

GEOTEHNIČKI USLOVI TEMELJENJA OBJEKATA TERMoeLEKTRANE UGLJEVIK 3 U UGLJEVIKU

Neđo Đurić¹,
Petar Mitrović²

UDK: 550.8.04/.05

DOI: 10.14415/zbornikGFS22.014

Rezime: Termoelektrana Ugljevik 3, planirana kao III faza izgradnje kompleksa termoelektrana Ugljevik, nalazi se u proširenom krugu postojeće Termoelektrane I i ranije započete a nezavršene Termoelektrane II. Ranije su postojala geološka i geotehnička istraživanja za prethodne dvije faze, dok se treća faza u to vrijeme nije planirala. Izgradnja treće faze termoelektrane, zahtijevala je prethodno proučavanje geotehničkih karakteristika terena i uslova temeljenja objekata.

U sklopu proučavanja navedenih karakteristika provedena su prvo istraživanja za nivo idejnog projekta. Dobiveni rezultati su dali osnovnu sliku o karakteristike terena i otvorena su određena pitanja koja je bilo potrebno riješiti dodatnim istraživanjima u fazi izrade glavnog projekta. Uglavnom su pitanja vezana za strukturno tektonski slop terena i seizmogenost prisutnih rasjeda. Dodatnim istraživanjima definisan je položaj rasjeda, njegovi elementi i seizmogenost, koja nije aktivna.

Podaci dobiveni terenskim istraživanjima i laboratorijskim ispitivanjima dovoljni su za analizu geotehničkih uslova temeljenja objekata i geostatičke proračune. Na osnovu odabranih reprezentativnih parametara za određene sredine dat je prijedlog dubokog i plitkog temeljenja objekata, zavisno od vrste objekta, njegovog značaja i uticaja na geološku sredinu.

Ključne riječi: Objekti, geološka sredina, geotehnički uslovi, geotehnički proračuni.

1. UVOD

Termoelektrana Ugljevik 3, nalazi ne neposredno u kontaktu sa postojećim Termoelektranom I i ranije započetom a ne završenom Termoelektranom II. Sve tri elektrane predstavljaju jedan kompleks termoelektrana u Ugljeviku.

Obim i sadržaj objekata Termoelektrane 3 nije različit od prethodne dvije faze, ali je prostor predviđen za izgradnju nešto složenije geološke građe. Planirana istraživanja terena su u dvije faze.

Prva faza je za nivo idejnog projekta, gdje su predviđena prethodna istraživanja u cilji sagledavanja osnovnih geoloških i geotehničkih karakteristika terena [1, 2].

U dugoj fazi za glavni projekat istraživanja su detaljnija i prilagođena rasporedu i značaju objekata na terenu.

¹ Prof. dr Neđo Đurić, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, e.mail: nedjo@tehnicki-institut.com

² Dr Petar Mitrović, Tehnički institut B ijeljina, Starine Novaka bb, e.mail: tehnicki@tehnicki-institut.com

Obim istražnih radova na terenu, kao i laboratorijska ispitivanja uzetih uzoraka su dovoljni za upoznavanje karakteristika terena. U prvoj fazi istražni radovi iako u manjem obimu definisali su geološku građu i geomehaničke karakteristike izdvojenih geoloških sredina.

Takođe otvorena su neka pitanja koja su rješavana u drugoj fazi istraživanja. Prvenstveno se misli na položaj rasjeda na terenu i njihovi seizmogenost.

Za potpunije definisanje ovih karakteristika provedena su geofizička istraživanja terena, metodom prozračivanja između bušotina.

Izdvajanjem geoloških sredina i izborom reprezentativnih parametara urađena je analiza geotehničkih uslova plitkog i dubokog temeljenja objekata i geostatički proračuni.

U zavisnosti od načina projektnog rješenja značajnijih objekata koji zahtijevaju duboko temeljenje, moguća su dodatna istraživanja, posebno u dijelu lociranja objekata u ili pored rasjedne zone koja je prisutna na terenu.

2. OSNOVNE GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA

Teren u geomorfološkom smislu karakteriše ravničarski i brdski tip reljefa. Ravničarski tip vezan je za akumulacioni prostor rijeke Janje na njenom sjevernom i sjeverozapadnom dijelu i potoka Mezgrajice u središnjem i južnom djelu prostora istraživanja.

