

Stratigrafsko kartiranje podzemlja korištenjem geoelektričnih metoda i njihov utjecaj na razvoj. Federal College Of Education (Technical) Gusau, Zamfara State, Nigeria

K. A. Murana, P. Sule, A.L. Ahmed, E.M. Abraham and E.G. Obande

PREGLEDNI ČLANAK

Kako bi se provelo podzemno stratigrafsko kartiranje Federal College of Education (Technical), Gusau, Zamfara State, napravljeno je snimanje električne otpornosti. Provedena su dvadeset četiri vertikalna električna sondiranja (VES) s maksimalnim razmakom strujnih elektroda od 200 m. Korišten je Schlumbergerov raspored elektroda. Za interpretaciju rezultata korišten je WinGlink softver. U podzemlju ispitivanog područja postoje dva ili tri sloja. Vrijednosti otpornosti prvog sloja variraju od 1 do 522 Ω m a debljine između 0,40 do 2,29 m. Površinski sloj se sastoji uglavnom od gline. Drugi sloj dobiven geoelektričnom prospekcijom ima otpornost koja varira između 5 i 4 000 Ω m i debljinu od 0,37 do 17,0 m. Litološki sastav drugog sloja se mijenja od pjeskovite gline do rastrošenog/raspucanog pješčenjaka. Otpornost trećeg sloja se mijenja od 50 do 9 900 Ω m a tip stijene se mijenja od rastrošene/raspucane podloge do svježe podloge. Debljina površinskog sloja se mijenja od 0,4 do 4,0 m, dok je debljina pokrovnih stijena ispitivanog područja između 0,40 i 18,0 m. Rezultati pokazuju da ovo područje može podnijeti opterećenje od niskih do gigantskih građevinskih konstrukcija.

Ključne riječi: stratigrafsko kartiranje, litološki slojevi, geoelektrične sekcije, električno otporsko sondiranje

1. Uvod

Gusau, glavni grad Države Zamfara, svjedoči posljednjih godina napretku u razvoju infrastrukture i porastu broja stanovnika. Na osnovu porasta ekonomskih aktivnosti i konjunktura građevinskih radova povezanih s događanjima urušavanja zgrada i građevina, provedeno je ovo istraživanje kako bi se prije početka građevinskih radova dobile detaljne informacije o karakteristikama potpovršinske litologije i stanja tla. Budući da svaka građevinska konstrukcija - zgrada, most, tunel, autoput, toranj, zid, kanal i brana, mora biti utemeljena na površini zemlje^{4,2}, primjereno je da detaljne informacije o čvrstoći i pogodnosti nosećih materijala tla budu provjerene ispitivanjem podzemlja na mjestu predviđenom za gradnju.

Općenito, geofizika daje neke od potrebnih informacija za prikaz materijala podzemlja. Postoji više geofizičkih metoda koje se mogu koristiti za kartiranje i opis podzemlja. Geofizički alati koji se uobičajeno koriste za prikaz podzemlja, kao pomoć geotehničkim istraživanjima povezanih s rudarstvom, uključuju seizmičke metode, Georadar (GPR-ground penetrating radar), električnu otpornost, elektromagnetizam (EM), induciranu polarizaciju (IP) i magnetske metode.^{2,7} U ovom radu, korištena je metoda otpornosti sa Schlumbergerovim rasporedom elektroda za ocrtavanje potpovršinske stratigrafije na terenu Federal College of Education

(Technical), Gusau, države Zamfara, kao pomoć graditeljstvu.

2. Geomorfologija, vegetacija i geologija područja

Proučavano područje je blago valovito bez izdanaka. Visina se mijenja između 476 m i 487 m. Područje prolazi kroz dva različita godišnja doba: sušni period (studeni - travanj) i kišni period (svibanj - listopad).

Vegetaciju područja čine široke listače savane s nešto raštrkanih stabala. Kompleks nigerijskih stijena u podlozi zaliježe ispod cijelog istražnog područja. Glavne vrste stijena u području su biotit i biotit - hornblenda - granit (srednjoznasti). Migmatiti i granit su uglavnom prugasti gnajsi s manje granito - gnajsa (slika 1).

