

Mr Faruk Selesković *

PRIMJENA TERESTRIČKE FOTOGRAMETRIJE NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA I KAMENOLOMIMA

Snimanje površinskih kopova i kamenoloma, bilo da se radi u svrhu reambulacije /aktueliziranja/ postojeće situacije, ili u svrhu praćenja /odredjivanja/ kubature eksploatisanog materijala, predstavlja za klasične geodetske metode stanovit problem. Na poteškoće se nailazi iz više razloga, kao:

- snimanje dugo traje, pa se stvara problem normalnoj eksploataciji, a normalna eksploatacija snimanju,
- obzirom da je snimani teren etažiran, to iziskuje poseban napor i vremenski gubitak u toku rada kako stručnjaka, tako i figuranata,
- nepristupačnost terena na pojedinim mjestima ima za posljedicu da se tahimetrijska letva, skoro u pravilu, ne postavlja u vrhu snimanja na sva interesantna mjesta i sl.

Primjenom terestričko fotogrametrijske metode snimanja u dobroj mjeri bi se eliminisali ovi i drugi problemi.

Kod projektovanja i rekognosciranja snimališta potrebno je po mogućnosti snimališta visinski tako postaviti u odnosu na objekat snimanja, da se dobije dobar uvid u kaskade /etaže/ /slika 1./.

Time se istina često dobije nešto nepovoljnije /sitnije/ mjerilo snimanja, ali je uvid u teren poboljšan, mrtvi uglovi su svedeni na nulu, jer je ostvareno snimanje odozgo, što povoljno djeluje na tačnost restitucije, obzirom na povoljnost presjeka zraka mjerenja /posmatranja/ i terena /slika 1./.

Koordinate krajeva baza snimanja /snimališta/ koja biramo na nepomičnim /čvrstim/ dijelovima terena, obzirom na svrhu snimanja, potrebno je odredjivati prilikom svakog snimanja /kada se radi o odredjivanju kubature iskopanog materijala/.

Veoma često smo u prilici priključivati snimališta na poznate tačke po Hansenu, što se pokazuje veoma praktično.

Pošto se opažanja uglova vrše sa krajeva baze snimanja, a dužina baze se mjeri, radi se o poboljšanom Hansenovom problemu.

U ovom slučaju, koordinate kontrolnih tačaka je praktično odredjivati po položaju presjecanjem naprijed, a visinski trigonometrijskim nivelmanom sa krajeva baza.