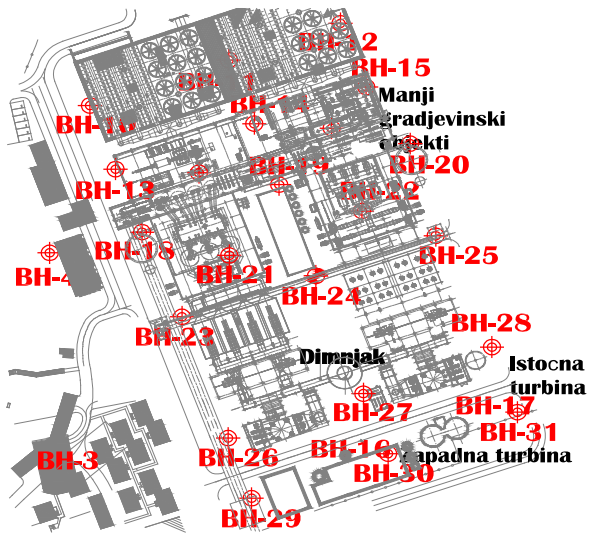
Brdski tip reljefa razvijen je na zapadnom djelu istražnog prostora odakle teren počinje lagano da se izdiže. Generalno posmatrano to su sjeverni obronci planine Majevica, sl. 1. Prisutni površinski tokovi su u dijelu terena ranije regulisani u nova korita koja su izvan postojećih i planiranih objekata. Ipak stara korita, posebno rijeke Janje su značajna je se prostiralo u dijelu terena gdje planiran najveći broj objekata za gradnju.

Uže područje na kojem je planirana izgradnja Termoelektrane Ugljevik 3 izgrađeno je sedimentima kvartarne i tercijarne starosti, slika 2. U vertikalnom profilu istraživane lokacije izdvajaju se:

- Riječni aluvijalni sedimenti (al) koji izgrađuju pripovršinske djelove terena u dolini rijeke Janje i potoka Mezgrajice. Predstavljani su tipičnim razvojem riječnih nanosa u kojem donji dio naslaga čine šljunci i pijesci a u gornjem dijelu je sitnozrni povodanjski nanos. Debljina riječnih sedimenata je oko 3 m.
- Sedimenti deluvijalno – proluvijalni (dpr), koji su produkt padinskih procesa i riječne erozije, a razvijeni su na okolnim padinama. Pokrivaju stjene supstrata terena, debljine su oko 6 do 7 m. Predstavljani su uglavnom sitnozrnim materijalima u kojemu je glina dominantan član.
- Sedimenti neogene starosti od kojih su najviše zastupljeni srednjeg miocena (M_2^2) koji zauzimaju najmanji prostor unutar granica istražnog prostora. U diskordantnom su odnosu sa naslagama Pc, E, a predstavljani su crvenkastim konglomeratima u bazi na kojima slijede laporci, gline i oolitični krečnjaci koji su dosta trošni a ponekad i brečoliki.

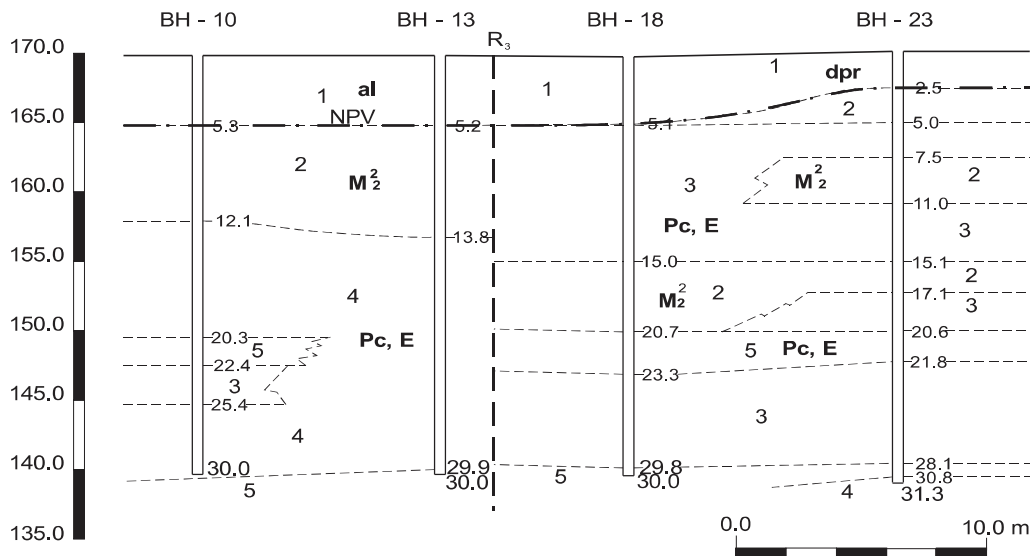


a)



b)

Slika 1. Lokacija terena buduće Termoelektrane Ugljevik 3
a) pogled na lokaciju, b) detalj najvažnijih objekata sa istražnim bušotinama



Slika 2. Geološki profil terena na lokaciji Termoelektrane Ugljevik 3
1. aluvijalno-deluvijalno sedimenti, 2. laporovit-glinovite stijene, 3. stijene laporca sa proslojcima pješčara, 4. laporovite stijene, 5. stijene pješčara sa proslojcima laporca

- Najstariji sedimenti su paleocen – eocenske starosti (Pc, E) čija odredba je potvrđena Osnovnim geološkim kartama SFRJ 1:100 000, list Tuzla i list Brčko sa tumačima. Predstavljene su alteracijom crnih i tamno sivih laporaca, glinaca i pješčara sa odlikama turbiditne sedimentacije. Osnovna teksturna

karakteristika serije, utvrđena bušenjem je izraziti ritmički karakter taloženja sa brojnim internim teksturama, gradacionom slojevitošću i laminacijom kao i ostaci tragova vučenja i utiskivanja naročito na donjim površinama sloja. Prema mišljenju autora OGK list Tuzla [3] ove naslage mogu se tretirati kao fliš.

