

## NAČINI SANACIJE TEMELJA DALEKOVODNIH STUBOVA UGROŽENIH KLIZIŠTIMA

DŽ. IMŠIROVIĆ, „Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina  
A. TOKIĆ, „Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina  
I. BEGIĆ, „Elektroprenos BiH“ a.d. Banja Luka, Operativno područje Tuzla, Bosna i Hercegovina

### UVOD

Elektroprenos BiH, OP Tuzla, koji je operativno nadležan za prenosnu mrežu sjeveroistočne Bosne i Hercegovine, sa svojih 78 dalekovoda, 1458 km i oko 4500 stubnih mjesta često se susreće sa problemima klizišta u trasama dalekovoda. Obzirom da je čitavo područje nadležnosti sa najvećom incidencijom pojave klizišta u čitavoj BiH, u trasama svih dalekovoda je zabilježeno od najmanje 5, pa do 15, pa ponekad čak i 20-ak klizišta, ovisno o samoj dužini dalekovoda, u neposrednoj blizini stubnih mjesta, pri čemu se nerijetko stubna mjesta nađu i neposredno u samom klizištu. Ovisno o dinamici i intenzitetu kliznih procesa, sama stubna mjesta, odnosno temelji trpe sile i naprezanja koja prouzrokuju pomijeranja temelja, te deformacije na konstrukciji samog stuba. U početku, prije 15-ak godina imali smo dilemu kako se uspješno i efikasno boriti sa ovim problemima, pa smo čak imali i potpuno različite stavove stručnjaka geološke struke u generalnom pristupu. Naime, s jedne strane smo imali preporuke da efikasna borba i spašavanje naših stubnih mjesta se može postići samo kroz sanaciju i usporavanje procesa klizanja u čitavom klizištu i da zahvate treba poduzimati u nožici klizišta, što je skupo rješenje, predstavlja kompletnu sanaciju klizišta, uvijek je naslonjenu na koordinaciju sa lokalnom zajednicom, uz niz problema imovinsko-pravne prirode i nadležnosti, te obima zahvata, i prevazilazi okvire obaveza prenosnih kompanija. Samo rješavanje problema se u određenom broju slučajeva provodilo u sasvim drugom smjeru, a to je napuštanje mikrolokacije stuba i pomijeranje stuba duž trase na stabilnu novu mikrolokaciju stuba, gdje se pojavljivao problem imovinsko-pravnih odnosa kupovine nove lokacije jednog ili dva stubna mjesta, koji je uglavnom bio rješiv pošto se ostajalo u postojećoj trasi dalekovoda. Ovakav pristup je značajno poskupljivao rješenje problema, zahtijevao je zastoj voda, elektromontažne radove, i nije uvijek primjenjiv u praksi, ovisno o obimu klizišta. Češće bi rješenje problema bilo u napuštanju lokacije stuba i većim rekonstruktivnim zahvatima u trasi dalekovoda, tj. izmještanje dijela trase dalekovoda, najmanje tri nova stubna mjesta, uz kompletnu zakonsku proceduru kao kod gradnje novog dalekovoda u pribavljanju saglasnosti (od urbanističke do građevinske) i često veoma teško rješavanje imovinsko-pravnih odnosa kao pretpostavke bilo kakvih aktivnosti. Ovdje se naravno radilo o veoma skupom rješenju problema. Stoga smo često prinuđeni da optimizaciju problema vidimo u sasvim drugačijem pristupu: ne ići u pravcu sanacije čitavog klizišta, niti u pravcu napuštanja mikrolokacije stuba zahvaćenog klizištem, nego zadržavanjem mikrolokacije stuba u klizištu, i provođenjem sanacionih aktivnosti na temelju i konstrukciji samog stuba, što je i predmet ovog rada.

## **OPSERVACIJA TERENA, GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE, PRORAČUN STABILNOSTI, MJERE SANACIJE**

U samom pristupu sanacije temelja dalekovodnih stubova ugroženih klizištima provode se sljedeće aktivnosti:

- opservacija i oskultacija predmetne lokacije zahvaćene klizištem
- inženjerskogeološka i geomehanička istraživanja i ispitivanja terena na lokaciji stubnog mjesta sa izvođenjem istražnih bušotina ili bušotine
- izrada geotehničkog modela terena
- proračun stabilnosti terena
- mjere sanacije

Provođenjem navedenih aktivnosti dolazimo do odgovora na ključno pitanje: koje mjere treba provesti na temelju stuba da bi nakon toga se uspostavila statička stabilnost stuba nasuprot kliznim procesima u pokrivaču na lokaciji stuba.

Naime, opservacijom i oskultacijom predmetne lokacije zahvaćene klizištem nedvojbeno se utvrde pomijeranja i klizanja terena, koja su najčešće površinska kretanja tla niz padinu i pri tome ugrožavaju konstrukciju stubnog mjesta, uz potrebu utvrđivanje obima klizišta i sastava tla, kao ulaznih podataka koje su potrebne u daljoj analizi.