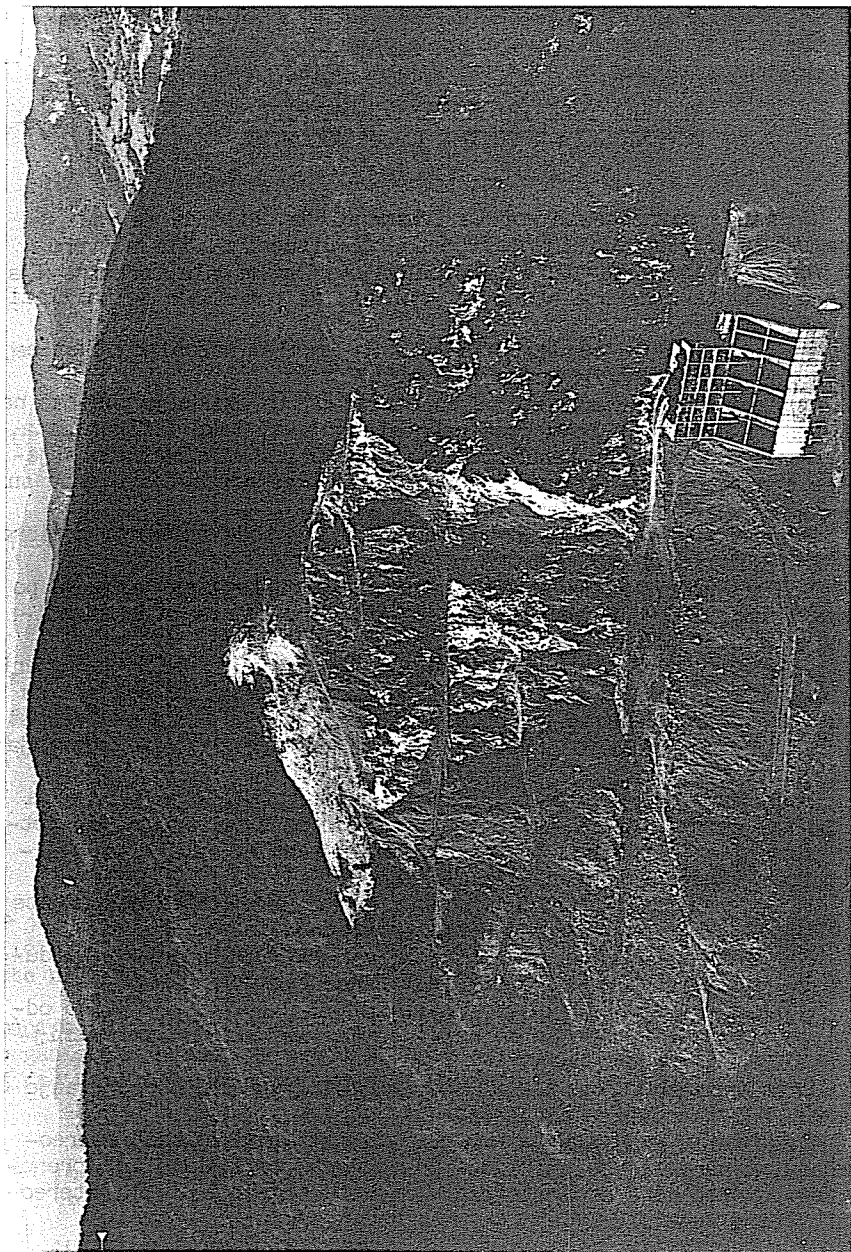
Primjenom elektronsko-optičkih daljinomjera ovo odredjivanje je olakšano, a i tačnost se poboljšava.

Kartiranje je moguće vršiti na nekom od projekcionih stereo-instrumenata, a naročito su prikladni instrumenti sa električnim prenosom, sa instrumenta na koordinatograf. /Stereoautograf 1318 EL, stereometragraf, Zeiss Jena i dr./.

Obrada snimanja se može vršiti, između ostalog i u svrhu:

1. reambulacije postojeće geodetske osnove i
2. odredjivanje kubature eksploatisanog materijala.

* Gradjevinski fakultet u Sarajevu



Slika 1.
KamenoLom "Krupac" kod Sara,jeva

Ad.1

Kartiranje u svrhu reambulacije vrši se u horizontalnoj projekciji, kablovi za prenos od autografa do koordinatografa uključeni su u utičnice x i y autografa /kod stereoinstrumenata sa elektr.prenosom/, a na planšedi se kartiraju kontrolne tačke u državnom ili lokalnom koordinatnom sistemu. Kartira se situacija terena, tj. horizontalna i vertikalna predstava.

Dobivena situacija terena na bazi terestričko-fotogrametrijskog snimanja, uklapa se u postojeću situaciju dobivenu ranije, za šire područje, obično aerofotogrametrijskom metodom. /prilog 1./.

Prilikom ovih uklapanja uočava se slijedeće:

- na dijelovima terena gdje je moguć dobar uvid u teren i kod aero-fotogrametrijskog snimanja /dijelovi bez vegetacije, pogodni nagibi terena/, iznos neslaganja slojnica je manji,

- na dijelovima, gdje se radi o izrazito strmom terenu, gdje je uvid u teren, kod aero-fotogrametrije veoma slab, neslaganje slojnica je veće,

- slabije slaganje slojnica, što je i razumljivo, je na dijelovima terena pokrivenim vegetacijom,

Obzirom da je na ovakvim terenima terestrička fotogrametrija efikasnija, postiže bolje rezultate, uklapanje slojnica se vrši prilagodjavanjem slojnica aerofotogrametrije slojnicama terestričke fotogrametrije.

Ad.2

Terestričko fotogrametrijsko snimanje koristi se za računanje /odredjivanje/ kubature eksploatacije materijala u vremenskom intervalu od jednog do drugog snimanja.

