

# **ANALIZA CENTRIRANJA ANKERA I PROVERE VERTIKALNOSTI ČELIČNIH STUBOVA TIPO “Y” NA DALEKOVOĐU 400 kV OD NIŠA DO LESKOVCA**

Milan Trifković,  
Goran Marinković,  
Pavle Pejčev

UDK:

**Rezime:** U radu je razmatrana i analizirana problematika centriranja ankera i provere vertikalnosti čeličnih stubova tipa "Y" na dalekovodu 400 Kv od Niša do Leskovca

**Ključne reči:** dalekovod, stub, anker stuba, temelj, centriranje ankera

## **1. UVOD**

Geodezija je nauka koja se bavi određivanjem oblika i veličine Zemlje, Zemljinog gravitacionog polja i određivanjem promena ovih parametara kroz vreme [4]. Navedena definicija se najčešće citira u literaturi ali se u praksi geodezija primenjuje uvek kada treba određivati koordinate tačaka u prostoru, geometriju objekata, međusobne odnose objekata u prostoru i promene geometrije, položaja i međusobnih odnosa objekata kao funkcije vremena. Razvoj geodezije uslovljavao je obim i vrstu primene geodezije u drugim inženjerskim oblastima i za rešavanje različitih inženjerskih problema. Najrazličitiji aspekti primene geodezije u dodirnim oblastima opisani su u mnogobrojnim radovima kako geodetskim tako i radovima iz drugih oblasti (GRADJEVINA, MAŠINSTVO, ELEKTRONIKA I SL. ) [4] [5] [6]. U ovom radu analizirana je problematika centriranja ankera.....

## **2. OSNOVNI PODACI O RADILIŠTU**

Dalekovod od 400kV od Niša do Leskovca je prvi te vrste sa takvim oblikom stubova i samim tim jedinstven u Srbiji. Projekat koji se finansira iz kredita Evropske Komisije za rekonstrukciju (European Comission for Reconstruction), korisnik kredita i budućeg objekta je EMS (Elektromreža Srbije) po projektu koji je uradio ELEM&ELGO. Izvođač radova je Konzorcijum triju preduzeća: Energoprojekt kao lider, Energomontaža i ABS Minel. Ukopna dužina je 40km sa 121 stubom.

Faze su sa u horizontalnom snopu sa dva provodnika po fazi od čelik-aluminijuma (ACSR 490/65mm<sup>2</sup>) i dva zaštitna užeta od kojih je jedno konvencionalno (AWG 126mm<sup>2</sup>), a drugo sa optičkim jezgrom (OPGW sa 48 optičkih vlakana).

Izolatori su od staklenih kapastih segmenata tipa U160BC grupisani u dvostrukе ili trostrukе izolatorske lance, vešane zastavicama upravnim na trasu dalekovoda na

odgovarajućim nosačima sa pratećim fittingom. Bočne faze na nosećim stubovima imaju izolatorske lance "I" oblika, a srednja faza "V" oblik.

Predviđeni su prigušivači na svim faznim provodnicima i zaštitnim užadima kao i rastojnici (40cm) na provodnicima faza.

Uzemljenje tipa U2 je izvedeno od pocinkovane žice Ø8 pričvršćeno dijagonalno dvema stezaljkama sa unutrašnje stranu pojasa konstrukcije stuba.

Obeležavanje je pomoću tablica pričvršćenim zavrtnjevima za profile stuba i to: opomenske tablice na 2,5m od zemlje, tablice za obeležavanje faza i tablice za uočavanje iz vazduha postavljene na vrhu, vertikalno upravno na trasu dalekovoda.

### 3. OPŠTI PODACI

Razmatrani jednostruki 400-kilovoltni dalekovod od Niša do Leskovca, konstruktivno je jedinstven u Srbiji i po tipu i izgledu stubova i po konstrukciji i veličini temelja. Iako prihvaćen "Y" - oblik stuba iz Evropske Unije, kao najviše primenjivan u dalekovodnoj praksi, isti je statički obrađen po našim propisima i najvišim svetskim standardima. Statički proračun stuba je urađen u programu Tower i PLSCad, najnovije generacije specijalizovanim uglavnom za takav vid poslova i konstrukciju.