Ranijim istraživanjima za OGK, list Brčko šire područje istraživane lokacije pripada graničnom prostoru između dvije strukturno – facijelne jedinice, izdvojene kao:

- strukturno – facijelna jedinica ubranog kompleksa Majevica
- jedinica neogenih basena, odnosno Ugljevički neogeni bazen.

Prvu karakterišu glinci i pješčari a drugu izgrađuju sedimenti miocena, uglavnom laporac i laporovite stijene. Provedenim istražnim radovima u prvoj, a posebno u drugoj fazi istraživanja registrovane su tektonske linije. Analizom dobivenih podataka sa rezultatima prehodnih istraživanja, potvrđeno je postojanje nekoliko rasjeda ili rasjednih zona, od koji se na lokaciji kao značajni izdvajaju tri rasjeda.

- Rasjed smjera sjeverosjeverozapad – jugjugoistok koji se proteže kontaktnim područjem aluvijalne zaravni sa paleocen – eocenskim sedimentima (R_1).
- Rasjed smjera zapad – istok, na krajnjem sjevernom djelu istražnog prostora (R_2).
- Rasjed smjera sjeverozapad – jugoistok koji se prostire duž nekadašnjeg korita rijeke Janje (R_3).

Hidrogeološke karakteristike terena uslovljene su heterogenim litološkim sastavom i složenim tektonskim sklopom. Izdvajaju se tri hidrogeološke kategorije stena:

- dobro vodopropusne stijene, sa preovlađujućom međuzrnskom poroznošću,
- slabo vodopropusne stijene sa preovlađujućom sitno prslinskom poroznošću
- vodonepropusne stene, sa preovlađujućom pukotinsko – prslinskom poroznošću

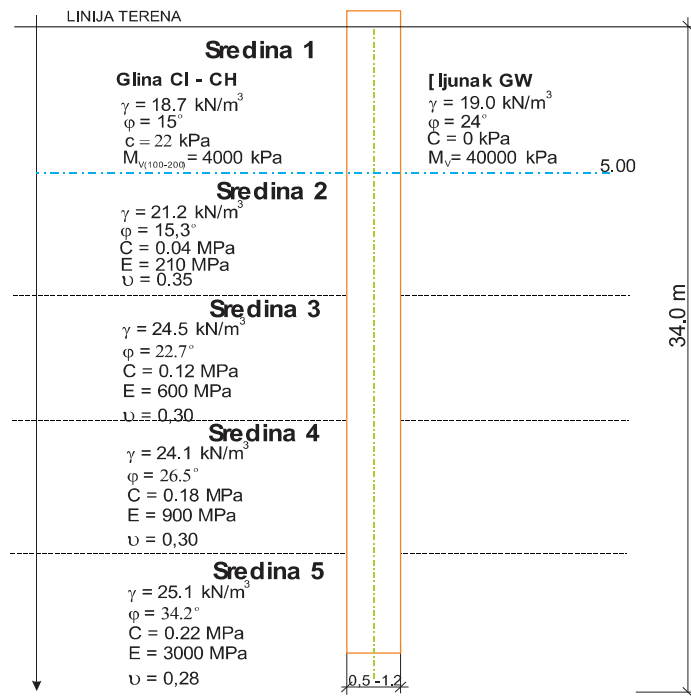
Seizmičnost terena utvrđena je prema Prema Seizmološkoj karti SFRJ, 1987, za povratne periode od 100, 200 i 500 godina. Lokacija se nalazi na granici V i VI stepena MSK-64, za povratni period od 100 godina, a za povratni period od 200 godina seizmičnost je u zoni VII stepena MSK-64, te za povratni period od 500 godina seizmičnost lokacije buduće termoelektrane je također u zoni VII stepena MSK-64.