Računanje kubature vrši se na bazi direktno kartiranih profila na stereoinstrumentu. Ako se prilikom snimanja koristi normalni stereopar, koordinatni sistem baze snimanja poklapa se sa instrumentalnim koordinatnim sistemom.

U slučaju da nije moguće koristiti normalni već zakrenuti stereopar, potrebno je da bx komponenta baze snimanja bude približno okomita na glavne padnice terena u kojem smjeru treba da se protežu i kartirani profili.

Kartiranje profila vrši se u bokocrtnoj vertikalnoj projekciji, tj. u vertikalnim ravninama položenim okomito na bazu snimanja, a paralelno osi snimanja fototeodolita. Pri takvom kartiranju kablovi za prenos sa instrumenta na koordinatograf su uključeni u utičnice y i z stereoinstrumenta /kod stereoinstrumenta sa elektr. prenosom/. Kartiranje ovih profila na stereoinstrumentu vrši se sa mirujućim X volanom, a stereoskopska markica se vodi po površini modela pomoću Y volana i Z pedale.

Obzirom da je vanjska orijentacija prvog i drugog snimanja potpuno ista, to je jednostavno na stereoinstrumentu mehanički obezbijediti kartiranje profila u identičnim vertikalnim ravninama pri kartiranju jednog i drugog snimanja.

To se ostvaruje jednostavno, pošto eventualne čvrste tačke pri-likom restitucije prvog i drugog snimanja imaju iste instrumentalne koordinate, pa i ravnine u kojima se vrši kartiranje profila imaju identičan instrumentalni X, što je dovoljno za potpuno definisanje tih ravnina.

Takvo kartiranje profila izvodi se na jednoj podlozi za oba snimanja, tako da je uočljivo da na mjestima gdje promjena nije bilo linije se, u granicama tačnosti kartiranja, poklapaju /prilog 2. i 4./, a na dijelovima gdje je vršena eksploatacija ili se desio nabačaj materijala kartirane linije iz prvog i drugog snimanja se razilaze /prilog 3./.

Kao primjer, u prilogima na stranama 9, 10 i 11. je dato nekoliko profila sa granice eksploatacije /gdje je bilo vrlo malo ili nikako promjena/ i iz sredine pojasa eksploatacije /gdje je u proteklom periodu, od prvog do drugog snimanja, vršen intenzivan iskop/.

Površine razlika profila prvog i drugog snimanja, određuju se planimetriranjem, polarnim planimetrom, a kontrolu je moguće vršiti računanjem površina nitnim planimetrom.

Račun kubatura pojedinih segmenata /između susjednih profila/ vrši se po formulama:

$$1/2 (P_1 + P_2) \cdot s = V_1,$$

$$1/2 (P_2 + P_3) \cdot s = V_2,$$

$$1/2 (P_{n-1} + P_n) \cdot s = V_i$$

gdje je P_n - površina razlika profila prvog i drugog snimanja,

s - rastojanje između profila

V_i - kubature pojedinih segmenata.

Ukupna kubatura se dobije sumiranjem kubatura svih segmenata, tj.

$$V = \sum_1^i V_i$$

Klasično snimanje površinskih kopova i kamenoloma, u svrhu računanja kubature iskopanog materijala, moguće je vršiti:

a/ metodom profila ili

b/ metodom rasutih tačaka na osnovu čega bi se radila situacija.

Ad.-a

Kod metode profila ostaju nedostaci navedeni u uvodu ovog rada /dugotrajnost terenskog rada, napor stručnjaka i figuranata, nepriступčnost terena za postavljanje letve i sl./ . Ovo se, donekle može eliminisati primjenom tahimetara sa promjenljivom bazom na stajalištu /BRT oo7 Zeiss Jena/, uz pretpostavku da je teren takav da se može snimati bez signalne markice.

Ipak ostaje problem nevjernosti dobivenih profila terena, jer ih čini ipak ograničen broj snimljenih tačaka, dok profile direktno kartirane na stereoinstrumentu praktično čini beskonačan broj tačaka "snimljenih" u istom momentu.

Ad.-b

Kod slučaja računanja kubature na bazi klasično dobivene situacije, a preko računanja površina slojnice, pored poteškoća prilikom snimanja navedenih u uvodu ovog rada, može se dobiti kao rezultat osjetno manju kubaturu /od 10% do 30%/ zbog ulaženja u račun kubature materijala koji nije uklonjen i jalovine koja se odbacuje.