3. Oprema i terenski postupak

Mjerenja električne otpornosti izvedena su korištenjem instrumenta ABEM Terrameter SAS 300. To je mjerač otpornosti s prihvatljivo visokom osjetljivošću. Uređaj je čvrst, lak za upotrebu s moćnim dubinskim prodiračem.³

Ispitivanje otpornosti uključilo je 24 stanice sondiranja. Vertikalna električna sondiranja (VES) izvedena su korištenjem simetričnog Schlumbergerovog rasporeda elektroda s maksimalnim razmakom strujnih

elektroda (AB) od 200 m. Konačni rezultat terenskih mjerenja je izračun prividne električne otpornosti (ρ_a).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

K je geometrijski faktor koji ovisi o korištenom rasporedu elektroda, ΔV je razlika potencijala a I je struja.

Za Schlumbergerov raspored sa simetričnim rasporedom elektroda, geometrijski faktor je:

$$K = \pi \left\{ \frac{a^2}{b} - \frac{b}{4} \right\} \quad (2)$$

gdje je a razmak od centra rasporeda elektroda do strujne elektrode a b je razmak između mjernih elektroda.

4. Obrada podataka i prikaz

Kako bi se minimizirale greške u interpretaciji, zbog ljudskih pogrešaka, korišten je WinGlinkov softver za obradu snimljenih podataka. Obradeni podaci predstavljeni su u obliku 1-D modela krivulja otpornosti, geoelektričnih sekcija i karata.

5. Rezultati i diskusija

U nastavku su ukratko prodiskutirani rezultati obrade podataka i interpretacije.

5.1 1-D model krivulja otpornosti

Vrijednosti prividnih otpornosti nanosene su u odnosu na polovinu razmaka strujnih elektroda (AB/2), u metrima, na kompjutorski baziran log-log graf, korištenjem WinGlink softvera. Kompjuterski opetovna interpretacija podataka prividne otpornosti provedena je korištenjem softvera. Ponavljanja su prikazana kao modeli 1-D ponavljanja. Slika 3 (a i b) prikazuje reprezentativne uzorke tih krivulja.

5.2 Karte izolinija

Napravljeno je nekoliko karata (korištenjem WinGlink softvera) za prikaz trenda litoloških promjena, kako bi se odredio sloj u podzemlju pogodan za niske, srednje i velike građevinske konstrukcije.

Na slici 4a prikazan je površinski sloj čija se debljina mijenja od 0,4 do 4,0 m. Litologiju površinskog sloja čini uglavnom glinovito tlo s izuzećem nekoliko stanica na kojima je zastupljen rastrošni sloj.

Na slici 4b prikazane su izolinije debljina sloja gline, koje se mijenjaju od 0,47 do 8,70 m. Karta prikazuje da se na položaju sjever - zapad istraživanog područja radi o velikoj debljini gline, što pokazuje da se na takvim mjestima ne mogu graditi visoke građevine.

5.3 Geoelektrične i geološke sekcije

Na svakoj stanici VESa, stvoren je 1-D model uporabom WinGlink softvera. Modeli su korišteni za stvaranje geoelektričnih i geoloških sekcija za različite profile koji su opisani u nastavku.

Profil AA'

Za geoelektrične i geološke sekcije kroz A do A' korišteni su podaci iz VES 1, 2 i 3. Prikazana su tri potpovršinska sloja (5a). Vrijednosti otpornosti prvog geoelektričnog sloja kreću se od 3 do 6 Ω m, debljina varira od 0,65 do 2,29 m, a sloj se sastoji od gline.

Vrijednosti otpornosti drugog geoelektričnog sloja kreću se od 6 do 144 Ω m, a debljina se mijenja od 0,84 do 14,20 m. Na tom sloju ispod VES 1 nalazi se rastrošeni pješčenjak koji čini vodonosnu jedinicu. Ovo područje može biti oslonac za građevinske konstrukcije zbog svojstava vrsta stijene, ali ako bi se goleme građevine radile oko VES 3, temelji moraju ići duboko ispod glinenih materijala (više od 4 m jer glina ne može podržavati goleme građevine).

Vrijednosti otpornosti trećeg geoelektričnog sloja kreću se od 197 do 6 003 Ω m. Litologiju ovog sloja čini rastrošena podloga, osim ispod VES 1, gdje je obuhvaćena nerastrošena podloga.

Profil BB'

To je kratki profil sa samo VES 4 i 5. Postoje tri potpovršinska sloja (slika 5b). Prvi sloj je površinski sloj s vrijednostima otpornosti od 1 do 7 Ω m i debljinom od 0,63 do 0,74 m s prevladavajućim sadržajem gline.

