

# Praćenje vertikalnih pomaka, nagiba i pukotina objekata uzrokovanih iskopom dubokih jama

Darko Oreč\*

**SAŽETAK.** U radu se razmatraju metode (periodičnog) praćenja vertikalnih pomaka, nagiba i pukotina objekata nastalih iskopom dubokih jama, posebice u urbanim sredinama. Također, na temelju stvarnog primjera, prikazan je karakter i veličina pomaka određenih navedenim metodama. Određivanja vertikalnih pomaka i interpretacija pomaka uzrokovanih iskopom, određivanje nagiba objekata koji se nalaze u blizini iskopa pomoću vertikalna, te promatranje pukotina u blizini iskopa u svrhu je sanacije i zaustavljanja daljnjih deformacija objekta. Ispitivanjem je pokazano da je maksimalna vrijednost vertikalnih pomaka određenih iz tri serije mjerenja 0,0035 m, sa standardnom devijacijom ispod 1 mm za cijelu nivelmansku mrežu u svakoj od serija mjerenja. Određivanjem nagiba okolnih objekata došlo se do maksimalnog odstupanja od vertikale (odnos dno – vrh objekta) u iznosu 0,15 m na visinu od 15 m, s trendom stalnog rasta nagiba. Promatranjem pukotina (deformacija) ustanovljeno je proširenje postojećih pukotina sa maksimalnim iznosom od 0,0045 m.

**KLJUČNE RIJEČI:** iskop, deformacije, vertikalni pomaci, nagib objekta, pukotine, periodičko praćenje.

**KLASIFIKACIJA** prema COBISS-u: **1.04**

**UDK:** 528.482.02:624.133:624.044

## 1. Uvod

Svjedoci smo (barem putem medija) nedavnih oštećenja i deformacija na stambenim objektima uz velika gradilišta u nekoliko hrvatskih gradova. Glavni su uzroci tih deformacija objekata neadekvatno stabilizirani duboki iskopi, podzemne šupljine, sastav tla i visoka razina podzemnih voda. U urbanim se sredinama, najčešće u blizini iskopina za potrebe gradnje podzemnih garaža, nebodera i ostalog, nalaze već izgrađeni objekti (npr. stambene zgrade). Zbog toga duboke iskopine predstavljaju neposrednu opasnost za okolne objekte. Moguće posljedice se mogu spriječiti detaljnim geotehničkim i geodetskim istraživanjima prije i za vrijeme građevinskih radova i odgovarajućom stabilizacijom iskopa (Ručević, 2005).

U ovom se članku nećemo baviti rad-

njama prije i za vrijeme gradnje iskopa, već geodetskim radnjama koje obuhvaćaju praćenje vertikalnih pomaka, nagiba i pukotina objekata nakon što je ustanovljeno gibanje, poniranje i pucanje objekata uzrokovanih iskopom. Svrha je tih geodetskih mjerenja davanje točne informacije o trendu pomaka s ciljem sanacije i zaustavljanja daljnjih deformacija već oštećenih objekata. Na temelju konkretnog primjera opisat ćemo načine praćenja navedenih pomaka i deformacija te interpretaciju istih.

## 2. Metode određivanja vertikalnih pomaka, nagiba i pukotina

Deformacijsku je analizu objekata nemoguće zamisliti bez visoko preciznih geodetskih mjerenja. Prema zahtijevanoj točnosti praćenja objekta, koja je, u pravilu,

veća od 1 mm, potrebno je odabrati metode i instrumentarij kojim se mogu ostvariti ovako visoko postavljeni kriteriji. Klasična geodetska mjerenja pravaca i dužina i praćenja vertikalnih pomaka geometrijskim nivelmanom omogućavaju interpretaciju pomaka objekta s točnošću manjom od 1 mm. Stoga, mjerenja pomoću mjernih stanica i visoko preciznih digitalnih nivelira zadovoljavajući su izvor informacija u praćenju pomaka različitih objekata, kako u vanjskom, tako i u unutarnjem dijelu (Novaković, 2005).