Izvođenjem istražnih bušotina na mikrolokaciji stuba opitom standardnog dinamičkog penetrometra dolazi se do inženjerskogeološkog stub-profila, odnosno inženjersko-geoloških karakteristika terena sa jasno definisanim dubinama i kategorijama tla, a prvenstveno površinskog pokrivača, raslabljenog geološkog supstrata i geološkog supstrata.

Na temelju podataka iz istražnih bušotina dolazi se do geotehničkog modela terena, koga čine pokrivač i geološki supstrat sa sljedećim karakteristikama: prirodna zapreminska težina ( $\gamma$  [ $\text{kN/m}^3$ ]), ugao unutrašnjeg trenja ( $\phi$  [ $^\circ$ ]), kohezija ( $c$  [ $\text{kPa}$ ]), i modul elastičnosti (stišljivosti) ( $E$  [ $\text{MPa}$ ]), koji predstavljaju osnovne veličine za geotehničke proračune stabilnosti terena.

Površinski pokrivač je zastupljen u površinskom dijelu terena. U vazdušno suhom stanju ima relativno povoljna svojstva, a u stanju prirodne vlažnosti su plastične konzistencije, podložne procesima bubrenja i povećanog slijeganja. Drugim riječima, prisustvo vode u ovom tlu utiče na povećano raskvašavanje i degradaciju fizičko-mehaničkih svojstava pokrivača, što može biti uzrok poremećaja stabilnosti terena i pojave lokalnog okidanja i klizanja zemljanog materijala.

Geološki supstrat spada obično u grupu vodonepropusne sredine, i često u građi terena predstavlja podinski hidrogeološki izolator-barijeru koja sprječava gravitaciono procjeđivanje podzemnih voda u dublje slojeve. Odnosno, geološki supstrat uvijek predstavlja dobru podlogu za fundiranje objekta.

Osnovna ideja i zamisao kod proračuna stabilnosti terena jeste da se temelji stubnih mjesta produbljavaju do geološkog supstrata, odnosno da se temelji stuba pojačavaju kontraforima koji se fundiraju u geološkom supstratu, te se onda provede proračun stabilnosti i slijeganja u programskom paketu Plaxis. Proračun se provede na kritičnom poprečnom profilu i za stanje nakon klizanja tla (bez poduzetih mjera) i za sanirano stanje (nakon poduzetih mjera, bilo produbljanja temelja, bilo posebno izvedenih kontrafora na mikrolokaciji stuba). U prvom slučaju, proračun treba da potvrdi usvojene parametre materijala pokrivača, a u drugom slučaju, proračun za stanje nakon izvršene sanacije temelja stuba, dobijeni koeficijent stabilnosti mora biti veći od 1, i zahtijevamo minimalno 1,35, odnosno potvrditi da smo postigli stabilizaciju temelja stuba.

Mjere sanacije koje se poduzimaju u konkretnom slučaju nakon provedenih analiza, zahtijevaju jednu od sljedećih mjera ili kombinaciju više mjera istovremeno:

- produbljanjem postojećih temelja stubova do geološkog supstrata
  - ukrućivanje postojećih temelja AB gredama, povezivanjem međusobno po X i Y strani svih četiri rasčlanjana temelja i/ili unakrsnim povezivanjem tih temelja;
  - izrada novih temelja stubova na kontraforima u geološkom supstratu uz postojeći temelj kada su deformacije stuba znatne i čitav stub se demontira
  - ukrućivanje novih temelja AB gredama, povezivanjem međusobno po X i Y strani svih četiri rasčlanjana temelja i/ili unakrsnim povezivanjem tih temelja
  - izrada AB potpornog zida ili AB greda na kontraforima uz temelje stuba (bez produbljanja temelja do geološkog supstrata);
  - izrada dodatnih AB greda za povezivanje temeljne konstrukcije i AB zida (bez produbljanja temelja do geološkog supstrata);
- dok se same okoline temelja stubova:
- dreniraju drenažnim kanalima postavljenim iznad i oko stuba uz kontrolisano odvođenje prikupljene vode bilo kanalicama niz padinu, ili drenažnim cijevima do najbliže povoljne lokacije (kako to uslovi na terenu zahtijevaju).

