

## Glavni projekat geodetskog osmatranja horizontalnog pomeranja priobalja reke „Nova Kolubara”

BRANKO BOŽIĆ, SLOBODAN AŠANIN, ZAGORKA  
GOSPAVIĆ, BRANKO MILOVANOVIĆ,  
Građevinski fakultet, Beograd

Stručni rad  
UDC:523.47.001.18(497.11)

*Osnovno korito novog toka Kolubare je završeno i u funkciji je od 19.09.2007. godine. Od dana usmeravanja toka u novoizgrađeno korito Kolubare, odvijaju se radovi na završetku regulacionih i zaptivnih radova i redovno kontrolišu efekti novog rešenja. Ovaj rad se bavi primenom geodetskih metoda merenja u praćenja pomeranja terena u zoni objekta. S obzirom na odluku rukovodstva površinskog kopa Kolubara da se buduća geodetska osmatranja moraju realizovati po unapred predviđenom planu opažanja i metodologiji, urađen je Glavni projekat geodetskog osmatranja u vertikalnoj i horizontalnoj ravni. Rad daje pregled dela Glavnog projekta koji se odnosi na definisanje postupaka i procedura u okviru geodetskog osmatranja horizontalnih pomeranja terena u zoni novog korita.*

**Ključne reči:** *Površinski kop Kolubara, Geodetsko osmatranje horizontalnog pomeranja, Glavni projekat*

### 1. UVOD

Izmeštanje i regulacija korita reke Kolubare je u funkciji daljeg razvoja rudarskih radova i aktivnosti u centralnom delu kolubarskog lignitskog basena. Izmeštanjem korita Kolubare – I faza, rečni tok se uklanja sa ležišta uglja i oslobađa se prostor za otvaranje površinskog kopa "Veliki Crljeni".

Posmatrano od nizvodnog ka uzvodnom kraju regulacije, novo korito je saglasno projektu formirano u terenu koji generalno čine:

- Na nizvodnoj deonici, do profila br. 16 (km 0+800) novo korito je formirano u prirodnom terenu koga čine kvartarne – površinske gline i aluvijalni šljunkovi;
- Srednji, najduži deo budućeg korita, od profila br. 16 (km 0+800) do profila br. 73 (km 3+980.85), korito je formirano po odlagalištu koga čine materijali iz krovine uglja koji su neselektivno odloženi bez posebnog poretka, odnosno mešavina kvartarnih glina, aluvijalnih i međuslojnih peskova i šljunkova, alevrita;
- Deo novog korita od silaska sa odlagališta, profil br. 73 (km 3+980.85), do kaskade, profil br. 79 (km 4+281.47), korito je locirano po prostoru horsta koga čine površinske kvartarne gline i podinski sitnozrni peskovi; i

- Najuzvodnija deonica regulacije, uzvodno od kaskade, od profila br. 79 (km 4+281.47) do profila br. 87 (km 4+645.80), korito je formirano u prirodnom terenu (aluvionu Kolubare i Peštana), koga u litološkom smislu čine kvartarne – površinske gline i aluvijalni šljunkovi.

Neiskorišćena kasetna za pepeo koja se našla na trasi izmeštenog korita na unutrašnjem odlagalištu, čija je površina oko 12 ha, integrisana je u izmešteno korito i pretvorena u protočno jezero.

Osim izgradnje novog izmeštenog korita koje je najvećim delom locirano preko unutrašnjeg odlagališta, projektom je predviđen i kombinovani zaptivni sistem koga čine:

- Tamponiranje rečnog korita glinenim tamponom na delu preko unutrašnjeg odlagališta;
- Južni ekran – dijafragma koji presecaju priliv podzemnih voda iz aluvijona Kolubare u radnu zonu kopa "Veliki Crljeni". Južni ekran je projektovan delimično, na delu ukrštanja sa novim koritom, kao betonsko - bentonitska dijafragma a na delu trase van rečnog korita kao glineni ekran;
- Severni glineni ekran koji se gradi tehnologijom zamene masa, preseca priliv podzemnih voda iz novog korita kroz aluvijalne šljunkove Kolubare u radnu zonu kopa "Veliki Crljeni" sa severne strane.