Interval vremena u kojem pratimo objekt ovisi o vrijednosti objekta i nastojanjima da se isti očuva u prostoru. Naravno, uz visoko razvijene tehnološke mogućnosti, potrebno je stručno odabrati i same metode mjerenja, kako bi se pomaci mogli interpretirati s visokom pouzdanošću. Na temelju prethodno donesenih zaključaka,

[\*] Darko Oreč, ing. geod., Navigator d.o.o., Zadar, email: navigator@zd.t-com.hr



**Slika 2-1.** Stabilizacija kontrolnih repera

potrebno je stručno i pravodobno provoditi geotehničko-gradevinske i druge radove u postupku sanacije ili dati stručna mišljenja o nastalim deformacijama ili pomacima objekata.

Da bismo mogli mjeriti vertikalne pomake u određenom području objekata, razvijaju se samostalne nivelmanske mreže. Visokoprecizna nivelmanska mjerenja obavljaju se u nekoliko različitih epoha s vremenskim razmakom definiranim projektom. Reperi za praćenje vertikalnih pomaka objekata ugrađuju se na način da su neprimjetno uklopljeni u izgled objekta u kojem su stabilizirani. Svi novostabilizirani reperi se povezuju s jednom do dvije točke koje su izvan samog objekta u izgradnji. Reperi su od nehrđajućeg materijala s oblom glavom (Slika 2-1), na kojima je definirana visina s točnošću 0, 0002 m, tj. 0, 2 mm (Kapović, 2005).

Osim repera, ugrađuju se privremene markice za praćenje nagiba objekata (vertikale) u vanjsku strukturu objekta na stručno odabrana mjesta. Markice se postavljaju na pročelje zgrade koje je okrenuto prema iskopu zato što se očekuju veća vertikalna naginjanja zgrada (objekata) na tu stranu. Markice se ugrađuju u fasade objekata u boji fasade (oku neprimjetne), s dobro definiranim horizontalnim i vertikalnim linijama u sredini. Horizontalne i vertikalne linije na markici služe za viziranje pri mjerenjima. Vizurne markice se postavljaju približno duž vertikale objekta s razmakom koji ovisi o visini i konfiguraciji fasade.

Kako se radi o već oštećenim objektima s jasno vidljivim pukotinama, potrebno je praćenje istih s ciljem praćenja proširenja, pravovremenog saniranja i eventualnog iseljavanja stanara ako je riječ o stambenoj zgradi. Najčešće se za praćenje pukotina primjenjuju ekstenziometri koji su opremljeni invarskom žicom, zategnutom pomoću neke mase i elektroničkim pretvaračem (URL-1). Budući da nam ekstenzi-



**Slika 2-2.** Stabilizacija mjernog ravnala

mometar nije bio na raspolaganju, poslužili smo se nešto primitivnijim rješenjem – ravnalom. Ravnalo se fiksira (pričvrsti) na jednoj strani pukotine dok na drugoj strani stoji slobodno (Slika 2-2). Očitavanja se obavljaju u definiranim vremenskim razmacima (epohama) i uspoređuju. Na taj način dobivamo informacije o proširenju pukotina, tj. pomacima.

### 3. Mjerenje i interpretacija vertikalnih pomaka

Kako je već spomenuto, vertikalni pomaci su mjereni geometrijskim nivelmanom, i to nivelrom Sokkia SDL30 (Slika 3-1). Nivelmanska mjerenja provedena su sukladno temeljnim pravilima za precizni nivelman. Zbog pouzdanosti i želje za povezivanjem svih točaka kontrolne mreže repera kao jedne cjeline na jednoj lokaciji, prihvaćena je metoda zatvaranja figura koja je povezana na reper izvan područja objekata (Rezo i dr., 2007). Kod interpretacije pomaka treba voditi računa i o relativnim pomacima između susjednih repera, a ne samo u odnosu na reper izvan područja deformacija.