## SANACIJE TEMELJA STUBNIH MJESTA UGROŽENIH KLIZIŠTIMA

### Stubno mjesto br. 36 na DV 110 kV Lopare-Ugljevik

Prvo ćemo ukratko opisati način sanacije stubnog mjesta (SM) br. 36 na DV 110 kV Lopare – Ugljevik, koje se našlo neposredno u klizištu, pretrpilo značajne deformacije konstrukcije na tri pojasnika, torzionom spregu, uz manje pomijeranje i temelja na dvije noge. Angažovan je geolog, te izvršena je opservacija i oskultacija predmetne lokacije u Ugljeviku, na kojoj su registrovana pomjeranja i klizanja terena većih razmjera. Nakon obavljenog opažanja, odlučeno je da se izradi prijedlog sanacije stubnog mjesta metodama ukrute kontraforima fundiranim u geološki supstrat, sa veznim platnom.

**Uočeno stanje na terenu.** Na predmetnoj lokaciji u zoni dalekovoda na dijelu padine sa zaravljanim terenom registrovana su površinska kretanja tla. Na postojeći stub „SM-36“ sa rasčlanjenim temeljima, su registrovana kretanja tla niz padinu koja ugrožavaju konstrukciju spomenutog stubnog mjesta. Predloženi su radovi na sanaciji temelja i stabilizacije dalekovodnog stuba. Raskopom je utvrđen visok nivo podzemne vode (na cca 1,0 m ispod površine terena).



a.)



b.)

SLIKA 1- Stanje na SM br. 36 na DV 110 kV Lopare-Ugljevik: a.) prije sanacije, b.) nakon sanacije

**Rezultati proračuna stabilnosti.** Proračun stabilnosti je izvršen programskim paketom Plaxis 8.1. Ispitivanja stabilnosti kosine su provedena na jednom karakterističnom poprečnom profilu terena.

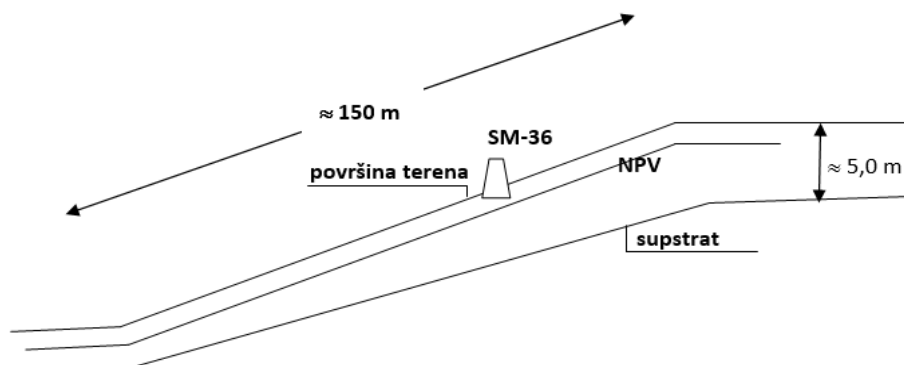
U prvoj fazi proračuna, za sadašnje – prirodno stanje padine, kada se nalazi na granici stabilnosti ( $F_s \approx 1,0$ ), provedena je parametarska analiza u cilju određivanja mjerodavnih geotehničkih parametara čvrstoće i deformabilnosti kliznog tijela. Napomena : ulazni podatak za nivo podzemne vode odgovara maksimalnoj izmjerenoj vrijednosti. U provedenoj parametarskoj analizi su varirane vrijednosti ugla unutrašnjeg trenja u granicama od  $22^\circ$  do  $28^\circ$ , dok je vrijednost kohezije smatrana konstantnom u iznosu od 5,0 kPa. Na osnovu toga su usvojeni parametri čvrstoće na smicanje :

$$\phi = 27^\circ \text{ i } c = 5,0 \text{ kPa.}$$

Provedeni proračun, kao i svi rezultati istog, prikazani su u nastavku poglavlja, kao analiza stabilnosti kosine.

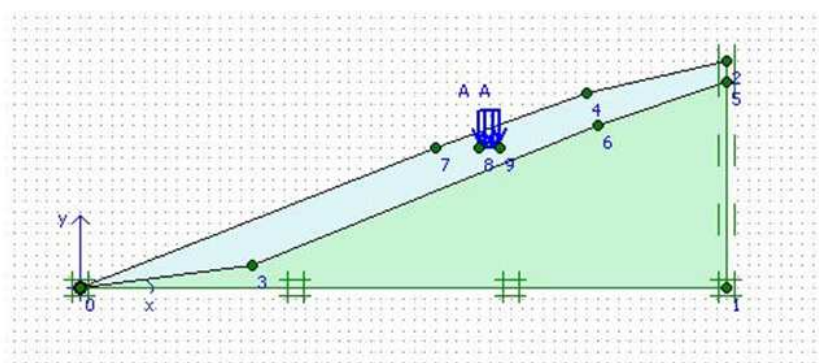
### Analiza stabilnosti kosine

Analiza stabilnosti kosine je izvršena programskim paketom Plaxis 8.1, koji računa faktor stabilnosti metodom konačnih elemenata (metoda redukcije smičuće čvrstoće). Opterećenje od stope dalekovoda koja je ugrožena klizanjem je modelirana ravnomjerno raspodjeljenim opterećenjem. Nivo vode je postavljen na dubini od cca 1,0 metar ispod površine terena.