Upoređujući ovaj način i fotogrametrijsku metodu računanja kubature iskopanog materijala evidentno je slijedeće:

- pri računanju kubature na bazi direktno kartiranih profila na stereoinstrumentu računanje vršimo iz relativno malih površina razlika jednog te istog profila, iz prvog i drugog snimanja, pa je i tačnost odredjivanja veća u odnosu na računanje kubature na bazi površina slojnice gdje ulazi u cijelosti površina svake slojnice u račun,

- kod računanja kubature, na bazi površina i razlika profila moguće je, vrlo brzo i jednostavno, iskartirati po želji veliki broj profila,

- profile je moguće kartirati kroz po želji odabrane tačke, pa prema tome gdje su najcjelishodnije, da bi što bolje obuhvatili masu čiju kubaturu odredjujemo.

Naravno, korišćenjem automatskih elektronskih registratora /digitalizacijom/ i elektronskih računskih mašina, sa ustaljenim programima, što sve više ulazi u primjenu, značaj terestričko-fotogrametrijske metode pri rješavanju zadataka ove vrste još više dolazi do izražaja.

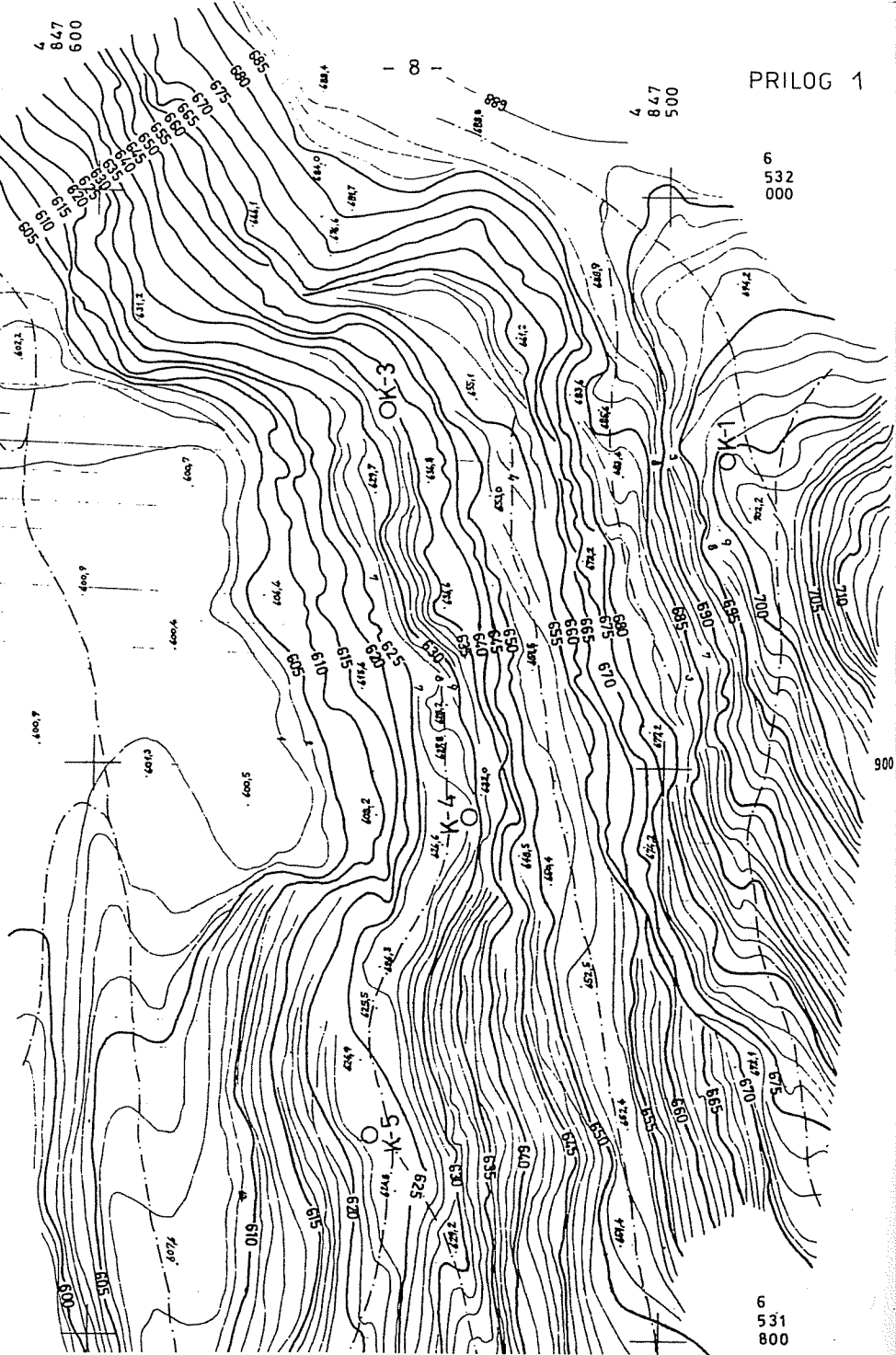
To je u pravom smislu automatizacija i u dobroj mjeri humanizacija geodetskog rada, čime se postiže i visoka produktivnost pa je moguće računati kubature iskopa po želji učestalo, što je bitan interes korisnika ovih usluga.