Osnovni podaci o projektovanim objektima:

- Dužine izmeštenog korita 4651,57 m, mereno po osovini korita;

*Adresa autora:* Branko Božić, Građevinski fakultet, Beograd, Bul. Kralja Aleksandra 73  
Rad primljen: 23. 04. 2010.

- Dužina tamponiranog (zaptivenog) dela korita (uključujući protočno jezero) 3431,47 m;
- Dužina južnog ekrana 747,98 m od čega betonsko-bentonitski 273 m i glineni 474,98 m; i
- Dužina severnog ekrana 1095,36 m.

#### *Periodična osmatranja i merenja*

Pod periodičnim osmatranjima objekta podrazumeva se njegovo redovno praćenje u definisanom vremenskom režimu.

Na novom koritu Kolubare i zaptivnom sistemu predviđena je realizacija sledećih periodičnih osmatranja:

- Meteorološka osmatranja,
- Osmatranje pijezometarskih nivoa,
- Kontrolna snimanja poprečnih i podužnih profila korita, i
- Merenja i osmatranja prema potrebi.

Po potrebi, predviđa se izvršenje specifičnih mera, merenja i osmatranja kao što su:

- Osmatranje stabilnosti obala jezera,
- Geodetska osmatranja objekata, i
- Promene karakteristika materijala.

#### *Vizuelna osmatranja*

Periodičnim vizuelnim osmatranjima obuhvaćeno je:

- Osmatranja vodnih pojava na površini terena, i
- Vizuelna osmatranja objekata.



*Slika 1 - Novo korito Kolubare – pogled sa tehnološkog mosta nizvodno*

## 2. GEODETSKA OSMATRANJA OBJEKTA

U fazi pripreme rečnog korita za probni rad, geodetskim metodama je osmatrana leva i desna obala novog rečnog korita (Objekat). Merenjima je prethodila ugradnja odgovarajućih repernih tačaka na terenu. Reperne tačke su ugrađene u betonske glave pijezometara, a na nekim profilima (56, 58 i 60) u teren su pobijene čelične cevi (dubina 2 m).



*Slika 2 - Reperne tačke na pijezometara. duž obala novog korita Kolubare*

Početno merenje je izvršeno u periodu od 15. 09. do 10.11.2007. godine, bez posebnog projekta, koristeći mrežu stalnih tačaka sa kojih je snimano i praćeno izvođenje regulacionih radova.

Postavljanje tačaka i geodetsko merenje je, shodno programu probnog rada, izvršila geodetska služba RB "Kolubare", koji je investitor i korisnik objekta.

Planom je predviđeno da svako sledeće geodetsko snimanje mora biti realizovano po projektu tehničkog osmatranja objekta koji je u međuvremenu izrađen i koji je zapravo predmet ovoga rada.



*Slika 3 - Izgled repernih cevi u pojedinim profilima novog korita Kolubare*

## 3. GLAVNI PROJEKAT GEODETSKOG OSMATRANJA

### *3.1. O geodetskom osmatranju inženjerskih struktura*

Različitoš konstrukcijskih materijala i uticaj spoljnih faktora jesu jedan od glavnih faktora deformacija strukture. Karakter deformacija strukture je ponekad posledica prilagođavanja novo-izgrađenog objekta raznim uticajima ili zamoru materijala u koju je objekat fundiran. Iz tih razloga, upravo se i izvode periodična geodetska osmatranja koja su tako dizajnirana da uglavnom obuhvate dugoperiodična pomeranja. Za ostvarivanje potpunog uvida u trend kretanja najčešće su dovoljne i konvencionalne geodetske metode merenja. Primena ovih metoda zahteva izradu

kvalitetne geodetske mreže koja omogućuje postizanje zahtevane tačnosti ocena koordinata tačaka na objektu i samim tim određivanje pomeranja tačaka sa zadovoljavajućom tačnošću.

