjica Hydrosystem, their laws of movements and connections with forms of deformation.

Primljeno: 1985-01-28