Prilikom niveliranja pridržavalo se sljedećih standarda:

- dvije invarske kodirane letve
- precizni nivelir koji jamči točnost od 1 mm/1 km u dvostrukim mjerenjima
- neposredno prije mjerenja provjerena je točnost instrumenta niveliranjem iz sredine i kraja, kao i područje djelovanja kompenzatora
- niveliranje je

obavljeno u dva smjera

- duljine vizura nisu bile dulje od 25 m u idealnim uvjetima, itd.

Nivelirano je digitalnim nivelrom s dvije kodirane invarne letve dužine 3 metra i dvije nivelmanske papuče.

Za potrebe detekcije i interpretacije pomaka su obavljene tri serije mjerenja s približnim razmakom od 30 dana. Prva serija mjerenja uzeta je kao nulta serija, dok su na temelju preostalih dviju određivani vertikalni pomaci (Tablica 3-1). U priloženoj se tablici mogu vidjeti definitivne visine repera, gdje je reper R00 izvan područja deformacije. U stupcu »razlike« nalaze se razlike između pojedinih serija mjerenja. Jasno se vidi, kako iz tablice, tako i iz grafičkog prikaza 3-1, da su maksimalna odstupanja na reperu 17 (cca. 3 mm) koji je stabiliziran najbliže iskopini na objektu (stambena zgrada). Na kraju je priložena statistika izračunatih razlika, maksimalna standardna devijacija iznosi 0, 75 mm za 2. – 1. seriju i 2. – 0. seriju mjerenja.

Relativno male promjene u vertikalnim pomacima proizlaze iz činjenice da su geodetska mjerenja provedena kada je iskop već bio završen, a u tijeku je bilo izvođenje betonskih radova. Pomaci tijekom iskopa iznosili su i do 1 cm, što je vidljivo i na okolnim objektima kroz veličinu pukotina. Međutim i dalje je vidljiv pomak na svim objektima posebno na objektu najbližem iskopu

### 4. Mjerenje i interpretacija nagiba objekata

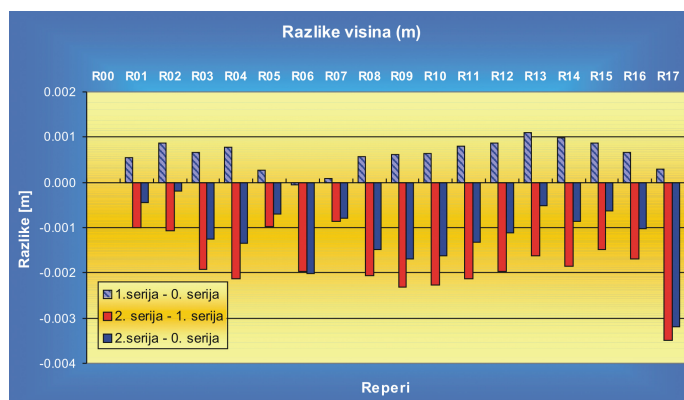
Uz stabilizaciju repera, ugrađene su privremene markice za praćenje nagiba objekata (vertikalnosti) u samu vanjsku strukturu objekta, i to prema stručno odabranim mjestima. Vertikalnost objekata izmjerena je pomoću mjerne stanice SOKKIA SET1030R3 (Slika 4-1), kojom je moguće laserski mjeriti udaljenosti do ciljane markice. Prethodno spomenuta mjerna stanica spada u najpre-