Opšta procedura praćenja deformacija strukture geodetskim metodama podrazumeva merenja prostornih kretanja odabranog skupa tačaka sa osnovne (referentne) mreže tačaka koje se smatraju fiksiranim po položaju, u odnosu na objekat. Pri merenju mogu se koristiti terestričke i satelitske metode. Ukoliko se tačke osnovne mreže locirane na samoj strukturi tada se određuju *relativna pomeranja*, a ukoliko su osnovne tačke van strukture ili van dometa njenog uticaja, tada govorimo o *apsolutnim deformacijama*. Periodičnim merenjima prema vremenskom planu (u pojedinim epohama) utvrđuje se *relativni odnos* objekta prema apsolutnim položajima osnovnih tačaka geodetske mreže.

Kod geodetskog osmatranja objekata, idealno mesto za postavljanje osnovnih tačaka geodetske mreže jesu stene koje se nalaze na odgovarajućim dubinama, van zone mogućih uticaja. Tako uspostavljena osnovna mreža jeste preduslov uspešnog geodetskog osmatranja objekta.

### 3.2. Osnovni zahtevi investitora

Geodetsko osmatranje objekta se planira i realizuje u horizontalnom i vertikalnom smislu. Pri tome, kao logičan izbor nude se metode merenja pravaca, dužina, visinskih razlika, a u poslednje vreme i GPS vektora. Glavni projekat, izmeštanja i regulacije korita reke Kolubare u zoni površinskog kopa "Tamnava – istočno polje" - I F a z a, izradio je Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" 2004. godine. Tehničku kontrolu glavnog projekta je uradio Građevinski fakultet, Univerziteta u Beogradu 2004. godine. U sklopu Glavnog projekta geodetskog osmatranja priobalja reke "Nova Kolubara" u zoni površinskog kopa "Tamnava" - istočno polje" definišu se neophodni geodetski radovi i analize na otkrivanju pomeranja terena duž objekta.

Od glavnog projekta geodetskog osmatranja se očekuje da predloži novo rešenje Osnovne 2D i 2D i 1D mreže objekta koje bi ispunilo sledeće zahteve:

- Osnovna 2D mreža, 2D i 1D mreža za osmatranje objekta mora biti definisana tako da omogućuje praćenje horizontalnih i vertikalnih pomeranja tačaka na Objektu od 2 cm i većih; i
- Tačke na Objektu moraju biti raspoređene tako da ravnomerno obuhvate čitav Objekat, da su adekvatno stabilizovane na obe obale korita, po profilima i na međusobnom rastojanju profila, ne većem od oko 150 m.

Glavni projekat geodetskih radova sadrži:

- Opštu dokumentaciju;
- Projektni zadatak za izradu glavnog projekta;
- Osnove za izradu glavnog projekta (propisi, podaci i podloge za projektovanje);
- Tehnički izveštaj:
  - Izveštaj o prethodnim radovima;
  - Opšte podatke (predmet projekta, podaci o radilištu i prateću dokumentaciju);
  - Koncept rešenja Osnovne 2D, 2D i 1D mreže Objekta (položaj tačaka, analizu geometrije, koordinatni sistem mreže, izbor metode merenja, uslovi pri merenju, podaci za kontrolu merenja, način obrade rezultata merenja);
  - Predmer i predračun radova;
  - Mere zaštite na radu;
  - Sadržinu Elaborata realizacije glavnog projekta Osnovne 2D i 2D i 1D mreže objekta; i
- Priloge.
 

Za izradu glavnog projekta geodetskog osmatranja kao osnova korišćena je sledeća tehnička dokumentacija:

  - Idejni projekat izmeštanja i regulacije korita reke Kolubare u zoni površinskog kopa "Tamnava – istočno polje", i
  - Glavni projekat izmeštanja i regulacije korita reke Kolubare u zoni površinskog kopa "Tamnava – istočno polje".