#### 3.1. Stub

Stub je u usnovi pravougaonog preseka sa telom zarubljene piramide, projektovan kao slobodno stojeća konstrukcija uklještena u rasčlanjene temelje sa rakljama, riglom, dvema konzolama za prihvatanje bočnih faza i sa dva vrha koji drže zaštitnu užad. Takozvani "epsilon", oblik stuba kod nas nekorišćen u većoj meri, dok u Evropi masovno primenjivan. Na ovom dalekovodu projektovano je tri tipa stuba : noseći, za visine od 19m do 50m, ugaono zatezni od  $0^\circ$  do  $30^\circ$  i ugaono zatezni sa ugлом skretanja od  $30^\circ$  do  $60^\circ$ , za visine 15m do 40m.

Prilagođenje konstrukcije stubova kosom terenu je rešeno primenom tipskih produženih nogu koje su prilagođene konfiguraciji terena na svakom stubnom mestu. Sistem nejednakih nogu je primenjen kako bi građevinski radovi pri izradi iskopa i nasipa oko temelja bila olakšana i urađena sa količinskim maksimalnim uštedama.

Konstrukcija stubova se sastoji od vruće valjanih L-profila i ploča skoro u celini sem delova na konzolama i sredini ridle gde je predviđeno kačenje izolatorskih lanaca gde je zbog specifičnog zahteva vešanja korišćen U-profil i IP-profil ili kombinacija pomenutih. Na tim mestima je samo i spajanje izvedeno varenjem, dok celokupna konstrukcija je spajana šrafljenjem zavrtnjevima klase 5.6 ili 5.8.

Materijal za izradu konstrukcije stubova je čelik Č0361 (S235J0) i čelik pojačanog kvaliteta Č0561 (S355J0), zaštićen postupkom vrućeg cinkovanja u skladu sa standardom (ISO 1461/1999). Završna zaštita je farbanjem "duplex" sistemom, kobilovanim sistemom zaštite, vrućim cinkovanjem debljine prevlake min 120 $\mu$  i tri premaza, tako da je osnovni premaz debljine 20 $\mu$  na bazi dvokomponentnih epoksi smola i dva premaza debljine 40 $\mu$  na bazi vinilnih epoksi smola .Ukupna minimalna debljina zaštite je 220 $\mu$ .

Opsluživanje servisera prilikom neophodne intervencije koriste se penjalice na dijagonalnim pojasmicima na telu stuba, dok na delu raklji do rigle, postoje čelične merdevine.

### 3.2. Temelj

Projektovani si i izvedeni rasčlanjeni temelji koji prate i nivaciju terena na „licu“ mesta i konstrukciju stubova. Obzirom da se radi o mestima veoma nepristupačnim i za prilaz i za izvođenje, sa sporadično znatnom denivelacijom, pribeglo se rašenju nejednakih nogu u samoj konstrukciji stuba i različitom visinom dna temelja, kako bi se izvršilo temeljenje na zdravom i dobro nosivom tlu. Tako je izbegnuto temeljenje na nasutom terenu i samim tim ispoštovala izvorna nosivost dobijena geomehaničkim ispitivanjem. Temelj stuba se sastoji od četiri zasebna temelja za prihvataju noge čeličnog stub koji je zapravo prostorna rešetka. Klasični oblik temelja koji se sastoji od stope ili prve ploče, „jastuka“ takozvane druge ploče i vrata. Na drugom delu trase od Leskovca do granice sa Makedonijom su rađeni temelji bez „jastuka“, što se pokazalo brže i jednostavnije za izvođenje, ali često, zbog otežanih uslova u kojima se radovi izvode, „slaba tačka“, pa je morala da se radi naknadna sanacija prelaza stope i vrta. Dimenzije temelja i armaturu je određivao statički proračun u oba slučaja.