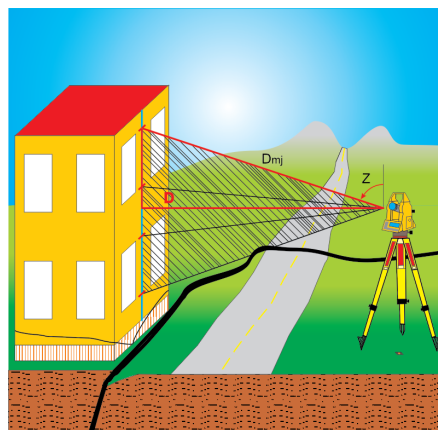
**Slika 3-1.** Digitalni nivelir Sokkia SDL30 (URL-2)

**Tablica 3-1.** Definitivne visine pojedinih repera iz tri serije mjerenja i usporedba pojedinih serija mjerenja

Reper	Serije mjerenja			Razlike		
	H0	H1	H2			
	0. serija	1. serija	2. serija	1. - 0.	2. - 1.	2. - 0.
R00	100.00000	100.00000	100.00000	0.00000	0.00000	0.00000
R01	100.53857	100.53912	100.53812	0.00055	-0.00100	-0.00045
R02	100.53280	100.53368	100.53260	0.00088	-0.00108	-0.00020
R03	100.71066	100.71133	100.70941	0.00067	-0.00192	-0.00125
R04	100.79883	100.79961	100.79748	0.00078	-0.00213	-0.00135
R05	100.78029	100.78056	100.77958	0.00027	-0.00098	-0.00071
R06	100.81846	100.81841	100.81645	-0.00005	-0.00196	-0.00201
R07	100.78306	100.78314	100.78227	0.00008	-0.00087	-0.00079
R08	100.82115	100.82172	100.81966	0.00057	-0.00206	-0.00149
R09	100.76459	100.76520	100.76289	0.00061	-0.00231	-0.00170
R10	100.75550	100.75614	100.75388	0.00064	-0.00226	-0.00162
R11	100.87559	100.87640	100.87426	0.00081	-0.00214	-0.00133
R12	100.87221	100.87308	100.87110	0.00087	-0.00198	-0.00111
R13	100.92798	100.92909	100.92747	0.00111	-0.00162	-0.00051
R14	100.94964	100.95063	100.94878	0.00099	-0.00185	-0.00086
R15	101.08235	101.08322	101.08173	0.00087	-0.00149	-0.00062
R16	101.74899	101.74965	101.74796	0.00066	-0.00169	-0.00103
R17	101.64151	101.64180	101.63831	0.00029	-0.00349	-0.00320
Statistika	Min			-0.00005	-0.00349	-0.00320
	Max			0.00111	0.00075	0.00075
	Sredina			0.00059	-0.00171	-0.00112
	St. dev.			0.00034	0.00075	0.00075



**Grafički prikaz 3-1.** Razlike u visini između pojedinih serija mjerenja



**Slika 4-5.** Grafički prikaz određivanja vertikalnosti (nagiba) objekta

**Slika 4-4.** Mjerna stanica Sokkia SET1030R3 (URL-3)

ciznije mjerne uređaje, s točnošću mjerenja kutova (1") i visokom točnošću mjerenja dužina laserom (3 + 2 ppm x D) (URL-3). Za određivanje vertikalnosti objekata je nužno postaviti geodetsku osnovu s koje će se obaviti mjerenja. U ovom je slučaju stabilizirano 8 stalnih geodetski točaka (P1 – P8) s ciljem da se mogu ponoviti mjerenja na istim vertikalnim pravcima u narednim praćenjima objekata. Prilikom postavljanja stalnih geodetskih točaka pazilo se da iste budu približno okomite u odnosu na ravninu objekta i pojedinu vertikalu. Mjerena je kosa dužina s horizontalnim i vertikalnim kutovima. Poligonski vlak je izračunan u lokalnom koordinatnom sustavu uz zadane početne vrijednosti koordinata za poligon  $P1(y, x, H) = 1000.000, 1000.000, 100.00$  i približnom orijentacijom prema sjeveru. Osnovni princip određivanja vertikalnosti (nagiba) objekta prikazan je na slici 4-2.