U okviru ovog rada, prezentovaće se projektno rešenje geodetskog osmatranja Objekta u horizontalnoj ravni.

### 3.3. Projektno rešenje 2D mreže

Za Osnovnu 2D mrežu usvojen je koncept koji podrazumeva - da plan merenja i tačnost merenja moraju obezbediti tačnost ocena položaja tačaka mreže koja će omogućiti otkrivanje značajnih (iznad zadatih granica) pomeranja tačaka Objekta.

Proračunom tačnosti položaja tačaka Osnovne 2D mreže sračunate su minimalne vrednosti pomeranja pojedinih tačaka koje se sa moći testa većom od 80% mogu otkriti i koja treba da budu manja ili jednaka zadatim graničnim vrednostima. U Osnovnoj 2D mreži, za graničnu vrednost pomeranja usvojen je kriterijum koji iznosi  $dp_{max} = 15$  mm. Na osnovu usvojene granične vrednosti pomeranja, ocena standardnog odstupanja položaja tačaka Osnovne 2D mreže, pri nivou poverenja od 95%, ne sme biti veća od  $\sigma_p = 5$  mm. Izbor tačaka i plan opažanja priloženi su u Glavnom projektu.

Broj tačaka Osnovne 2D mreže predviđen ovim projektom iznosi četiri tačke (tabela 1).

Tabela 1 - Približne koordinate Osnovne 2D mreže

Redni broj	Oznaka tačke	Y	X
1.	OTR1	7441587	4926522
2.	OTR2	7442027	4926677
3.	OTR3	7441996	4922512
4.	OTR4	7441737	4922611

U fazi rekognosciranja Osnovne 2D mreže utvrđeno je:

- Stanje postojeće geodetske mreže;
- Mogućnost uključivanja postojećih tačaka u novu mrežu; i
- Raspored tačaka.

Pri projektovanju Osnovne 2D mreže poštovana su sledeća pravila:

- Da su tačke postavljene na što stabilnijem terenu;
- Da period merenja u mreži ne traje duže od jednog dana;
- Da visinske razlike između tačaka budu što manje; i
- Da se tačkama može lako prići.

Osnovne karakteristike Osnovne 2D mreže bile bi sledeće:

- Stabilizacija tačaka vrši će se stubovima visine oko 1.30 m iznad zemljine površi, sa betonskom stopom dimenzija 1 m x 1 m x 0.5 m;
- Za svaku tačku, dubina fundiranja utvrđena je na osnovu analize geološko-pedološkog sastava terena;
- Kompletan skup merenja izvodi se u skladu sa zahtevima bezbednosti objekta;
- Merenja se vrše GPS instrumentima geodetskog tipa;
- Definitivne koordinate određuju se posrednim izravnanjem mreže, po metodi najmanjih kvadrata;
- Ocena tačnosti mreže izvodi se iz izravnanja mreže; i
- Ocena stabilnosti tačaka mreže izvodi se na osnovu serija merenja, međusobno saglasnih po planu opažanja, tačnosti merenja i tačnosti ocena 2D položaja i po postupku koji podrazumeva primenu zvanično verifikovanih metoda deформacione analize.

Koordinatni sistem Osnovne 2D mreže u postupku obrade GPS merenja definisan je lokalno.

#### Plan opažanja sa proračunom mera kvaliteta Osnovne 2D mreže

Prilikom izrade plana opažanja, rukovodilo se sledećim pretpostavkama:

- Za projektovani geometrijski oblik mreže usvojen je plan GPS opažanja i tačnost merenja koji obez-

beđuje određivanje položaja tačaka sa standardom  $\sigma_p = 5$  mm i tačnije;

- Tačnost merenja je usvojena na osnovu deklarisane tačnosti instrumenta i iskustveno poznate granice tačnosti pretpostavljenih instrumenata i metode merenja.