Na celom projektu pojavljuju se nekoliko tipova temelja u pogledu dimenzija, a u zavisnosti od nosivosti tla. Tako imamo slučajevе temeljenja u području sa visokim nivoom podzemnih voda, nadvišene temelje, sa izraženim dimenzijama, naročito povećanom dužinom vrata. Betoniranje stope je rađeno odjednom ili sa pravilnim nastavko po propisima, dok je vrat rađen izjedno. Izuzetak je nadvišen temelj sa ekstremnom dužinom vrata gde je nastavak izvršen sa Izolit-Veza, jednokomponentnim preparatom na polimernoj osnovi oplemenjen adekvatnim dodacima za vezivanje nastavka betoniranja i kvalitetno spajanje novog i starog betona. Ujedno se vodilo računa da takav tanak premaz koji se penetrira u stari beton, ne izaziva koroziju armature niti je nagriza. Oplata na delu nastavka se takođe premazuje Ter Epoxy dvokomponentnim premazom na bazi katrana, epoksi smole i odgovarajućih aditiva, za dodatno sprečavanje prodora vlage na deli nastavka betoniranja vrata, kao bitnog i statički osetljivog dela temelja. U fazi projektovanja tipskih temelja uzeti su u obzir bočni pritisci tla, pa je stabilnost rađena po Girkmanu, a napomi u tlu po Terceru i pošlo se sa nosivošću tla sledećih vrednosti:  $\sigma_z = 100, 150 \text{ i } 200 \text{ kN/m}^2$  za suv teren, i  $\sigma_z = 100 \text{ kN/m}^2$  za potopljen teren. U admirano-betonske temelje se ugrađuje beton marke MB30 i rebrasta armatura RA400/500. Prilikom projektovanja vodilo se računa o obliku oplate, pri čemu se težilo da jedan tip stuba ima isti oblik temelja, a samim tim i oplate što tipizira postupak, ubrzava i olakšava izradu. Tampon ispod temelja rađen je od nearmiranog, „mršavog“ betona debljine  $d = 10 \text{ cm}$ . Betoniranje temelja se radi istovremeno sa centrisanim i čvrsto fiksiranim ankerima u stopu i oplati vrata, a koji se nastavljaju dalje na pojmove štapove stuba, što će biti detaljnije opisano u narednom poglavljju.

## 4. CENTRIRANJE ANKERA

Ankeri stubova, iako deo prostornog čeličnog rešetkog, su praktično konstruktivna veza dve različite celine, po materijalu, funkciji i obliku, a koje predstavljaju jednu

celovitu, složenu konstrukciju dalekovoda. Neophodno je da svaki deo za sebe posebno ispunjava sve standarde, propise i norme u pogledu stabilnosti, trajnosti, sigurnosti pa i estetike, kako bi kao celina odgovarala namenjenoj svrsi.

Iz tog razloga značajan segment u procesu gradnje je centriranje ankera i tako jedino pravilno i tačno može biti ostvaren i spoj temelja, kao podzemnog, nevidljivog i čelične konstrukcije stuba, kao nadzemnog dela jedne celine. Najvažniji zadatak kod centriranja ankera je njegovo pravilno, tačno, čvrstio i precizno fiksiranje u određeni položaj na mesto koje mu je projektom namenjeno. To se postiže na više načina, a neke od primenjivanih metoda su: centriranje pomoću prvog nastavka (Sl. 1) čelične konstrukcije stuba, centriranje pomoću šablonu (Sl. 2) od čeličnih profila i centriranje metodom "noga po noga" (Sl. 3)



Slika 1. Centriranje pomoću prvog nastavka



Slika 2. Centriranje ankera pomoću šablonu

Koji god postupak da se primenjuje, neophodna je provera pre, za vreme rada i posle postavljanje ankera. Pored merenja dužina, neophodna je stalna kontrola visina krajnjih tačaka i nagiba ankernih profila. U donjem delu ankera postoje dva unakrsno postavljena istovetna kratka profila od materijala od kojih je napravljen i sam anker, a koji uz trenje

metala i betona služe i kao kotva suprostavljajući se sili čupanja i sili pritiska koje se sa stuba prenose na temelj i tlo. Njihov položaj i mesto je iskorišćen za dodatno fiksiranje donjeg kraja ankera.



*Slika 3. Centriranje ankera pomoću kosnika-metodom „noga po nogu“*

#### **4.1. Centriranje ankera pomoću prvog nastavka**

Centriranje ankera pomoću prvog nastavka je zapravo korišćenje dela konstrukcije stuba odnosno nogu stuba do prvog ukrućenja. Ponekad se taj deo konstrukcije završava spregom, a ponekad ne, što ne umanjuje znatno stabilnost i krutost celog sklopa. Povoljnije je sa aspekta krutosti nastavak sa spregom, iako i bez njega nije se dešavalo nikakvo pomeranje. Obzirom da se visina ankera podešava tek kada se celi sklop konstrukcije nogu utegne, to više elemenata povećava težinu i samim tim centriranje je složenije.