SLIKA 2 : Geometrija kosine

Geometrija modela je data na slici 2, na kojem je urađena parametarska analiza čiji su rezultati dati u nastavku.



SLIKA 3 : Model

Usvojena je konstantna vrijednost deformacionog modula od 10 000 kPa, te Darcy-evog koeficijenta vodopropusnosti od  $10^{-3}$  cm/sec. Pregled rezultata parametarske analize je prikazan tabelom :

c [kPa]	$\phi$ [°]	FS
5,0	27	1,00
	28	1,03
	30	1,11
	32	1,25

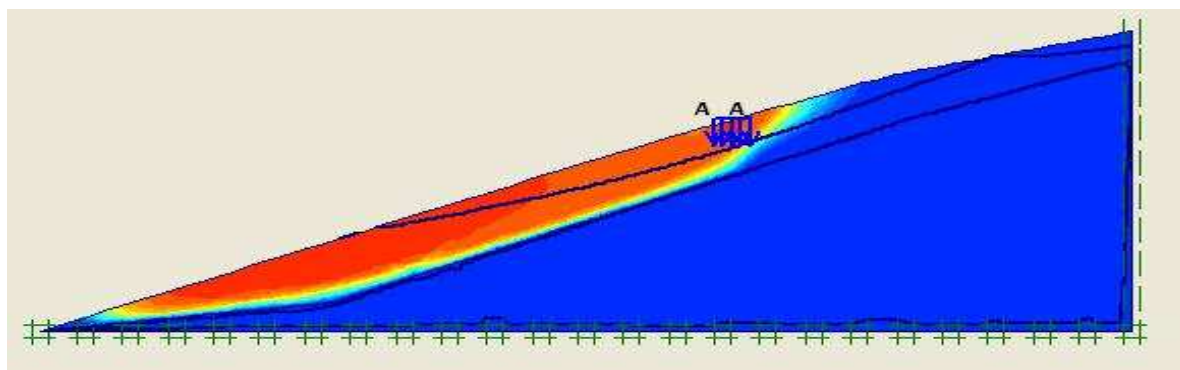
TABELA 1-

Na osnovu provedene parametarske analize usvojeni su parametri čvrstoće na smicanje :

$$\phi = 27^\circ$$
$$c = 5,0 \text{ kPa}$$

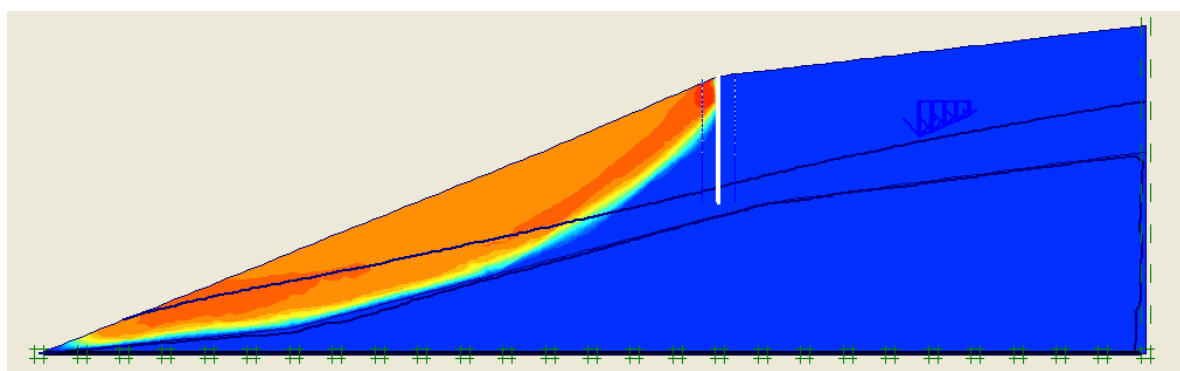
Te deformacioni modul :  $E = 10\,000 \text{ kPa}$  i parametar vodopropusnosti  $k = 10^{-3} \text{ cm/sec}$

U nastavku se daje prikaz oblika kliznih površina za provrđenu parametarsku analizu:



SLIKA 4 :  $\varphi = 28^\circ$ ;  $c = 5,0 \text{ kPa}$  ( $FS = 1,03$ )

Kontrafor sa veznim platnom modeliran je kao plate element i ima svrhu da spriječi širenje klizne mase prema stubnom mjestu, čime se povećava faktor sigurnosti za kliznu plohu koja zahvata temeljene stope stuba. Modelom je prikazan samo dio zida ispod stubnog mjesta.