Na temelju poznatih vrijednosti koordinata točaka stalne geodetske osnove i svake snimljene točke u vertikalama su izračunane koordinatne razlike, odnosno horizontalna dužina između stajališta i pojedinih točaka u vertikali. Nagib objekta definiran je odnosom dužina u smjeru od dna do vrha objekta i to tako da što je dužina veća, točka na objektu od stajališta je udaljenija i obrnuto. Ako je dužina kraća, zaključuje se da se objekt naginje prema stajalištu. Veličina i smjer nagiba objekta izračunati su na temelju razlika vrijednosti dužina u dnu (0,00) i vrhu zgrade. Važno je napomenuti da se vodilo računa o eventualnim ispučanjima fasada, te su se za točke koje su definirale vertikale uzimale isključivo one koje leže u zamišljenoj ravnini fasade.

U tablici 4-1 i tablici 4-2 prikazane su koordinate ( $y_{lok}$ ,  $x_{lok}$  i  $H_{lok}$ ) pojedinih točaka u vertikali V16 i V17 i izračunana horizontalna udaljenost od stalne geodetske točke do pojedine točke na vertikali (dhor). U stupcu »Δ« izračunan je nagib objekta, s time da je za točku na dnu objekta uzeta vrijednost 0. Nagib u ostalim točkama je računat kao razlika u dužini obzirom na dno objekta. Iz tablica se jasno vidi razlika od 15 cm obzirom na dno i vrh objekta, dok je visinska razlika između dna i vrha je 15 metara. V16 i V17 su vertikale na istome objektu, s time da se vertikala V16 nalazi sa strane objekta gdje je iskopina, a vertikala V17 na suprotnoj strani. Grafički prikaz i pravac regresije za navedene vertikale mogu se vidjeti na grafičkim prikazima 4-1 i 4-2. Na vertikalnoj osi je prikazana horizontalna dužina od poligona do kontrolnih točke na objektu, a na horizontalnoj osi visina kontrolnih točaka na objektu obzirom na referentnu točku (poligon).

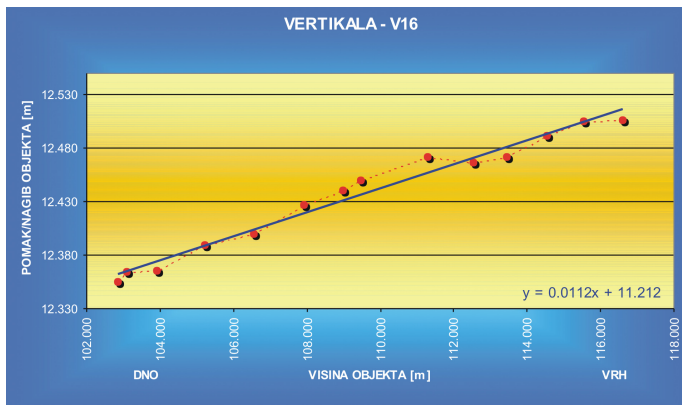
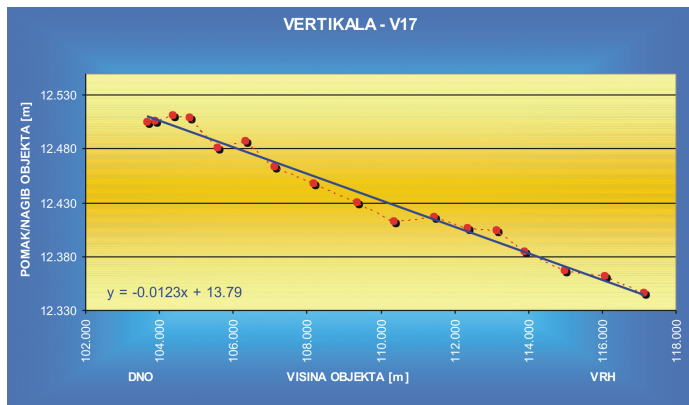
U serijama mjerenja 1 i 2 trend nagnjanja objekta je nastavljen i razlika između