3. ANALIZA GEOTEHNIČKIH USLOVA IZGRADNJE OBJEKATA

Za analizu geotehničkih uslova projektovanja i izgradnje objekata termoelektrane Ugljevik 3 detaljno je analizirana konstrukcija terena u odnosu na litološke tipove tla,

njihov položaj u sklopu proučavane dubine terena kao i njihov međusobni položaj, zatim njihovo stanje, sastav, inženjerskogeološke i hidrogeološke karakteristike te fizičko – mehaničke osobine i otporno – deformabilne karakteristike. U svrhu detaljnog sagledavanja konstrukcije terena, na osnovu rezultata terenskih i laboratorijskih istraživanja i ispitivanja [4] urađeno je više grafičkih prikaza modela terena do dubine istraživanja oko 35,0 m. Generalni izgled terena predstavljen na jednom modelu dat je na slici 3, Kod geostatičkih proračuna za svaki objekat rađen je poseban model prema terenu na kome se nalazi.

Teren izgrađuju sedimenti – litološki članovi različitih fizičko – mehaničkih i otporno – deformabilnih karakteristika. Detaljnom analizom njihovih parametara isti se mogu svrstati u nekoliko sredina unutar kojih se u uslovima opterećenje odnosno rasterećenje, ponašaju istovjetno ili slično [5]. Ukupno je izdvojeno pet (5) sredina, gdje svaka imala širok raspon analiziranih parametara. Za geotehničku analizu odabrani su reprezentativni parametri za svaku sredinu, koji su predstavljali ulazne podatke za geotehničke proračune.



Slika 3. Generalni izgled model terena

Sredina 1, izgrađena je sedimentima kvartara, odnosno aluvijalnih nanosa i deluvijalno – proluvijalnih, padinskih tvorevina. Kompleks aluvijalnih sedimenata čine: šljunci, pijeci i gline, moćnosti do 4,0 m. Pojavljuju se u terenu platoa, te na krajnjem sjeverozapadnom djelu terena, u području nekadašnjeg toka rijeke Janje gdje su debljine do 6,8 m. Najviše je zastupljen šljunak, koji se na terenu platoa prostire u kontinuiranom sloju debljine 2,0 – 2,5 m u kojemu je registrovana podzemna voda. U području

nekadašnjeg toka Janje, na sjeverozapadnom dijelu terena registrovane su veće debljine, oko 3,0 do 4,0 m gline aluvijalne koja je na prelazu u muljevit u glinu. Čitav kompleks aluvijalnih sedimenata može se tretirati kao sredina sa karakteristikama sipke sredine koja se pod opterećenjem ponaša elastično do krtoplastično. Sipki dio sredine pogodan je za plitko temeljenje objekata pri čemu treba uvažavati prisustvo podzemne vode na dubini 2,5 do 3,0.

Deluvijalno – proluvijalne sedimente čine gline i veoma rijetko drobina zaglinjena. Prostiru se duž padine, na zapadnoj strani istraživanog područja, moćnosti do 7,0 m. Uglavnom su visokoplastične, provlažene, a u kontaktu sa značajnijim količinama vode, sklone su razvoju nestabilnosti. Čitav kompleks deluvijalno – proluvijalnih sedimenata ima karakteristike plastične sredine koja se pod opterećenjem ponaša uglavnom plastično, rjeđe tečno.

Usvojene vrijednosti parametara za geotehničke analize su sljedeće.

Glina CI - CH

- zapreminska težina $\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\varphi = 15^\circ$
- kohezija $c = 22 \text{ kPa}$
- modul stišljivosti $M_{s(100-200)} = 4000 \text{ kPa}$

Šljunak GW

- zapreminska težina $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\varphi = 24^\circ$
- kohezija $c = 0 \text{ kPa}$
- modul stišljivosti $M_v = 40000 \text{ kPa}$

Sredina je pogodna za temeljenje lakših objekata sa aspekta nosivosti ali je uslovno pogodna sa aspekta stabilnosti iz razloga što je sklona razvoju procesa klizanja, naročito ako je izložena stalnom kvašenju. U uslovima zasijecanja, ako se nagib kosine ne prilagodi uslovima terena, također može biti nestabilna.

Na području zaravni, granica sredine 1 prema sedimentima sredine 2, jasno je vidljiva za razliku od padinskog djela terena gdje je granica slabo uočljiva iz razloga što su deluvijalne gline raskvašene po kontaktu sa vodonepropusnim supstratom te su izmješane sa laporovitom glinom podloge.

Sredina 2, izgrađena je laporovitim stijenama i pripada kompleksu stijena supstrata terena. U sastavu učestvuju glina laporovita, lapor glinovit, i lapor glinovit sa proslojcima gline laporovite debljine mm, cm do dm. U ovu sredinu uvršteni su sedimenti kore trošenja supstrata terena i blokovi pješčara koji su uronjeni u glinovitu masu. I jedni i drugi predstavljaju prelazne sedimente od supstrata terena prema kvartarnim sedimentima. Imaju jako ograničeno prostiranje a blokovi pješčara uronjeni u glinovitu masu mogu biti značajnije moćnosti. Ipak za ukupna geotehnička svojstva sredine, nemaju uticaja ali lokalno mogu umanjiti kvalitet sredine u pogledu gradnje.