SLIKA 5 : Kritična klizna ploha nakon ugradnje kontrafora ( $FS=1,35$ )

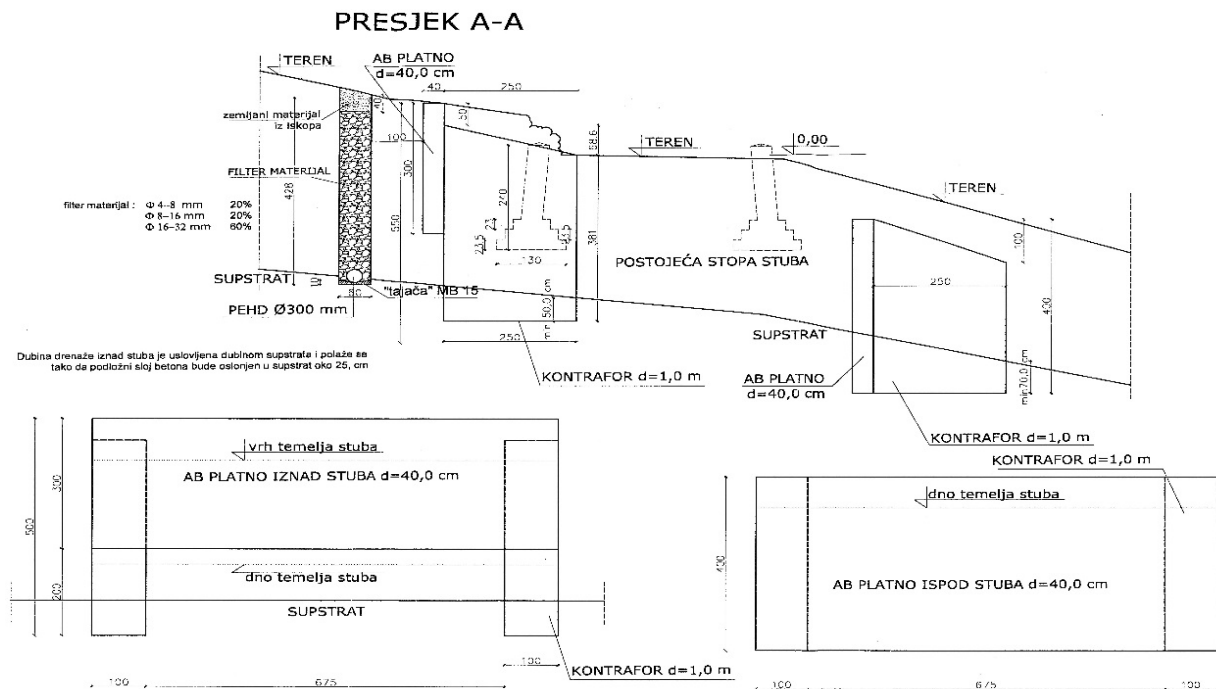
### ***Preduzete mjere sanacije***

Sanacija kompletne padine, u smislu zaustavljanja procesa puzanja, nije razmatrana, jer bi sa ekonomskog stanovišta to bilo neprihvatljivo.

Nakon razmatranja više mogućih rješenja, usvojeno je, projektno rješenje koje se zasniva na lokalnoj stabilizaciji kosine, pomoću kontrafora, koji se postavljaju uz postojeće samce (temelje SM 36). Na kontrafore je oslonjeno platno koje se odupire klizanju terena koji ugrožava konstrukciju dalekovodnog stuba. Na ovaj način će se spriječiti dalje pomjeranje tla u zoni stuba, tako da ne postoji mogućnost da dođe do oštećenja čelične konstrukcije stuba. Kontrafori se fundiraju u supstratu prema Slici 6. Kako je na predmetnoj lokaciji uočen visok nivo podzemne vode, pored kontrafora sa platnom, predviđeno je izvođenje drenažnog sistema koji se proteže iznad i sa strana stubnog mjesta.

Mjere sanacije su provedene na sljedeći način :

- Lokalizet oko i neposredno ispod stuba je potpuno očišćen i pripremljen za rad sa građevinskom mašinom
- Izvršen je iskop za kontrafore, koji su betonirani neposredno nakon iskopa. Kontrafori su nearmirani.
- Nakon što su izvedeni kontrafori ispod i iznad stubnog mjesta, pristupilo se izvođenju drenaže na dijelu iznad i sa strana stubnog mjesta.
- Nakon iskopa za drenaže i polaganja drenažne cijevi (na sloj podložnog betona) vršilo se zasipanje filter materijalom, pri čemu se gornjih 40,0 cm zasuto materijalom iz iskopa
- Na dijelu iznad stuba betonirano je platno koje se slobodno oslanja na kontrafore sa definisanom armaturom
- Na dijelu ispod stubnog mjesta armirano-betonsko platno je izvedeno do supstrata
- Radovi su izvedeni u periodu bez padavina.