**Tablica 4-1.** Koordinate točaka u nultoj epohi na vertikali V16 i nagib vertikale

Točka	$y_{\text{lok}}$	$x_{\text{lok}}$	$H_{\text{lok}}$	$d_{\text{hor}}$	$\Delta$	Vrh objekta
V16_1	1080.801	1057.216	116.607	12.507	-0.152	↙
V16_2	1080.803	1057.216	115.532	12.505	-0.150	
V16_3	1080.823	1057.223	114.541	12.492	-0.137	
V16_4	1080.853	1057.233	113.451	12.472	-0.117	
V16_5	1080.861	1057.235	112.532	12.466	-0.112	
V16_6	1080.853	1057.232	111.298	12.472	-0.117	
V16_7	1080.886	1057.242	109.459	12.450	-0.095	
V16_8	1080.899	1057.247	108.978	12.441	-0.086	
V16_9	1080.921	1057.254	107.916	12.427	-0.072	
V16_10	1080.962	1057.268	106.542	12.400	-0.045	
V16_11	1080.977	1057.272	105.229	12.390	-0.035	
V16_12	1081.014	1057.285	103.926	12.366	-0.011	
V16_13	1081.017	1057.285	103.101	12.364	-0.009	Dno objekta
V16_14	1081.031	1057.290	102.854	12.355	0.000	

**Tablica 4-2.** Koordinate točaka u nultoj epohi na vertikali V17 i nagib vertikale

Točka	$y_{\text{lok}}$	$x_{\text{lok}}$	$H_{\text{lok}}$	$d_{\text{hor}}$	$\Delta$	Vrh objekta
V17_1	1082.716	1059.303	117.121	12.346	0.159	↙
V17_2	1082.705	1059.315	116.054	12.363	0.142	
V17_3	1082.702	1059.318	114.966	12.367	0.138	
V17_4	1082.690	1059.331	113.895	12.385	0.120	
V17_5	1082.676	1059.345	113.125	12.405	0.101	
V17_6	1082.675	1059.346	112.357	12.407	0.098	
V17_7	1082.667	1059.354	111.422	12.417	0.088	
V17_8	1082.670	1059.351	110.353	12.413	0.092	
V17_9	1082.658	1059.364	109.337	12.431	0.074	
V17_10	1082.645	1059.376	108.183	12.449	0.056	
V17_11	1082.634	1059.388	107.120	12.464	0.041	
V17_12	1082.618	1059.404	106.338	12.488	0.017	
V17_13	1082.622	1059.400	105.583	12.481	0.024	Dno objekta
V17_14	1082.603	1059.420	104.818	12.509	-0.005	
V17_15	1082.601	1059.422	104.366	12.512	-0.007	
V17_16	1082.605	1059.418	103.889	12.507	-0.002	
V17_17	1082.606	1059.417	103.672	12.505	0.000	

**Grafčki prikaz 4-1.** Nagib objekta duž vertikale V16 i pravac regresije**Grafčki prikaz 4-2.** Nagib objekta duž vertikale V17 i pravac regresije

dna i vrha zgrade je povećana s 15 na 18 cm, što ukazuje na značajne pomake (nagib) objekta i treba pristupiti postupku sanacije kako bi se trend naganjanja objekta zaustavio i spriječila daljnja oštećenja.