#### 3.3.1. Uputstvo za realizaciju Osnovne 2D mreže

##### Merenja u Osnovnoj 2D mreži

GPS merenja u Osnovnoj 2D mreži su GPS vektori strana i realizuju se prema planu opažanja i sledećim uslovima:

- Merenje vektora se realizuju relativnom statičkom metodom, jednofrekventnim ili dvofrekventnim GPS prijemnicima, u nezavisnim sesijama, a prema predloženom planu opažanja koji je sastavni deo Glavnog projekta;
- Dužine mernih sesija iznose najmanje 40 minuta dvofrekventnim, odnosno 60 minuta jednofrekventnim GPS prijemnicima;
- Ratio faktor ne sme biti manji od 10;
- Standardizovana odstupanja ocena vektora ne smeju biti veća od 3;
- Svi vektori moraju biti sa fiksnim rešenjem;
- Na stanicama meriti visinu instrumenata mernom trakom tri puta, sa zaokruživanjem na 5 mm;
- Pri merenju GPS vektora prijemnike prisilno centrisati, a antene orijentisati uvek na isti način (u istom geografskom pravcu);
- Pri merenju, neophodno je registovati i druge podatke predviđene obrascem GPS 1 (početak i kraj merenja, blizinu prepreke, operater, datum i probleme u radu);
- Vrednost PDOP mora biti manja od 8;
- U okolini tačke ne sme biti fizičkih prepreka iznad 15 stepeni po elevaciji;
- U blizini manjoj od 300 m ne sme biti značajnijih izvora elektromagnetnog zračenja.

Procenjeno je da je za optimalno izvođenje ove kampanje u pogledu ekonomičnosti potrebno angažovati ne manje od tri GPS prijemnika.

Osnovne karakteristike predložene GPS opreme su:

- Prostorna tačnost izmerenog vektora u statičkom režimu pozicioniranja ne treba da bude manja od 5 mm + 1 mm/km;
- Minimalan broj kanala GPS prijemnika: 18 (kod instrumenata sa dve frekvencije) ili 9 (kod jednofrekventnih instrumenata);
- Stabilnost faznog centra: < 3 mm.

Pre početka rada sa instrumentom potrebno je:

- Ispitati i rektifikovati optičke viskove; i

- Ispitati GPS prijemnike i u Elaboratu realizacije glavnog projekta dostaviti uverenja.

#### *Obrada merenja u Osnovnoj 2D mreži*

Za izračunavanje vektora strana dovoljno je koristiti komercijalne programe sertifikovane od strane proizvođača GPS opreme, a. pri računanju vektora satelitske efemeride emitovane u navigacionoj poruci. Za uspešno određene vektore strana smatraće se vektori za koje su iz podataka računanju dobijena:

- Rešenja sa fiksiranim vrednostima celobrojnih neodređenosti;
- Vrednost Ratio factora veća od 10.0; i
- Vrednost referentne varijanse vektora (RMS) manja od 5 mm.

Koordinate tačaka Osnovne 2D mreže računae se na osnovu izravnatih vrednosti vektora strana. Pre određivanja koordinata tačaka Osnovne 2D mreže potrebno je oceniti tačnost opažanja na osnovu grešaka zatvaranja figure. Prostorna greška zatvaranja u poligonu ne sme biti veća od 3 mm/km.

U fazi izravnjanja i ocene tačnosti Osnovne 2D mreže neophodno je pridržavati se sledećih uslova:

- Osnovnu 2D mrežu izravnati sa minimalnim tragom kofaktorske matrice ocena nepoznatih parametara (*inner constrained*);
- U izravnjanju kao merenja koristiti GPS vektore u WGS koordinatnom sistemu; i
- Stohastički model merenja definisati shodno deklarisanom tačnosti merenja uzimajući u obzir nesigurnosti merenja visina antena i centrisanja.

Kao pokazatelji kvaliteta ocena iz izravnjanja Osnovne 2D mreže korišćiće se:

- Varijansa jedinice težine iz izravnjanja mreže;
- Standardna odstupanja ocena parametara (koordinata); i
- Ocene parametara relativnih elipsi grešaka iz izravnjanja.