Kod stubova koji imaju horizontalni spreg na prelasku nogu i tela pogodniji su za centriranje, samo pomoću sklopljenih i montiranih nogu na ankerima do sprega. Kod konstrukcije stuba koji nema horizontalni spreg odmah iznad nogu, neophodno je "isplesiti" konstrukciju nešto iznad nogu, do kompletiranja bočnih spregova, radi boljeg ukrućenja.

Tako kompaktna celina je najbolja garancija da su ankeri zauzeli pravi položaj u odnosu na konstrukciju stuba. Obzirom da ankeri zahvataju prostorni ugao, odnosno imaju zakrivljenje po obe ose, njihovi nagibi u odnosu na x-osu upravno na trasu i y-osu duž trase, su tako u velikoj meri precizno određeni.

Dobra priprema, koja podrazumeva normalan prilaz svakoj lokaciji mikserima za transport betona i kamionima za prevoz konstrukcije, zatim kompletност konstrukcije, ujedno je i jedina mana ove metode. Obzirom da se kod ovog postupka, po pravilu ne fiksira posebno, već sporadično, donji kraj ankera, smatrajući da je ovako izmontirani deo konstrukcije kompaktan, umnogome je ceo postupak olakšan, učinjen sigurnim i preciznim. U slučaju da se zbog nepravilnog i nepažljivog betoniranja pojave neka pomeranja u dnu ankera, pre i za vreme betoniranja, po pravilu su zanemarljivo mala. Provere položaja ankera obavlja stručno lice, geodetske struke elektronsko-optičkim

instrumentom, tako da su odstupanja od projektovanih parametara svedena na najmanju moguću meru.

Sva merenja i provere obavljaju geodetski stručnjaci u odnoci na centralni kolac.

Ovaj reper je jedino merodavan za sve predradnje centriranja ankera, kao što su određivanje dimenzije i visine tampona, kao i dimenzije i položaj temelja.

Postupak centriranja se obavlja na sledeći način. Obeležavanje širokog iskopa za temelje stuba vrši se u odnosu na centralni kolac i materijalizovane ose u pravcu i upravno na pravac trase dalekovoda.

Nakon obeležavanja širokog iskopa pristupa se iskopu zemljane mase do projektovane kote i izradi tamponskog sloja od betona. Na tamponskom sloju montira se armatura temelja. "Centriranje" armature (obeležavanje projektovanog položaja armature u odnosu na projektovani položaj ankera) vrši geodetski stručnjak u odnosu na centralnu belegu i materijalizovane ose u pravcu i upravno na pravac trase dalekovoda. Za obeležavanje projektovanog položaja armature u odnosu na projektovani položaj ankera, odgovoran je geodetski stručnjak. Po završenom "centriranju" armature i ankera, pristupa se betoniranju stope i jastuka temelja. Kod temelja sa „jastukom“, a u središtu armature vrata na delu stope, odnosno prve ploče, (projektovani položaj oslonca ankera) vrši se ravnjanje sveže betonske mase, tako da se ta tačka dovedi na projektovanu kotu oslanjanja ankera. Pošto su korektno obeleženi položaj i kote tačaka na koje će se osloniti ankeri, pristupa se montaži ankera, pojasnih štapova (prvi nastavci) i ispuna (dijagonale, horizontale i spregovi).

Tako montiran deo stuba dovodi se u projektovani položaj pomoću geodetskog instrumenta teodolita. Instrument se centriše iznad središnjeg, centralnog kolca, koji predstavlja centar budućeg stuba i orientiše ka jednom od pomoćnih kočića, koji materijalizuju podužnu i poprečnu osovинu stuba. Na taj pravac se navede presek dijagonala odgovarajuće strane stuba. Isto se uradi i za ostale tri strane. Postupak se ponavlja sve dok preseci dijagonala na svim stranama ne budu na projektovanim pravcima koji su materijalizovani pomoćnim kočićima.

Vrat temelja ne sme se betonirati, dok se ne izvrše kontrolna merenja, koja se sastoje od određivanja položaja i stvarnih kota ankera.