SLIKA 6. Poprečni profil terena sa dispozicijom rješenja za SM 36 na DV 110 kV Lopare-Ugljevik

Sve dimenzije su kontrolisane na licu mjesta, i ispoštovane su minimalne dubine ukopavanja kontrafora u supstrat, koje su unaprijed definisane ovim rješenjem.

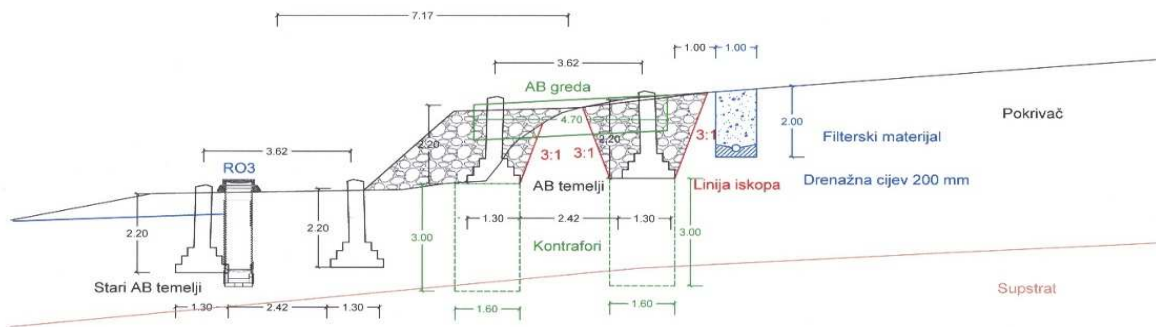
#### Stubno mjesto br. 4 na DV 110 kV Ugljevik-Zvornik

Nakon obilnih kiša došlo je do pokretanja tla na padini na kojoj je izgrađen stub. Klizanje tla izazvalo je značajne deformacije na stubnom mjestu br. 4, uz pomijeranje temelja sve 4 noge, što se odrazilo na deformacije konstrukcije samog stuba čitavom dužinom. Klizište je formirano na padini relativno blagog nagiba i sa jasno izraženim čeonim i bočnim, kao i sekundarnim vertikalnim i zjapećim pukotinama. Kao prvi korak izrađen je Izvještaj o rezultatima inženjersogeoloških i geomehaničkih istraživanja i ispitivanja terena na lokaciji stuba (SM 4) ugroženog klizištem na trasi DV 110 kV Ugljevik-Zvornik (Geozavod Zvornik), kome je prethodilo više istražnih bušotina (9 bušotina) koje su dale jasne odgovore o sastavu i dubinama tla pokrivača (zapremnska težina:  $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ , ugao unutrašnjeg trenja:  $\phi = 20^\circ$ , kohezija:  $c = 6 \text{ kPa}$ , modul elastičnosti:  $E = 6 \text{ MPa}$ ), i raslabljenog geološkog supstrata (zapremnska težina:  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ , ugao unutrašnjeg trenja:  $\phi = 28^\circ$ , kohezija:  $c = 20 \text{ kPa}$ , modul elastičnosti:  $E = 200 \text{ MPa}$ ).

Na temelju **uočenog stanja na terenu** i stanja temelja i konstrukcije postojećeg SM 4, zaključeno je da se postojeći temelji ne mogu stabilizirati kako bi se potpuno obezbijedila sigurnost stuba, već se ide na izradu novih temelja na projektovani način i novog stuba uz postojeći, čime se praktično zadržava lokacija stuba, i omogućava lakše izvođenje građevinskih radova, te skraćuje zastoj dalekovoda na praktično samo jedan dan.

Nakon razmatranja više mogućih rješenja, sa tehnološkog i ekonomskog stanovišta pokazalo se da optimalno projektno rješenje (SLIKA 7) sastoji se u sljedećim **mjerama sanacije**:

- izrada novih temelja stuba na kontraforima na lokaciji iznad postojećih temelja,
- ukrućivanje novih temelja AB gredama,
- dreniranje padine drenažnim kanalom postavljenim iznad stuba i kontrolisano odvođenje prikupljene vode kanalicama niz padinu.



SLIKA 7. Poprečni profil terena sa dispozicijom rješenja za SM 4 na DV 110 kV Ugljevik-Zvornik

Predloženi koncept rješenja računski je provjeren na karakterističnom poprečnom profilu. **Proračun stabilnosti i slijeganja** proveden je u programskom paketu Plaxis i to za stanje nakon klizanja tla i za sanirano stanje. Proračun stabilnosti terena nakon klizanja proveden je sa maksimalnim nivoom podzemne vode i sa položajem najkritičnijih kliznih površina. Ovaj proračun je potvrdio usvojene parametre materijala pokrivača, dok je proračunom za stanje nakon izvršene sanacije temelja stuba na projektovani način dobijen koeficijent stabilnosti  $F_s=1,392$ , što smo smatrali zadovoljavajućim.



a.)



b.)