Vrijednosti otpornosti drugog geoelektričnog sloja kreću se između 5 do 50 Ω m a debljina od 0,79 do 7,92 m. Taj se sloj sastoji iz glinenih materijala.

Otpornosti trećeg geoelektričnog sloja kreću se između 50 i 95 Ω m, bez vrijednosti debljine jer struja prestaje u toj zoni. Ovaj sloj se sastoji od pjeskovite gline bez moguće podzemne vode, budući da pjeskovita glina ima malu mogućnost zadržavanja vode. Područje može podržavati samo niske građevinske strukture zbog glinenih materijala koji prevladavaju na tom području.

Profil CC'

Geoelektrične i geološke sekcije kroz CC' čine VES 3, 6 i 7. Čine ih tri potpovršinska sloja (slika 5c). Površinski sloj je značajan po glini s vrijednostima otpornosti između 3 i 6 Ω m i debljinom između 0,45 i 0,63 m.

U drugoj geoelektričnoj i geološkoj sekciji još uvijek dominiraju glineni materijali, osim ispod VES 5, koji se sastoji od rastrošene podloge. Vrijednosti otpornosti tog sloja kreću se od 3 do 130 Ω m a debljina se mijenja između 0,84 i 2,62 m.

Svježa podloga je obuhvaćena u trećem slojem ispod VES 7 dok VES 3 i 7 a sastoji se od rastrošene i frakturirane podloge s vrijednostima otpornosti od 200 i 586 Ω m. U ovom području postoji mogućnost razvoja podzemne vode i mogu se graditi svi objekti.

Profil DD'

Geoelektrične i geološke sekcije kroz D do D' sastoje se od podataka iz VES 8, 9, 10 i 14 (slika 5d). Sekcija pokazuje tri potpovršinska sloja. Vrijednosti otpornosti površinskog sloja kreću se od 18 do 545 Ω m a debljine od 0,8 do 1,64 m. Nerastrošena podloga je zahvaćena točno od drugog sloja ispod VES 8 i 14. Ispod stanice 9, frakturirana podloga otpornosti 733 Ω m stvara vodonosnu jedinicu debljine 16,47 m, dok se ispod VES

10 nalazi glinoviti pijesak, otpornosti 44 Ω m i debljine 6,14 m.

Treći sloj se sastoji od nerastrošene stijene u podlozi, osim ispod VES 10, gdje sadrži rastrošenu temeljnu stijenu otpornosti 292 Ω m pa je tu stvorena vodonosna jedinica koja se može pretvoriti u produktivnu bušotinu. Na ovom se području mogu smjestiti od malih do najvećih građevina.

Profil EE'

Ovaj profil čine VES 11, 12 i 13. Geoelektrične i geološke sekcije polazuju dva i tri potpovršinska sloja (Sl. 5e). Litologiju površinskog sloja čini rastrošena i frakturirana temeljna stijena s vrijednostima otpornosti između 128 do 332 Ω m i debljinom od 0,4 do 3,39 m.

Nerastrošena podloga zahvaćena je u drugom sloju s izuzetkom VES 13, koji se sastoji od frakturirane podloge s vrijednošću otpornosti 528 Ω m i debljinom 1,33 m. Iako frakturirana podloga čini vodonosnu jedinicu ona nije toliko debela da bi zadržala dovoljno vode.

Treći sloj se sastoji od nerastrošene stijene u podlozi, otpornosti iznad 8 000 Ω m. Područje može podržati sve građevine.

Profil FF'

Ovo je najdulji profil koji čine VES 14, 15, 16, 17 i 18 (slika 5f). Geoelektrične i geološke sekcije pokazuje dva i tri potpovršinska sloja. Litologija površinskog sloja se mijenja od frakturirane podloge s vrijednostima otpornosti od 1 do 545 Ω m i debljine između 0,45 do 1,33 m.

U drugom sloju, nerastrošena podloga zahvaćena je ispod VES 14 i 18. Frakturirana temeljna stijena, otpornosti 484 Ω m, zahvaćena je ispod VES 16, bez vrijednosti debljine jer struja prestaje u toj zoni. Ispod VES 15 je rastrošena podloga, otpornosti 158 Ω m i debljine 0,37 m, dok ispod VES 17 prevladava glina otpornosti 18 Ω m i debljine 7,71 m.