#### *Kriterijumi za kontrolu dobijenih ocena u Osnovnoj 2D mreži*

U okviru kontrole kvaliteta ocena koordinata tačaka Osnovne 2D mreže prikazati:

- Dozvoljenu vrednost globalnog testa modela;
- Dozvoljene vrednosti test statistika Tau kriterijuma na prisustvo grubih grešaka;
- Dozvoljene vrednosti relativne tačnosti između tačaka;
- Dozvoljene vrednosti razlika transformisanih i datih koordinata tačaka.

Sve napred navedene mere kvaliteta Osnovne 2D mreže moraju biti u granicama intervala, definisanih saglasno broju stepeni slobode Osnovne 2D mreže i usvojenoj verovatnoći.

#### *3.3.2. Uputstvo za realizaciju 2D mreže Objekta*

##### *Merenja u 2D mreži Objekta*

Prilikom proračuna tačnosti ocena položaja tačaka 2D mreže Objekta, za minimalnu vrednost pomeranja tačaka Objekta koja se sigurno može otkriti, usvojena je vrednost  $D_{\max} = 20$  mm. Na osnovu usvojene granične vrednosti horizontalnog pomeranja, *standardna odstupanja* ocena položaja tačaka 2D mreže Objekta, pri nivou poverenja od 95%, ne smeju biti veća od  $\sigma_p = 7$  mm.

GPS merenja u 2D mreži Objekta su GPS vektori strana realizuju se prema planu opažanja definisanom u Projektu.

Merenja GPS vektora realizovaće se poštujući sledeće uslove:

- Merenje vektora izvršiti relativnom statičkom metodom jednofrekventnim ili dvofrekventnim GPS prijemnicima, u nezavisnim sesijama;
- Dužine mernih sesija iznose najmanje 15 minuta dvofrekventnim, odnosno 30 minuta jednofrekventnim GPS prijemnicima;
- Ratio faktor ne sme biti manji od 10;
- Standardizovana odstupanja ocena vektora ne smeju biti veća od 3;
- Svi vektori moraju biti sa fiksnim rešenjem;
- Na stanicama meriti visinu instrumenata mernom trakom, tri puta, sa zaokruživanjem na 5 mm;
- Pri merenju GPS vektora prijemnike centrisati optičkim viskovima, a antene orijentisati uvek na isti način (u istom geografskom pravcu);
- Pri merenju, pored visine instrumenta, neophodno je registovati i druge podatke predviđene obrascem GPS 1 (početak i kraj merenja, blizinu prepreke, operater, datum i probleme u radu);
- Vrednost PDOP mora biti manja od 8;
- U okolini tačke ne sme biti fizičkih prepreka iznad 15 stepeni po elevaciji; i
- U blizini GPS uređaja manjoj od 300 m ne sme biti značajnijih izvora elektromagnetnog zračenja.

Procenjeno je da je za optimalno izvođenje ove kampanje u pogledu ekonomičnosti potrebno angažovati najmanje četiri prijemnika.

Osnovne karakteristike predložene GPS opreme bile bi sledeće:

- Prostorna tačnost izmerenog vektora u statičkom režimu pozicioniranja ne treba da bude manja od 5 mm + 1 mm/km;
- Minimalan broj kanala GPS prijemnika: 18 (kod instrumenata sa dve frekvencije) ili 9 (kod jednofrekventnih instrumenata);
- Stabilnost faznog centra: < 3 mm.

Pre početka rada sa instrumentom potrebno je:

- Ispitati i rektifikovati optičke viskove;
- Ispitati GPS prijemnike i u Elaboratu realizacije glavnog projekta dostaviti uverenja.

#### *Obrada merenja u 2D mreži Objekta*

Za izračunavanje vektora strana, kao i pri računanju vektora važe iste napomene kao u 3.3.1.