Prema tenderskoj i projektnoj dokumentaciji razlika u koti između identičnih delova bilo koja dva anksra stuba, ne sme da prelazi 1/1000 od proračunatog horizontalnog rastojanja između dva anksra stuba. Stvarna kota bilo kog ankera stuba ne sme da se razlikuje od propisane kote za više od 6mm u odnosu na projektovanu kotu.

Strana svakog ankera ne sme da odstupa od paralelnog položaja u sklopu odgovarajućih površina stuba za više od 3.3/1000 u horizontalnoj ravni. Nagib ankera stuba ne sme da odstupi od korektnog nagiba za više od 1/200 dužine posmatranog ankera.

Poprečna osovina svakog stuba ne sme da odstupa od simetrale unutrašnjeg ugla na stubu za više od 20 minuta.

## 4.2. Centriranje ankera pomoću šablonu

Ova metoda je predviđena kao glavna metoda za centriranje ankera. Šablon u tom slučaju simulira prvi deo konstrukcije stuba i ima zadatak da drži pravce i rastojanja sva četiri ankera po obe ose. Nivelacija po visini se radi podmetanjem betonskih kocki za grubo podešavanje visine i metalnih delova, najčešće ploča različitih debljina, ispod donjeg dela ankera za fino podešavanje po visini na projektovanu vrednost.

Šablon se sastoji od četiri dela tj. stranica sa kosnicima po dijagonalni stuba odnosno horizontalnog sprega na vrhu i sve zajedno simuliraju nastavak konstrukcije stuba. Osnovna funkcija je ukrućenje ankera. Ponekad konstrukcija šablona ima i više delova od četiri, kada to diktira veličina stuba, odnosno rastojanje između ankera. Zbog ogromne veličine i lakšeg transporta, stranice se, u tom slučaju, izrađuju iz dva dela i spajaju na sredini. Tada je izvijanje povećano pa se i horizontalni spreg za ukrućenje na samom alatu - šablonu udvostručuje. Dupli spreg daje veću krutost konstrukciji šablona i umanjena je mogućnost vitoperenja stranica šablona i samog ankera, pogotovu kod nejednakih nogu, gde su jedan ili više ankera različite dužine.

Kod ove metode greške su teoretski smanjene na najmanju moguću meru, ali u praksi, prilikom betoniranja može doći do pomeranja ankera. Nedostatak ovog postupka je što se posle očvršćavanja betona i demontaže šablona, ako se odstupanja i jave, dođu do izražaja odmah na početku „pletenja“ konstrukcije stuba. Potencijalni izvor problema je fiksiranje donjeg dela ankera, koje iziskuje dodatno vezivanje donjeg kraja paljenom žicom za donji pojas armature stope. Ako se to ne uradi valjano, javljaju se pomeranja i kada su veće greške zahtevaju zamašne radove na sanaciji. Kontrola visina, nagibnih uglova i rastojanja se radi instrumentom velike preciznosti od strane stručnog lica.

Postupak centriranja i merenja je sledeći. Obeležavanje širokog iskopa za temelje stuba i dovodenje tačke oslanjanja ankera na projektovanu kotu vrši se na isti način kao kod metode centriranja pomoću prvog nastavka. Ankeri se povezuju šablonom, koji se sastoji od četiri ili više delova i simulira spreg.

Na svakom delu šablona je preciznim priborom u mašinskoj radionici označena simetrala. Centriranje ankera sa šablonom izvodi se na isti način kao i centriranje sa prvim nastavkom, s tim da se na podužni i poprečni pravac stuba dovode označene simetrale na šablonu.

Vrat temelja ne sme se betonirati, dok se ne izvrše kontrolna merenja, koja se sastoje od određivanja položaja i stvarnih kota ankera i izvode se na način opisan u tački 3.1.

#### **4.3. Centriranje ankera pomoću kosnika – metodom „noga po nogu“**

Ova metoda premošćava nedostatke prethodnih metoda u pogledu složenosti, brzini izrade, montaže i lakoće transporta, ali zahteva povećanu paznju pri betoniranju. U pogledu preciznosti, sigurnosti i pouzdanosti ne zaostaje za prethodno pomenutim postupcima centriranja ankera. Može se reći da je i najosetljivija metoda i iziskuje mnogo pažnje pri ugradnji betona i preciznosti pri fiksiranju i kosnika i posebno donjem kraju ankera.