Najveću zastupljenost u sredini 2 ima glinovit lapor. Veoma često unutar sloja pojavljuju se proslojci i sočiva gline laporovite, laporca, lapora glinovitog. Generalno ova sredina ima svojstva plastične do kvaziplastične sredine.

Parametri za geotehničku analizu su sljedeći:

- zapreminska težina $\gamma = 21,2 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\varphi = 15,3^\circ$
- kohezija $c = 0,04 \text{ MPa}$
- modul elastičnosti $E = 210 \text{ MPa}$
- Poissonov koeficijent $\nu = 0,35$

Česte izmjene karakteristika ove sredine, od plastičnog do kvaziplastičnog ponašanja u uslovima opterećenja, generalno je čine povoljnom do nepovoljnom sredinom za temeljenje objekata. Zbog toga je neophodno da se u odnosu na opterećenje, detaljno definišu njeni geotehnički uslovi.

Sredinu 3, izgrađuju stijene laporca, laporca sa proslojcima pješčara debljine mm do cm. Izmjene su česte, u intervalima cm debljine te stijena ima izgled svijetlih traka od pješčara i tamnih traka od laporca. Ovoj sredini pripadaju i laporci koji se smjenjuju sa glinovitim laporom debljine dm. Glinovit lapor, u ovoj sredini, pojavljuje se i u obliku glinene skrame u međuslojnim pukotinama.

Analizom rezultata istraživanja i ispitivanja utvrđeno je da na prostoru istočno i zapadno od rasjeda R1, postoji velika razlika u načinu pojavljivanja sredine 3, ne samo na dubinu i debljinu sedimenata nego i u pogledu horizontalnog prostiranja i položaja sredine 3 u odnosu na druge sredine. Generalno posmatano ova sredina je najviše karakteristična oko rasjeda R1. U jednom dijelu terena prostire se iznad sredine 2, da bi se na malom rastojanju iznad sredine 3 pojavljivala sredina 5 koju čine pješčari. Sa sredinom 4 koja predstavlja podinu izgrađenu od laporovitih stijena, u pojedinim dijelovima terena teško se može razgraničiti.

Ispucalost stijena u ovoj sredini je izražena. Pukotine su glatke, uglavnom stisnute. U gornjoj zoni, bliže površini terena, često su vlažne, ispunjene finim pjeskom. Čitav kompleks laporovitih stijena sredine 3 ima karakteristike kvaziplastične sredine, u manjoj mjeri plastične u kojoj je najzastupljeniji laporac kao meka stijena umjerene čvrstoće i deformabilnosti.

Usvojeni parametri su sljedeći:

- zapreminska težina $\gamma = 24,5 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\varphi = 22,7^\circ$

- kohezija $c = 0,12 \text{ MPa}$
- modul elastičnosti $E = 600 \text{ MPa}$
- Poissonov koeficijent $\nu = 0,30$

Kao sredina za temeljenje objekata predstavlja povoljan medij, a pošto karakteriše veće dubine, način temeljenja biće vezan za šipove.

Sredina 4, izgrađena je laporovitim stjenama i manjoj mjeri stjenama pješčara. Jako je heterogena u odnosu na litološki sastav pojedinih članova. Zastupljeni su laporac sa proslojcima i sočivima pješčara dm debljine, laporac pjeskovit i laporac sa pješčarom dm debljine u čestoj izmjeni sa glinovitim laporom cm do dm debljine. Razlike u dubini i načinu pojavljivanja na terenu platoa u odnosu na okolni padinski dio terena ovdje su takođe prisutne. U terenu platoa, sedimenti ove sredine prostiru se kontinuirano ispod sredine 3, te se na čitavom terenu platoa pojavljuju od dubine oko 15,0 m ispod površine terena. U obodnim dijelovima platoa, dubine zalijeganja su nešto veće. Oko rasjedne linije R1, stijene sredine 4 registrovane su u dva nivoa, od koji je prvi nivo na dubini oko 15,0 m od površine terena, debljine oko 5,0 m. Drugi nivo je na dubini većoj od 30,0 m i njegova krajnja dubina nije dosegnuta dubinom istraživanja. U oba navedena područja u okviru sredine često se pojavljuje lapor glinovit. Zone jače ispucalosti stjena, karakterišu pukotine zapunjene glinom laporovitim, koja se pojavljuje u vidu tankih proslojaka cm do dm debljine, ograničenog horizontalnog prostiranja.

Sredina 4 ima karakteristike kvazioplastične, a u manjoj mjeri krte sredine u kojoj su najzastupljeniji laporac i pjeskovit laporac kao meke stijene umjerene čvrstoće i deformabilnosti. Usvojeni parametri za geotehničke analize su:

- zapreminska težina $\gamma = 24,1 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\phi = 26,5^\circ$
- kohezija $c = 0,18 \text{ MPa}$
- modul elastičnosti $E = 900 \text{ MPa}$
- Poissonov koeficijent $\nu = 0,30$

Kao sredina za temeljenje objekata, sredina 4 je povoljan medij. Obzirom na njenu dubinu pojavljivanja, realno je očekivati da će temelji biti duboki – šipovi.