SLIKA 8. Temeljenje SM 4 na DV 110 kV Ugljevik-Zvornik: a.) temeljenje na kontraforima, b.) završeni radovi

Realizacija predloženog projektnog rješenja sanacije temelja stuba, odnosno temeljenje novog stuba (SLIKA 8.a) uz postojeći stub na kontraforima fundiranim u supstratu su izvedene na način da je omogućen mašinski iskop, a da se izrada drenažnih kanala sa revizionim oknima takođe izvodila mašinskim putem, što skraćuje vrijeme izvođenja radova. S druge strane, istražne bušotine su dale jasan odgovor da će temelji, koji su standardni za ovaj tip stuba, dubine 2,2 m, trebati postaviti na kontrafore fundirane u supstratu, i da se sa predviđenom dužinom kontrafora od 3 m, odnosno ukupnom dubinom od cca 5 m isto i postiglo. Nakon izrade temelja nogu stuba pristupilo se njihovom međusobnom uvezivanju AB gredama, kako po X i Y strani, tako i izvođenjem dijagonalnih AB greda između

temeljnih stopa 1 i 4, te 2 i 3 (SLIKA 8.b). Kada su u pitanju montažni i elektromontažni radovi, isti su izvođeni na naćin da se montaža novog SM 4 izveta najvećim dijelom u beznaponskom stanju, da bi se radovi u III zoni izvodili paralelno na demontaži starog SM 4, montaži novog SM 4 i praktiĉno „preuzimanju“ faznih vodiĉa i zemnog uŹeta, uz dovođenje na projektovani provjes.

Mada smo imali egzaktne podatke iz istraŹnih bušotina, sve dimenzije su kontrolisane na licu mjesta, i ispoštovane su minimalne dubine ukopavanja kontrafora u supstrat, koje su unaprijed definisane ovim rješenjem.

U proteklim godinama sliĉnim rješenjima smo izvodili sanaciju temelja stubnih mjesta ugroženih klizištima (TABELA 2), i u najvećem broju sluĉajeva smo postigli stabilizaciju lokacije stuba, zaustavili daljnje pomijeranja temelja stubova, a time i pojavu novih deformacije konstrukcije stubova, pri ĉemu bi u okviru ovih sanacija izvršili zamjenu gotovo cjelokupne deformisane konstrukcije. Na taj naćin uspostavili bismo ponovo punu statiĉku stabilnost stubova, a preduzetim mjerama stvorili pretpostavke za njeno oćuvanje.

## ZAKLJUĀAK

Na temelju iznešenih projektnih rješenja, naućne analize kao pretpostavke izbora istih, stećenih iskustava u primjeni rješenja sanacija postojećih i izrade novih temelja na novoprojektovani naćin od rješenja sa kontraforima fundiranim u supstratu do temeljenja stuba na šipovima, poslije 15-ak godina njihove primjene moŹemo konstatirati sljedeće:

- kada se stubno mjesto nađe u klizištu, to ne znaći da treba napustiti lokaciju stubnog mjesta,
- sanacija ĉitavog klizišta sa ekonomskog aspekta i niza drugih je neprihvatljiva, ali mjere za stabilizaciju lokacije stuba predoćenim metodama su veoma prihvatljive, prvenstveno sa aspekta cost-benefit analize,
- osnovna zamisao jaćanja temelja stuba kontraforima fundiranim u supstratu je u najvećem broju sluĉajeva prihvatljiva, pa i građevinskim mašinama izvodiva, pošto istraŹnim bušotinama dolazi se do podataka o dubini pokrivaća do supstrata ĉesto: 4-6 m,
- u određenom broju sluĉajeva dubina do supstrata moŹe biti znatno veća, i tada se pribjegava temeljenju stuba na šipovima što nije obrađivano u ovom radu, a ĉemu prethodi analiza opravdanosti ovakvog pristupa zbog znatno veće cijene realizacije ovog rješenja,
- ovim rješenjima postiŹe se znaćajna stabilizacija dijela padine gdje se nalazi stubno mjesto, i procesi pomijeranja temelja stuba se ili potpuno zaustavljaju ili znaćajno usporavaju, a time i deformacije konstrukcija stuba,
- uspostavlja se statiĉka stabilnost stubnog mjesta, i stvaraju pretpostavke za pouzdan rad dalekovoda.