Ovaj alat je napravljen od čeličnih profila, po dva za svaki anker, na čijim krajevima se nalaze sa donje strane stezaljke za fino podešavanje dužine. Jedan kraj se fiksira za otvor u ankeru koji je predviđen za šrafljenje nastavnih ploča ili kosnika noge stuba. Tako se postavljaju dva profila na približnim pravcima dveju ose ankera, čime se fiksira i postiže nepomičnost gornjeg kraja ankera.

Fino podešavanje dužine kosnika se postiže šraf-stegom do projektovanih parametara, koji se računavaju i tabelarno klasificuju za svaki tip i visinu stuba. Ovo tabele obično sačinjava izvođač

Postupak fiksiranja ankera na donjem kraju je rađen na dva načina. Prvi postupak je vezivanjem paljenom žicom za armaturu stope. Drugim postupkom se najpre fiksira betonska kocka ispod ankera sa četiri trna napravljenih od parčića armature Ø8mm ili sl.

i pobodenih u tamponski sloj. Zatim se varenjem trnova za donji pojas armature stope i „papuče“ ankera dodatno fiksira donji kraj ankera. Tako zavarivanjem svih metalnih delova najpre je fiksirana betonska prizma za grubo podešavanje, a zatim i metalne ploče na samoj prizmi za fino podešavanje po visini i na kraju i sam anker.

Ovo je sve bilo neophodno jer fiksiranje gornje tačke ankera kosnicima nije dovoljno učvršćen donji kraj. Vešanje na vrhu ne prima obrtanje ankera u toj meri kao što je to bio slučaj kod prethodne dve metode, iako se ova metoda pokazala kao veoma efikasna sa aspekta brzine i ekonomičnosti. Postupkom varenja ankera u donjem delu postignuta je neophodna stabilnost i nepokretljivost ankera za vreme betoniranja, do završetka perioda vezivanja tj. očvršćavanje betona, kada se kosnici demontiraju.

Merenje i kontrola visina, nagiba i rastojanja se po pravilu radi instrumentom velike preciznosti od strane stručnog lica. Izvođač za ovaj postupak priprema tabelle podataka svih dužina o položaju sa vrednostima za svaki stub, odnosno svaku visinu i vrstu stuba, koje treba dobiti na terenu u odnosu na položaj centralnog kolca, a u saglasnosti sa projektovanim podacima.

Postupak centriranja i merenja je sledeći:

Dovođenje tačke oslonca ankera na projektovanu kotu izvodi se pomoću betonske kocke (grubo obeležavanje projektovane kote tačke) i metalnih ploča koje se postavljaju ispod kocke (fino obeležavanje projektovane kote tačke).

Centriranje ankera metodom "noga po nogu" svodi se na klasično obeležavanje tačke polarnom metodom. Obeležavanje se izvodi u polarnom koordinatnom sistemu gde se za polarnu osu usvaja podužna osa stuba, a za pol centralni kolac. Na osnovu projekta se za svaki anker izračunaju po dva seta podataka za obeležavanje. Jedan set podataka se odnosi na dno, a drugi na vrh ankera.

Betonska kocka se na osnovu polarnih koordinata doveđe u željeni položaj i fiksira sa četiri metalne šipke pobodene u tampon i sve povezano zavarivanjem. Fino obeležavanje položaja dna ankera se izvodi na osnovu podataka koji su unapred izračunati.

U gornji deo ankera, u otvor koji je predviđen za šrafljenje nastavnih ploča, fiksira se jedan kraj profila koji služi za fiksiranje ankera. Drugi kraj na kome se nalazi špan šraf, fiksira se pomoću čeličnog klina, koji je poboden u zemlju. Svaki anker je fiksiran sa po dva ovakva profila.

Fino obeležavanje položaja vrha ankera se izvodi takođe na osnovu podataka koji su unapred izračunati.

Dovođenje vrha ankera u projektovani položaj vrši se delovanjem na špan-šrafove.

Vrat temelja ne sme se betonirati dok se ne izvrše kontrolna merenja, koja se sastoje od određivanja položaja i stvarnih kota ankera i izvode se na način opisan u tački 3.1.