Sredina 5, je sredina pješčara, izgrađena je od pješčara sa proslojcima laporca mm do cm debljine te pješčara sa proslojcima laporca i glinovitog lapora cm do dm debljine. Izgrađuju dublje djelove terena izuzev središnjeg dijela platoa gdje se u vidu tankog sloja, debljine oko 1,0 do 2,0 m pojavljuju u gornjem djelu terena, na dubini od oko 10,0 m, ispod sedimenata sredine 2. Taj horizont pješčara nema kontinuirano prostiranje. Dublji horizont pješčara u terenu platoa, prostire se na prosječnoj dubini od 26,0 m.

Stijene sredine 5 su dosta izlomljene, pukotine uglavnom hrapave i izmjenjene, najčešće ispunjene glinovitim materijalom. Sredina 5 ima karakteristike krte sredine kojoj je pješčar dominantan. Samo lokalno pojavljuje se laporac kao kvazioplastična sredina koja nema uticaja na ukupna geotehnička svojstva sredine.

Usvojeni parametri su sljedeći:

- zapreminska težina $\gamma = 25,1 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutarnjeg trenja $\varphi = 34,2^\circ$
- kohezija $c = 0,22 \text{ MPa}$
- modul elastičnosti $E = 3000 \text{ MPa}$
- Poissonov koeficijent $\nu = 0,28$

Kao sredina za temeljenje objekata, sredina 5 je povoljan medij, stabilan i dobro nosiv.

4. GEOSTATIČKI PRORAČUNI ZA POTREBE TEMELJENJA OBJEKATA TERMoeLEKTRANE UGLJEVIK 3

Termoelektrana je složen sistem koji čini više objekata različitog značaja, kako sa energetskog tako i građevinskog aspekta. Imajući u vidu i složenost geološke građe na lokaciji buduće termoelektrane, to je u zavisnosti od vrste objekata analiziran i predložen način temeljenja sljedećih objekata:

- dimnjaka
- istočne turbine
- zapadne turbine
- ostali objekti u funkciji procesa

Za objekte dimnjaka, istočne i zapadne turbine predloženo je duboko temeljenje, dok se ostali objekti mogu plitko temeljiti [6,7,8]. Geostatički proračun baziran je na istražnim terenskim radovima, rezultatima laboratoriskih ispitivanja i analitičkim procjenama podataka dobivenih provedenim istraživanjima i ispitivanjima. Proračuni su obavljeni prema evropskim standardima i BAS standardima. Takođe, korišteni su i JUS standardi u dijelovima koji nisu pokriveni navedenim standardima.

Duboko temeljenje objekata

Geostatički proračuni za potrebe temeljenja dimnjaka, obavljeni su za četiri varijante dužine i prečnika šipa:

- Varijanta 1, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine $25,0 \text{ m}^1$, prečnika 600 mm , bazirani u stijeni pješčara – sredina 5, raspoređeni na rastojanju $1,8 \text{ m}^1$. Proračunata nosivost je 5944 kN , a slijeganje $2,2 \text{ cm}$.
- Varijanta 2, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine $25,0 \text{ m}^1$, prečnika 1000 mm , bazirani u stijeni peščara – sredina 5, raspoređeni na rastojanju $3,0 \text{ m}^1$, nosivost je 11334 kN , a slijeganje $3,0 \text{ cm}$.
- Varijanta 3, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine $30,0 \text{ m}^1$, prečnika 600 mm , bazirani u stijeni laporca – sredina 4, raspoređeni na rastojanju $1,8 \text{ m}^1$, nosivost je 7578 kN , a slijeganje $2,3 \text{ cm}$.

- Varijanta 4, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 30,0 m¹, prečnika 1000 mm, bazirani u stijeni laporca – sredina 4, raspoređeni na rastojanju 3,0 m¹, nosivost je 14170 kN, a slijeganje 3,13 cm, tabela 1

Geostatički proračuni za potrebe temeljenja istočne turbine, obavljeni su za četiri varijante dužine i prečnika šipa:

- Varijanta 1, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 21,0 m¹, prečnika 500 mm, bazirani u stijeni lapor – laporac – sredina , raspoređeni na rastojanju 1,5 m¹, proračunata nosivost je 4749 kN, a slijeganje 0,8 cm.
- Varijanta 2, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 21,0 m¹, prečnika 600 mm, bazirani u stijeni lapor – laporac – sredina 4, raspoređeni na rastojanju 1,8 m¹, proračunata nosivost je 6024 kN, a slijeganje 0,9 cm.
- Varijanta 3, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 28,0 m¹, prečnika 500 mm, bazirani u stijeni peščaru – sredina 5, raspoređeni na rastojanju 1,5 m¹, proračunata nosivost je 11090 kN, a slijeganje 1,1 cm.
- Varijanta 4, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 28,0 m¹, prečnika 600 mm, bazirani u peščaru - sredina 5, raspoređeni na rastojanju 1,8 m¹, proračunata nosivost je 14573 kN, a slijeganje 1,2 cm, tabela 1.