Koordinate tačaka 2D mreže Objekta sračunava se na osnovu izravnatih vrednosti vektora strana, a mreža se izravnava fiksiranjem prethodno određenih koordinata tačaka Osnovne 2D mreže.

Stohastički model merenja definiše se shodno deklarisanom tačnosti merenja, uzimanjem u obzir nesigurnosti merenja visina antena i centrisanja.

Kao pokazatelje kvaliteta ocena iz izravnjanja 2D mreže Objekta prikazati:

- Varijansu jedinice težine iz izravnjanja mreže;
- Standardna odstupanja (devijacije) ocena parametara (koordinata); i
- Ocene parametara relativnih elipsi grešaka iz izravnjanja.

#### *Kriterijumi za kontrolu dobijenih ocena u 2D mreži Objekta*

U okviru kontrole kvaliteta ocena koordinata tačaka 2D mreže Objekta odrediti:

- Dozvoljena vrednost globalnog testa modela;
- Dozvoljene vrednosti test statistika Tau kriterijuma na prisustvo grubih grešaka;
- Dozvoljene vrednosti relativne tačnosti između tačaka;
- Dozvoljene vrednosti razlika transformisanih i datih koordinata tačaka.

Sve napred navedene mere kvaliteta 2D mreže Objekta moraju biti u dozvoljenim granicama, definisanih saglasno broju stepeni slobode 2D mreže Objekta i usvojenoj verovatnoći.

#### *3.4. Analiza stabilnosti tačaka Osnovne 2D mreže*

Analiza stabilnosti tačaka Osnovne 2D mreže izvodi se:

- Na osnovu serija merenja više različitih vremenskih epoha;
- Na osnovu međusobno saglasnih planova merenja, postignute tačnosti merenja i tačnosti ocena 2D položaja;
- Primenom zvanično verifikovanih metoda deformacione analize.

Vremenski period između dve serije merenja ne sme biti duži od šest meseci. Načelno, merenja se izvode u jesen i proleće. U slučaju eventualnih potresa ili drugih vanrednih pojava koje mogu uticati na

stanje bezbednosti objekta i okoline, period između geodetskih osmatranja može biti i kraći.

#### *3.5. Analiza horizontalnog pomeranja Objekta*

Analiza horizontalnog pomeranja Objekta izvodi se:

- Na osnovu serija merenja na tačkama 2D mreže Objekta u više različitih vremenskih epoha;
- Oslanjanjem na stabilne tačke Osnovne 2D mreže koje definišu datum 2D mreže tačaka Objekta;
- Na osnovu međusobno saglasnih planova merenja, postignute tačnosti merenja i tačnosti ocena 2D položaja; i
- Primenom zvanično verifikovanih metoda deformacione analize.

Što se tiče vremenskog perioda osmatranja, važe isti kriterijumi kao u 3.4.

## 4. ZAKLJUČCI

Deformaciona analiza inženjerskih struktura predstavlja veoma važan faktor u životnom ciklusu jednog objekta, od projektovanja do eksploatacije. Značajniji rezultati u razvoju ove discipline primetni su od sedamdesetih godina prošlog veka. Danas, deformaciona analiza dobija svoj puni smisao i oblik kroz sve detaljniji teorijsko-metodološki pristup. Pojavom savremenih tehnologija, proces merenja kako uzroka tako i reakcija objekata sve se više automatizuje i robotizuje. Glavni projekat geodetskog osmatranja horizontalnog pomeranja terena u zoni izemeštenog korita Nova Kolubara ukazuje na značaj metode i predstavlja pravi putokaz rešavanja problema ove vrste. Projektni pristup pruža punu garanciju i stvara osnov za definisanje značajne arhivske građe objekta koja je od suštinske važnosti za analizu njegovog ponašanja, zaštitu prostora i životne sredine na određenoj lokaciji.