## 5. Periodično praćenje pukotina objekata

Značajnije pukotine uočene na objektima oko iskopine treba također pratiti ugradnjom mjernih ravnala koja služe za periodično praćenje eventualnih širenja pukotina u različitim vremenskim intervalima. Mjerna ravnala se pričvršćuju za betonske zidove s jedne strane pukotine, dok druga strana ravnala ostaje slobodna. Mjerenja se mogu provoditi na način da se ravnala očitavaju na licu mjesta ili se fotografiraju i očitavaju naknadno. Očitavanje ravnala s fotografija visoke rezolucije je točnije, a istovremeno se smanjuje mogućnost krivog očitavanja. Ravnala se postavljaju tako da budu približno vertikalno ili horizontalno, kako bi se mogli dobiti pomaci u ka-

rakterističnom vertikalnom i horizontalnom smislu. Očitavanja ravnala (razmicanja) obavljena su na konkretnim objektima u dvije serije mjerenja (fotografska registracija), s razmakom od 30 dana. Na ravnalu su očitavane dvije vrijednosti i to »manja« s one fiksne strane ravnala i »veća« sa slobodne strane ravnala (Slika 5-1 a i b i Slika 5-2 a i b).

Upotrebljavana ravnala su duljine od 20 cm s milimetarskom podjelom, a fotografski je očitavano na 0.5 mm. U Tablici 5-1 se nalaze očitavanja iz dviju epoha mjerenja i razlika tih očitavanja. Razlika očitavanja zapravo predstavlja proširenje ili smanjenje pukotine u intervalu od 30 dana. Iz tablice se može vidjeti kako je uglavnom došlo do proširenja pukotina na objektima, što predstavlja trend daljnjeg gibanja (deformacija) objekata i potrebno je provesti sanaciju kako ne bi došlo do daljnjih proširenja, odnosno deformacija. Maksimalno proširenje pukotine (deformacije) uočeno je na kontrolnom ravnalu KT6 (stabilizirano najbliže iskopini) u iznosu od 4. 5 mm.

## 6. Zaključak

Nivelmanskim mjerenjima visoke točnosti s obzirom na reper stabiliziran izvan područja deformacije se dobivaju relativne visinske razlike, koje, usporedbom iz nekoliko epoha, daju informaciju o vertikalnim gibanjima na interesnom području, dok praćenje nagiba uzrokovanih prije svega vertikalnim pomacima objekata daje informaciju o horizontalnim gibanjima, a prvenstveno informaciju o naganjanju objekata kao posljedicu klizanja samih objekata prema iskopanoj jami. Praćenje pukotina (horizontalnih i vertikalnih) daje pravu informaciju o nastalim deformacijama i o trendu deformacija na objektima. Veće promjene pukotina ukazuju na potrebu učestalih geodetskih mjerenja veće točnosti.

Geodetska su mjerenja u građevinarstvu neizostavna, posebno tijekom gradnje i kod sanacije oštećenja nastalih gradnjom ili iskopom dubokih jama. Kako bismo izbjegli pucanja, klizanja ili čak urušavanja objekata, potrebno je pratiti pomake

na gradilištu i oko njega od samog početka gradnje, posebno kada je riječ o urbanim sredinama. Današnje geodetske metode svakako omogućavaju praćenje pomaka i deformacija s točnošću boljom od 1 mm, a posebno nivelmanska mjerenja što je pokazano praćenjem vertikalnih pomaka, pukotina i nagiba objekata. Jedino geodetskim metodama mogu se dobiti precizni i pouzdani podaci o pomacima i deformacijama i zajedno s geotehničkim istraživanjima, dati pravu informaciju za pravovremeno završavanje radova i provedbu sanacije.