Tabela 1. Varijante dubokog temeljenja objekata

DUBOKO TEMELJENJE				
Objekat	Karakteristike šipa	Nosivost (kN)	Slijeganje u (cm)	Razmak šipova (m)
Dimnjak	L = 25 m, Φ 600 mm	5 944,0	2,20	1,80
	L = 25 m, Φ 1000 mm	11 334,0	3,00	3,00
	L = 30 m, Φ 600 mm	7 578,0	2,30	1,80
	L = 30 m, Φ 1000 mm	14 170,0	3,05	3,00
Istočna turbina	L = 21 m, Φ 500 mm	4 749,0	0,80	1,50
	L = 21 m, Φ 600 mm	6 024,0	0,90	1,80
	L = 28 m, Φ 500 mm	11 090,0	1,10	1,50
	L = 28 m, Φ 600 mm	14 573,5	1,20	1,80
Zapadna turbina	L = 20 m, Φ1000 mm	4 115,0	6,30	3,00
	L = 20 m, Φ 1200 mm	5 207,0	6,80	3,60
	L = 34 m, Φ1000 mm	13 474,0	9,14	3,00
	L = 34 m, Φ 1200 mm	17 459,0	10,06	3,60

Geostatički proračuni za potrebe temeljenja zapadne turbine, obavljeni su za četiri varijante dužine i prečnika šipa:

- Varijanta 1, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 20,0 m¹, prečnika 1000 mm, bazirani u stijeni lapor glinovit – sredina 2, raspoređeni na rastojanju 3,0 m¹, proračunata nosivost je 4115 kN, a slijeganje 6,3 cm.
- Varijanta 2, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 20,0 m¹, prečnika 1200 mm, bazirani u stijeni lapor glinovit – sredina 2, raspoređeni na rastojanju 3,6 m¹ proračunata nosivost je 5207 kN, a sleganje 6,7 cm.

- Varijanta 3, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 34,0 m¹, prečnika 1000 mm, bazirani u laporcu – sredina 3, raspoređeni na rastojanju 3,0 m¹, proračunata nosivost je 13474 kN, a slijeganje 9,00 cm.
- Varijanta 4, za objekat fundiran duboko, na šipovima dužine 34,0 m¹, prečnika 1200 mm, bazirani u laporcu – sredina 3, raspoređeni na rastojanju 3,6 m¹, proračunata nosivost je 17454 kN, a slijeganje 10,0 cm, tabela 1.

Plitko fundiranje objekata

Na lokaciji Termoelektrane Ugljevik 3, pored navedenih objekata za duboko temeljenje, nalazi se veći broj objekata koji se mogu plitko temeljiti. Za svaki objekat će se u fazi projektovanja dati poseban geomehanički proračun, ali u ovoj fazi dato je za objekte gdje njihova najveća koncentracija, slika 1b. Plitko temeljenje objekata je moguće na temelju oblika trake, na dubini 3,0 m u aluvijalno, pjeskovito – šljunkovitom tlu. Obzirom da još nisu definisani gabariti tih objekata i njihova težina, to su proračuni urađeni za pretpostavljenu širinu plitkih temelja od 2,0 i 3,0 m. Odabir parametara vezan je za geološke sredine na lokaciji bušotina BH – 14 i BH – 20, tabela 2.

Geostatički proračuni za potrebe plitkog temeljenja objekata u zoni bušotine BH – 14, na dubini D = 3,0 m vezani su za aluvijalno, pekovito – šljunkovitom tlo:

- Varijanta 1, za širinu temelja B = 2,0 m, na dubini temeljenja D = 3,0 m, dozvoljeno opterećenje dvoslojnog tla iznosi $Q_f = 611,92$ kPa, s slijeganje 2,54 cm.
- Varijanta 2, za širinu temelja B = 3,0 m, na dubini fundiranja D = 3,0 m, dozvoljeno opterećenje dvoslojnog tla je $Q_f = 667,30$ kPa, a slijeganje 3,4 cm, tabela 2.

Geostatički proračuni za potrebe plitkog temeljenja objekata u zoni bušotine BH – 20, na dubini D = 3,00 m od površine terena, takođe vezani aluvijalno, pekovito – šljunkovito tlo:

- Varijanta 1, za širinu temelja B = 2,00 m, na dubini fundiranja D = 3,0 m, dozvoljeno opterećenje dvoslojnog tla $Q_f = 610,10$ kPa, a slijeganje 3,19 cm.
- Varijanta 2: Za širinu temelja B = 3,00 m, na dubini fundiranja D = 3,0 m, dozvoljeno opterećenje dvoslojnog tla iznosi $Q_f = 692,80$ kPa, sleganje 4,33 cm, tabela 2.