## 5. LITERATURA

- [1] Ašanin, S., Milovanović, B.: Ispitivanje sleganja inženjerskih objekata primenom geodetskih metoda, Geodetski žurnal broj 27, maj-jun, Beograd, 2008.
- [2] Ašanin, S., Božić, B.: Značaj i uloga geodetskih merenja prilikom praćenja hidroenergetskih objekata, Srpsko društvo za brane, Tara, 2008.
- [3] Ašanin, S., Pandžić, S., Dimitrijević, S.: Geodetski radovi za potrebe projektovanja, građenja i eksploatacije objekata, Vrnjačka Banja, 2005.
- [4] Ašanin, S.: Inženjerska geodezija 1, AGEO d.o.o. Beograd, 2003.
- [5] Ašanin, S., Božić, B.: Dinamičko praćenje deformacionih struktura primenom GPS tehnologije, stručni skup – Tendencije u razvoju inženjerske geodezije, Društvo geodeta Beograda, Beograd, 2003.

- [6] Duff, K., Hyzak, M.: Structural Monitoring With GPS, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1997.
- [7] Milovanović, B., Ašanin, S., Božić, B.: Identifikacija ponašanja objekata na osnovu geodetskih merenja, Internacionalni naučno-stručni skup GNP, Žabljak, 2008.
- [8] Rueger, J. M.: Overview of geodetic deformation measurements of dams, University of South Wales, 2006.
- [9] Welsch, W., Heunecke, O.: Models and terminology for the analysis of geodetic monitoring observations, Official Report of the Ad-Hoc Committee of FIG Working Group 6.1, FIG Publication no. 25, 2001.
- [10] Welsch, W.: Geodetic Analysis of Dinamic Processes: Clasification and Terminology. 8<sup>th</sup> International FIG-Symposium on Deformation Measurements, Hong Kong, 1996.
- [11] US Army Corps of Engineers Structurar deformation surveying, Engineering Manual, 2002.

## SUMMARY

### THE MAIN PROJECT OF HORIZONTAL DEPLACEMENT MONITORING BY GEODETIC METHODS AT THE AREA OF "NOVA KOLUBARA"

*The new position of the Kolubara river has been finished since 19.09.2007. Starting from that time, new works are oriented through finishing activities regarding to the new river flow. This article presents the geodetic methods of deformation analysis and explains the activities and contents of the new design of geodetic work which aims to monitoring of horizontal deplacement of the terren around the area of the new river banks.*

**Ključne reči:** *Surface mine Kolubara, Geodetic monitoring of horizontal deplacement, Main project*

## KNJIGE / SKUPOVI

### Zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija

Drugo naučno-stručno savetovanje „Zemljotresno inženjerstvo i seizmologija“ održano je na Divčibarama krajem aprila 2010. u organizaciji Saveza građevinskih inženjera Srbije i Inženjerske komore Srbije, a u saradnji sa Institutom za vodoprivredu «Jaroslav Černi» Saobraćajnim institutom CIP, Društvom za zemljotresno inženjerstvo Srbije i „Vujić Valjevo“ d.o.o. Imalo se u vidu da se naše područje nalazi u seizmički aktivnoj oblasti, pa se pri projektovanju i građenju moraju primenjivati propisi i metodologija koji obezbeđuju seizmičku otpornost objekata. Nastojalo se, ovim Savetovanjem, da se stvore uslovi za donošenje dokumenata sa domaćim parametrima uz usvajanje Evropskih normi i prateće regulative.

Sa Savetovanja objavljen je Zbornik radova sa 58 stručna rada koje je Programski odbor prihvatio. Među radovima najviše je preglednih i stručnih radova, kao i izvornih naučnih radova. Radovi su razvrstani u 12 tematskih oblasti:

1. Seizmološka merenja i izučavanja zemljotresa u Srbiji i okruženju
2. Seizmički hazard, mikrozoniranje, primena savremenih informacionih tehnologija
3. Karakterizacija terena, modeliranje dinamičke interakcije konstrukcije sa terenom
4. Dinamičke analize građevinskih konstrukcija izloženih delovanjima zemljotresa