## Literatura

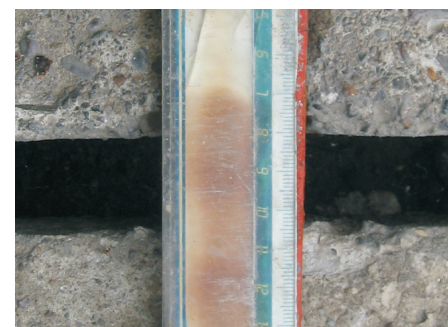
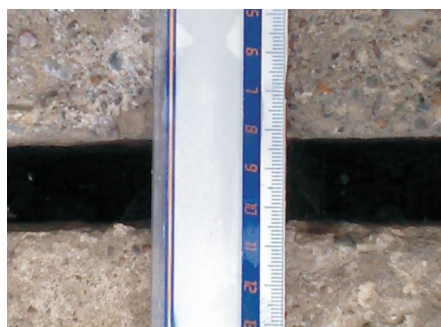
- Ručević, M. (2005): Rekonstrukcija stajališta Čulinec, Građevinar 57, 429-433, Zagreb
- Rezo, M., Rezo, A., Kranjec, M. (2007): Izjednačenje nivelmanskih mjerenja kod praćenja deformacija na hidroelektranama, Simpozij o inženjerskoj geodeziji, Zbornik radova, 165-173, 16.-19. svibnja 2007.
- Kapović, Z. (2005): Pomaci i deformacije, Interna skripta, Geodetski fakultet, Zagreb
- Novaković, G. (2005): Geodetske mreže posebnih namjena, Interna skripta, Geodetski fakultet, Zagreb
- URL-1: R.teknos s. r. l., www.rteknos.it/area\_clienti/pdf\_file/517.pdf, (02.12.2007.).
- URL-2: Sokkia digital level (SDL30) manual, <http://210.158.195.181/english/PDF/A096e.pdf>, (28.11.2007.)
- URL-3: Sokkia total station (SET1030R3) manual, <http://210.158.195.181/english/PDF/A205E.pdf>, (28.11.2007.)

Tablica 5-4. Očitavanja na pojedinim točkama i usporedba očitavanja iz dvije epohe mjerenja

Broj KT	Očitavanje na ravnalu [cm]				Razlika očitavanja [mm]	Orijentacija ravnala
	1. epoha		2. epoha			
	manja	veća	manja	veća		
KT1	14.60	14.80	14.60	14.95	1.5	vertikalno
KT2	6.50	6.80	6.50	6.80	0.0	vertikalno
KT3	10.40	10.80	10.00	10.50	1.0	vertikalno
KT4	8.20	10.30	8.20	10.30	0.0	vertikalno
KT5	8.10	10.20	8.10	10.50	3.0	horizontalno
KT6	0.00	4.10	0.00	4.55	4.5	horizontalno
KT7	7.40	8.10	7.20	7.90	0.0	horizontalno
KT8	7.00	7.90	7.00	7.90	0.0	horizontalno
KT9	6.90	8.40	6.90	8.40	0.0	horizontalno



Slika 5-1 a i b. Očitanje horizontalno postavljenog ravnala fotografskom metodom iz dvije epohe mjerenja



Slika 5-2 a i b. Očitanje vertikalno postavljenog ravnala fotografskom metodom iz dvije epohe mjerenja

## Tracking of vertical shifting, deflections and fractures on objects caused by deep excavations

**ABSTRACT.** In this work, the methods of (periodical) object vertical movement tracking, object deflections and fractures, which are the result of deep excavations, especially in urban areas, are considered. The character and dimensions of object movement, determined by described methods are shown at real example as well. We determine and monitor object vertical movements, object deflections and fractures caused by near excavation in purpose of object sanitation and to stop its further deformations. The analysis has shown that the maximum value of vertical movement determined from three series of measurements is 0,0035 m with standard deviation below 1 mm for whole level network in each series of measurements. Deflection determining of nearby objects shows the maximum deflection of object vertical (from bottom to top) is 0,15 m at height of 15 m with trend of continuous deflection growth. Fracture monitoring has shown the extension of existing ones with maximum value of 0,0045 m.

**KEYWORDS:** excavation, deformation, vertical movements, object deflection, fracture, periodical tracking.

**DATUM PRIMITKA / RECEIVED:** 5.12.2007.

**DATUM PRIHVATANJA / ACCEPTED:** 27.12.2007.