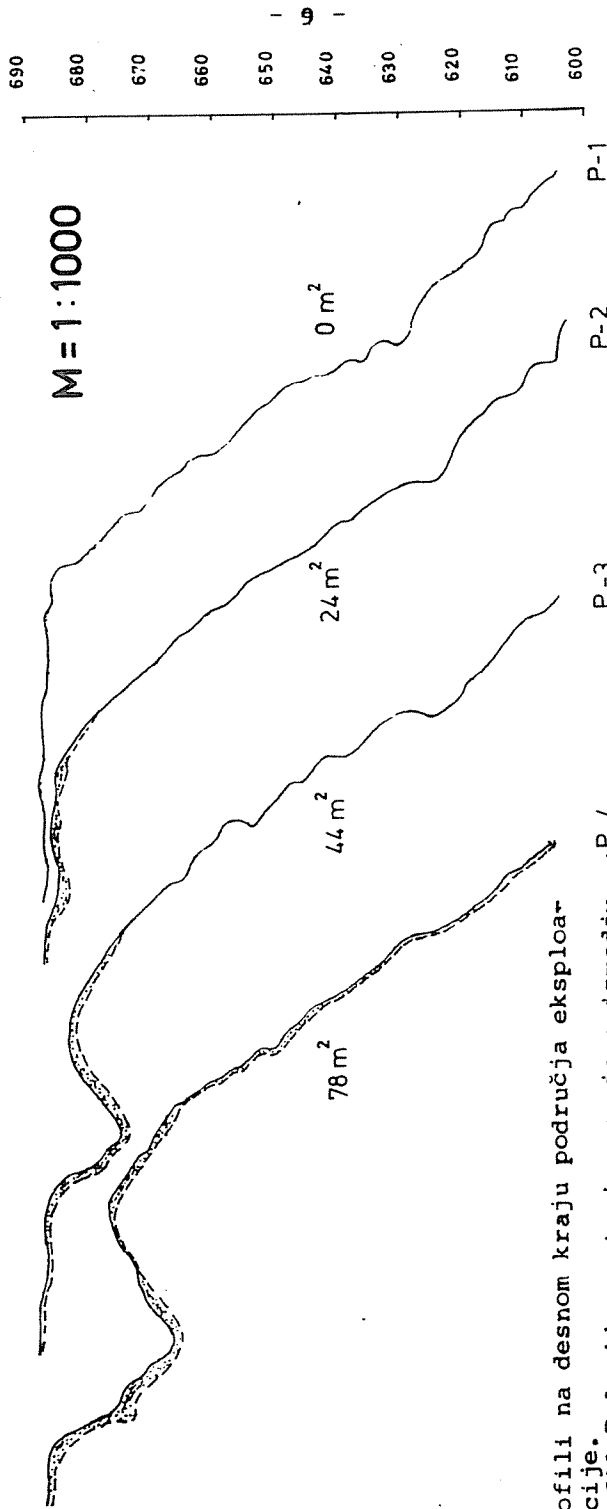
Pored osnovne stručne svrhe ovog članka, cilj je i da se animiraju geodetski stručnjaci, kao i stručnjaci korisnici geodetskih radova na primjenu terestričko-fotogrametrijske metode pri računanju kubature iskopanog materijala na površinskim kopovima i kamenolomima.