## 5. PROVERA VERTIKALNOSTI STUBOVA

Obzirom na specifičnost konstrukcije stuba tipa "Y", pre montiranja rašlji i ridle potrebno je ispitati vertikalnost stuba. Ispitivanje se sastoje u izboru, opažanju i određivanju koordinata po četiri tačke u dve horizontalne ravni. Prva horizontalna ravan bira se tako da bude definisana temenima "L" profila na najvišim delovima ankera. Druga horizontalna ravan bira se tako da bude definisana temenima "L" profila na najvišim identičnim delovima pojasnih štapova. Sa pouzdane geodetske mreže (može biti lokalnog karaktera) opažaju se izabrane tačke i odrede koordinate u izabranom

sistemu. Rastojanje između tačaka koje se nalaze u preseku dijagonala izabranih četvorouglova ne sme da prelazi 1/1000 od visine stuba.

Analizom rezultata merenja ustanovljeno je da je odstupanje vertikalne ose stuba od vertikale na svim stubovima u granicama dozvoljenog odstupanja

## 6. ZAKLJUČAK

Na ovom projektu je najviše primenjivano centriranje pomoću prvog nastavka odnosno prvog ukrućenja. Po oceni autora i iskustvu na projektu, ta metoda centriranja ankera je najpouzdanija, najsigurnija i pruža najmanje mogućnosti greške, odnosno pomeranja pri betoniranju. Međutim, zahteva najveću pripremu i napor pri izradi, dopremanju i montaži konstrukcije, naročito u izrazito brdsko-planinskim delovima. Izrada prilaza takođe stvara dodatne poteškoće u početnoj fazi izvođenja radova. Sve ove nedostatke praktično eliminiše metoda centriranja ankera pomoću šablona i metoda „noga po nogu“. Lakoća transporta, mogućnost primene na više vrsta i tipova stubova, brzina izrade, montaže i podešavanja su osnovne prednosti ovih metoda. To dolazi do izražaja naročito na strmim terenima i nepristupačnim lokacijama stubova. Nedostatak ovih postupaka je što je potrebna pojačana pažnja pri šalovanju i ugradnji betona, obzirom da je moguće i lakše pomeranje ankera nego kod metode prvog nastavka. Takođe kod izrade šablona su potrebni dodatni troškovi ne samo za izradu nego i za skladištenje, transport i kasniju reciklažu tog materijala. Kod metode „noga po nogu“ ti troškovi su znatno niži. Opisane i primenjivane metode imaju svoje prednosti i mane, posebno kada se zahteva brzina i preciznost postupka, ili gotovost, i kompletност konstrukcije, kao i lakoća transporta i montaže. Kompletno isporučena i pripremljena celokupna konstrukcija je podrazumevana najbolja konstelacija za izvođenje montažnih radova. Takođe, dobro urađeni prilazi do svakog stubnog mesta i lak pristup bez velikih ograničenja zbog klimatskih uslova, daju mogućnost izvođaču za izbor metode centriranja ankera. Obzirom da kod nas još nije sazrela situacija i običaj dobre pripreme, često je postupak nužni, a ne najbolji metod za rad.

## LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za beton i armirani beton – Sl. list br. 11/87
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za noseće čelične konstrukcije – Sl. list br. 61/86
- [3] Tenderska i projektna dokumentacija za Projekat izgradnje dalekovoda 400kV Niš-BJR Makedonija – 3/07
- [4] Vaniček,P.; Krakiwsky, E.: Geodezija koncepti, Građevinski fakultet – institut za geodeziju, (prevod D. Blagojević), Beograd **2005**.
- [5] Bešević, T. M., Tešanović, A.: Proračun nosećih aluminijumskih konstrukcija polustrukturalnih fasada primenom Evrokoda-9, Arhitektura i urbanizam jul-avgust **2010**.

- [6] Bešević, T. M., Vlajić, LJ.: Adaptacija, sanacija i dogradnja objekata u Nemanjinoj ulici br. 9 u Beogradu, 13 Kongres DGKS, 2010, Zlatibor, „Čigota“ 22-24 septembar **2010**.

## **ANALYSIS OF CENTER ANCHORS AND VERTICALITY CHECK OF STEEL POLES TYPE "Y" ON THE 400 kV OHTL FROM NIS TO LESKOVAC**

**Summary:** *The paper was discussed and analyzed issues centering anchors and check the verticality of the steel columns of type "Y" on the 400 kV transmission line from Nis to Leskovac.*

**Key words:** power line, pole, pole anchor, foundation, center anchors