Otpornost trećeg sloja mijenja se od 148 do 99 990 Ω m. Na ovom se području mogu smjestiti od malih do najvećih građevina.

Profil GG'

Geoelektrične i geološke sekcije kroz G do G' sastoje se od podataka iz VES 18, 19, 20 i 21. Duž tog profila otkrivena su tri potpovršinska sloja (slika 5g).

Prvi sloj pokazuje rastrošenu i frakturiranu podlogu s vrijednostima otpornosti od 226 do 509 Ω m i debljinom između 0,47 do 3,5 m.

Visoke vrijednosti otpornosti u drugom sloju su pokazatelj nerastrošene podloge, posebno ispod VES 18, 19 i 20. Međutim, ispod stanice 21, frakturirana temeljna stijena otpornosti 670 Ω m čini vodonosnu jedinicu debljine 15,88 m i predstavlja povoljnu lokaciju za razvijanje podzemne vode. Ovo područje može podržavati sve vrste građevina.

Treći sloj je nerastrošena podloga otpornosti iznad 1 900 Ω m.

Profil HH'

Geoelektrične i geološke sekcije kroz H do H' sastoje se od podataka iz VES 22, 23 i 24 (slika 5h). Otkrivena su

tri potpovršinska sloja. Litologija površinskog sloja se mijenja od gline do pjeskovite gline s vrijednostima otpornosti od 2 do 96 Ω m i debljine od 0,44 do 0,66 m.

U drugom sloju, ispod VES 23, niske vrijednosti otpornosti od 10 Ω m, ukazuju na glinu. Debljina sloja je 6,37 m. Sloj se sastoji od rastrošene/raspucane podloge ispod VES 22 i 24 s vrijednostima otpornosti od 225 do 657 Ω m i debljine između 2,58 do 14,99 m. To predstavlja dobar vodonosni sloj za eksploataciju podzemne vode duž ove žile. U okolici VES 23 treba izbjegavati izgradnju velikih građevinskih konstrukcija zbog prevladavajućih glinenih materijala koji su naznačeni niskim vrijednostima otpornosti.

Litologija trećeg sloja se mijenja od pjeskovite gline do nerastrošene podloge s otpornosti koja varira od 78 do 23 034 Ω m.

6. Implikacija za građevinske konstrukcije

Rezultati provedenih geofizičkih istraživanja pokazali su da se na ispitano područje mogu smjestiti od niskih do visokih građevinskih konstrukcija. Rezultat pokazuje da područje oko VES 4, 5 i 23 može podržati samo niske konstrukcije zbog glinenih materijala koji tamo prevladavaju. Visoke građevinske konstrukcije se na tim područjima ne bi smjele graditi. Olorunfemi and Fatobi⁵ su pokazali da klizanje građevina na glini dovodi do oštećenja temelja.

7. Zaključak

Ispitivanjem podzemlja na, Federal College of Education (Technical) Gusau, Zamfara State, korištenjem vertikalnog električnog sondiranja, otkriveno je da se stratifikacija područja u osnovi sastoji od dva do tri sloja. Na osnovu rezultata dobivenih interpretacijom mjerenja otpornosti i 2D sekcija (geoelektričnih i geoloških sekcija), može se zaključiti da područje može podržavati od niskih do ogromnih građevinskih konstrukcija.

Zahvala

Autori se zahvaljuju odjelu fizike Univerziteta Ahmadu Bello, Zaria na opremi za provedbu ove studije. Zahvaljujemo se i dr. Adeoti Lukumanu s odjela za fiziku Univerziteta Lagos na dozvoli za korištenja softvera za interpretaciju.



Autori:

K. A. Murana, Physics Unit, SLT Department, Abdu Gusau Polytechnic, Talata Mafara. Zamfara State.

P. Sule, Physics Department, Ahmadu Bello University, Zaria.

A.L. Ahmed, Physics Department, Ahmadu Bello University, Zaria

E. M. Abraham, Physics Department, Ahmadu Bello University, Zaria

E.G. Obande, Physics Department, Ahmadu Bello University, Zaria

UDK : 550.8 : 551.4 : 551.7.22.33 (669)

550.8	geološka istraživanja
551.4	kartografija
551.7.22.33	statigrafija, litološki slojevi
(669)	Nigerija