Tabela 2. Varijante plitkog temeljenja objekata

PLITKO TEMELJENJE			
Objekti	Karakteristike temelja (m)	Nosivost (kN)	Slijeganje u (cm)
Lokacija BH – 14	B = 2,0, D = 3,0	611,92	2,54
	B = 3,0, D = 3,0	667,30	3,40
Lokacija BH – 20	B = 2,0, D = 3,0	610,10	3,19
	B = 3,0, D = 3,0	692,80	4,33

Dobijeni rezultati za plitko temeljenje pokazuju da tlo može da primi i podnese dovoljno dozvoljeno opterećenje u zoni njihove najveće koncentracije.

5. ZAKLJUČAK

Termoelektrana Ugljevik u sklopu svojih proširenja planira izgraditi III fazu Ugljevik 3, kapaciteta 2 x 200 MW. Predviđeno je da funkcioniše kao posebna cjelila, uz mogućnost korištenja pojedinih infrastrukturnih objekata od postojeće Termoelektrane I. Značaj objekata koji će se raditi zahtijevao je inženjerskogeološka istraživanja i geomehanička ispitivanja karakteristika objekta. Provedeni su odreženni istražni radovi za fazu idejnog i glavnog projekta u formi istražnog bušenja i urađena laboratorijska ispitivanja na uzetim uzorcima. Na terenu je izdvojeno pet (5) geolških sredina za koje su određeni reprezentativni parametri za geostatičke proračune. Karakteristike objekata i terena zahtijevaju da se veći objekti kao što su dimnjak, istočna i zapadna turbina mogu duboko temelji pomoću šipova na dubini od 20,0 – 34,0 m, a manji objekti se mogu plitko temeljiti do dubine 3,0 m.

LITERATURA

- [1] Đurić, N. Projeekat detaljnih geoloških istraživanja za potrebe izgradnje Termoelektrane Ugljevik 3 u Ugljeviku. Tehnički institut, Fond stručnih dokumenata Tehničkog instituta. Bijeljina, **2012**.
- [2] Đurić, N. Hidrogeološka i inženjerskogeološka istraživanja. Građevinski fakultet Subotica, Tehnički institut Bijeljina, **2011**.
- [3] Čičić, S., Mojičević, M., Jovanović, Č., Tokić, S., Dimitrov, P. Osnovna geološka karta, OGK list Tuzla 1:100000. Savezni geološki zavod. Bepograd, **1980**.
- [4] Dokumentacija istražnih radova: Istražne bušotine, istražne jame, laboratorijska ispitivanja. Tehnički institut Bijeljina, **2010**.
- [5] Đurić, N. Step en istraženosti terena za Termoelektranu 2 x 200 MW, Ugljevik 3 – nivo idejnog projekta. IV simpozijum sa međunarodnim učešćem „Rudarstvo 2013“. Veliko Gradište, Srebrno jezero, **2013**.
- [6] Đurić, N. Step en istraženosti terena na trasi autoputa koridor Vc, dionica Svilaj – Vukosavlje. Geo-expo 2011. Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini. Sanski most, **2011**.
- [7] Maksimović, M. Mehanika tla, II izdanje. Građevinska knjiga. Beograd, **2005**.
- [8] Najdanović, N. (1979). Mehanika tla u inženjerskoj praksi. Rudarski institut Zamun. Beograd **1979**.

GEOTECHNICAL CONDITIONS FOR FOUNDATION OF OBJECTS FOR THERMAL POWER PLANTS 2 X 200 MW - UGLJEVIK 3

Summary: Thermal power plant Ugljevik 3, planned as a Phase III construction of the complex thermal power Ugljevik, is located in the extended circle of the existing thermal power plants and earlier started and unfinished Thermal Power Plant II. Earlier existed geological and geotechnical investigations for the previous two phases, while the third

phase at that time had not planned. Construction of the third phases power plant, demanded preliminary study of geotechnical characteristics of the terrain and conditions foundation structures.

The study of mentioned characteristics have been conducted the first survey of the level of conceptual design. The results have provided a basic picture of the characteristics of terrain and are open to certain issues that had to be resolved with additional research phase of the main project. Mainly the issues related to the structural and tectonic terrain slop seismogenost the present faults. Additional research is defined by the position of faults, its elements and seismic activity, which is not active.

Data obtained during field investigations and laboratory tests are sufficient for the analysis the foundation conditions of facilities and geostatic calculation. Based on the selected representative parameters for the other communities has been proposed deep and shallow foundation structures, depending on the type of facility, its significance and impact on the geological medium

Keywords: *Buildings, geological medium, geotechnical conditions, geotechnical calculations.*