## LITERATURA:

1. Đ. Āerimagić, Z. Talić, mart 2014.g., Projekat sanacije temelja SM 36 na DV 110 kV TS Lopare – TS Ugljevik;
2. Đ. Āerimagić, Z. Talić, april 2015.g., Projekat sanacije temelja SM 4 na DV 110 kV TS Ugljevik – TS Zvornik;
3. Energoinvest IDV Sarajevo, april 1979.g., Projekat temeljenja stubova na DV 110 kV TS Lopare – TS Ugljevik;
4. Energoprojekt-Entel Beograd, februar 1994.g., Projekat temeljenja stubova na DV 110 kV TS Ugljevik – TS Zvornik;



PRILOG 1: Tabela pregled stubnih mjesta sa mjerama sanacije temelja i stanjem nakon sanacije

OBJEKAT	STUBNO MJESTO (PODACI)	VRJE ME SANACIJE	MJERE SANACIJE	STANJE NAKON SANACIJE
DV 220 kV RP KAKANJ-TS TUZLA 4	SM 108, DZp, KZ, 24 m	2002. g.	Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora do supstrata na dvije noge. Unakrsno uvezivanje temelja AB gredama.	Stabilizirana lokacija SM
SDV 220 kV TS ZENICA 2 - TS TUZLA 4	SM 149, JNp, NN4, 20,5 m	2003. g.	Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora do supstrata na dvije noge. Unakrsno uvezivanje temelja AB gredama	Stabilizirana lokacija SM
DV 220 kV TS ZENICA 2 - TS TUZLA 4	SM 156 (157), DNp, NN4, 24,7 m	2004. g.	Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora do supstrata na dvije noge. Unakrsno uvezivanje temelja AB gredama	Stabilizirana lokacija SM
DV 110 kV TS SREBRENICA TS ZVORNIK	SM 104, DNP, M2, 22,2 m	2010. g.	Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora do supstrata. Unakrsno uvezivanje temelja AB gredama	Stabilizirana lokacija SM
DV 110 kV TS MAGLAJ-TS TEŠANJ	SM 18, DZp/DZp, M1, 19 m	2011. g.	Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora do supstrata. Unakrsno uvezivanje temelja AB gredama	Stabilizirana lokacija SM
DV 110 kV TS LOPARE - TS UGLJEVIK	SM 36, JN, J4, 25,3 m	2010/2013. g.	Postavljanje AB platna na kontraforima ispod i iznad stuba. Dreniranje padine drenažnim kanalom	Stabilizirana lokacija SM Nema def. konstrukcije
DV 220 kV RP KAKANJ - TS TUZLA 4	SM 93, JNp, N430, 12,8 m	2014. g.	Ukrucivanje postojećih temelja AB gredama. Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora. Dreniranje padine drenažnim kanalom.	Stabilizirana lokacija SM
DV 400 kV TS TUZLA 4 - TS UGLJEVIK	SM 40, DZp, Y3, 17 m	2014. g.	Unakrsno povezivanje temelja AB gredama. Dreniranje padine drenažnim kanalom.	Stabilizirana lokacija SM Zaustav. def. konstrukcije
DV 110 kV TS LOPARE - TS UGLJEVIK	SM 5, DZp/DZp, J3, 14,4 m	2014. g.	Ukrucivanje postojećih temelja AB gredama. Produbljanje temelja ugradnjom kontrafora.	Stabilizirana lokacija SM
DV 110 kV TS UGLJEVIK - TS ZVORNIK	SM 4, DNp, S2S, 19 m	2015. g.	Temeljenje na kontraforima dubine 3-4 m. Unakrsno povezivanje temelja AB gredama. Dreniranje padine drenažnim kanalom	Stabilizirana lokacija SM
DV 110 kV TUZLA CENTAR - TS DUBRAVE	SM 134, JN, M2, 25,9 m	2015. g.	Temeljenje stuba izvedeno na temeljnoj ploči na šipovima dubine 11 m. Dreniranje padine drenažnim kanalom. Ugradnja prenapregnutih ankera dužine 20 m u temeljnu ploču.	Stabilizirana lokacija SM
DV 220 kV TE TUZLA - TS ĐAKOVO	SM 113, DNp, NN4, 18,4 m	2016. g.	Ukrucivanje postojećih temelja AB gredama. Izrada AB potpornog zida na kontraforima povezanih dodatnim AB gredama za temelj stuba. Dreniranje padine drenažnim kanalom.	Stabilizirana lokacija SM Zaustav. def. konstrukcije
DV 110 kV TS TUZLA CENTAR - TS LOPARE	SM 10, DZp, M1, 20 m	2016. g.	Ukrucivanje postojećih temelja na gredama. Izrada AB potpornog zida na kontraforima. Dreniranje padine drenažnim kanalom.	Stabilizirana lokacija SM Zaustav. def. konstrukcije
DV 110 kV TS UGLJEVIK - TS ZVORNIK	SM 62, DZ/JZ, S2 - Z, 21 m	2016. g.	Izrada AB potpornog zida na kontraforima. Dreniranje padine drenažnim kanalom.	Stabilizirana lokacija SM Zaustav. def. konstrukcije