6
532
000

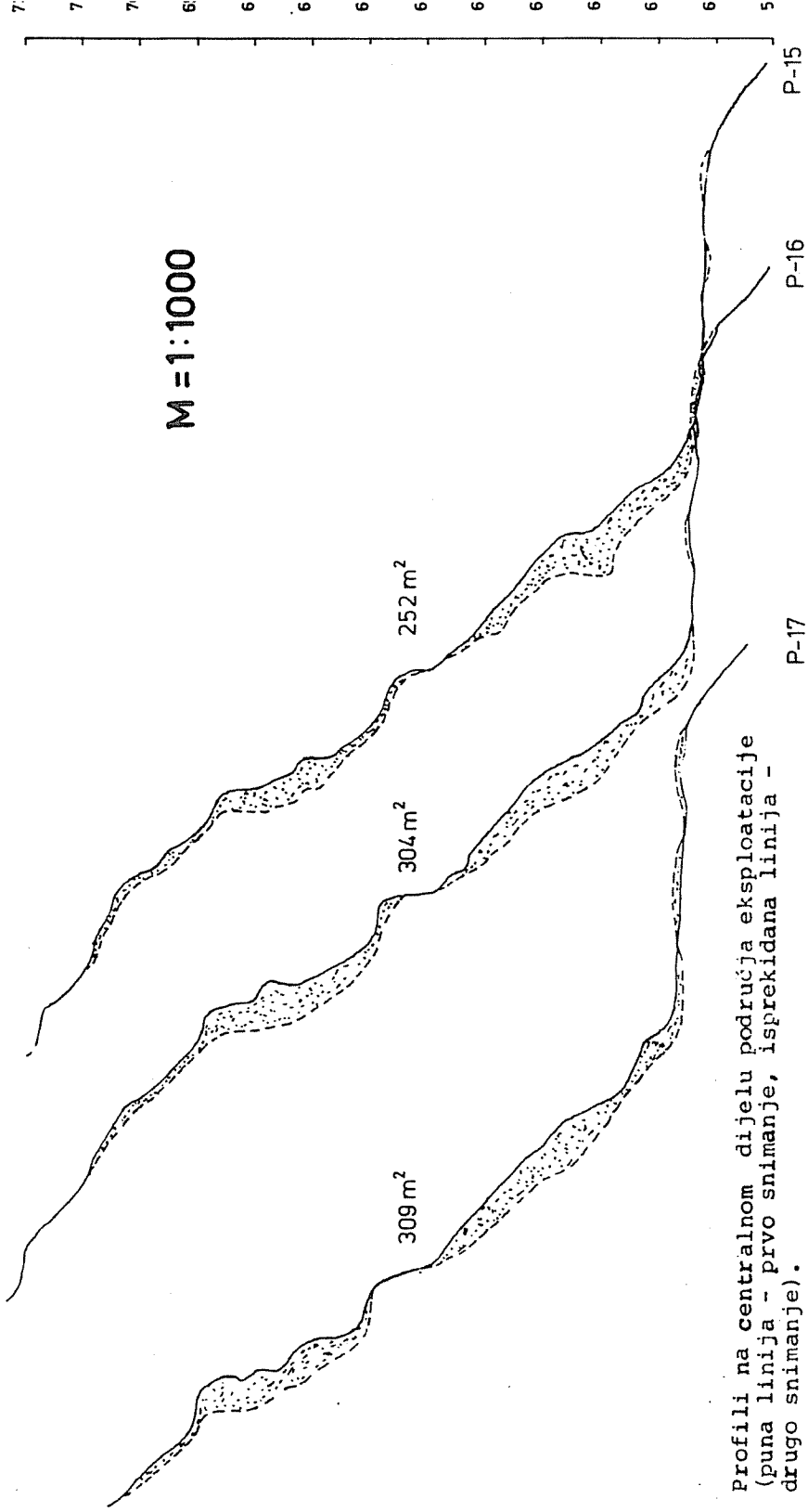
6
531
800

P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
P28
P29
P30
P31
P32
P33
P34
P35
P36

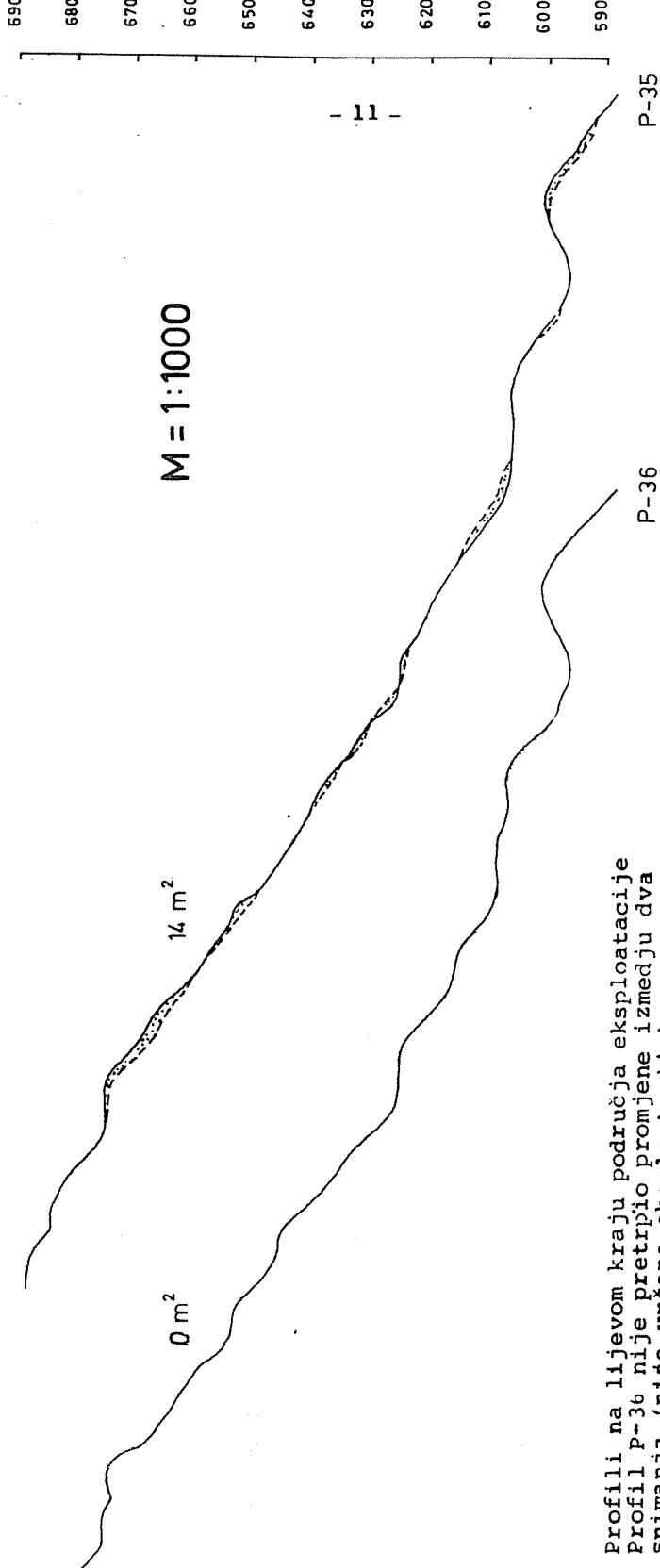




Profili na desnom kraju područja eksploatacije. Profil P-1 nije pretrpio promjene između dva snimanja (nije vršena eksploatacija) a na profilima P-2, P-3 i P-4 su registrovane promjene koje se povraćavaju kako duže ulazimo u zonu eksploatacije.



Profili na centralnom dijelu područja eksploatacije
 (puna linija - prvo snimanje, isprekidana linija -
 drugo snimanje).



Profili na lijevom kraju područja eksploatacije
Profil P-36 nije pretrpio promjene između dva
snimanja (nije vršena eksploatacija).