

ЈЕДАН ПРИМЕР ГЕОТЕХНИЧКОГ МОДЕЛИРАЊА ТЕРЕНА У ЗОНИ ТЕМЕЉА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

Јовица Шијаковић¹

УДК: 624.131:621.548.4:624.151

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.135

Резиме: *Веома ретко Инвеститори пристају на извођење обимних и скупих геотехничких истраживања и испитивања терена. Ово је један пример таквих испитивања која су по врсти и обиму, права реткост у Србији.*

Кључне речи: *Истраживања, геотехника, модели, прорачуни*

1. УВОД

Задњих 20г у Србији је уочена веома лоша пракса, када су у питању обим и врста инжењерскогеолошких и геотехничких истраживања за потребе пројектовања и изградње грађевинских објеката. Пре свега због релативно високе цене ових радова, Инвеститори их избегавају или изводе у минималном обиму. Иако је ова област регулисана законом о рударству и геологији (где се „пројектом детаљних геолошких истраживања...“, предвиђају обим и врста истраживања) у пракси је сасвим другачије. Наиме највећи део инвеститора се придржавају само „закона о изградњи објеката,“ где ова област није јасно дефинисана па самим тим и обавезујућа. Из тог разлога било би добро да се и у закону о планирању и изградњи прецизније дефинише ова област, уз обавезу заједничког учешћа инжењера геотехнике, грађевинске и геолошке струке. Напомињем још једном да циљ рада нису резултати истраживања, већ врста и обим изведених истраживања као редак пример у пракси.

2. ОБИМ И ВРСТА ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА

За потребе израде пројектне документације за ветропарк у Алибунару који се састојао од 21 ветротурбине висине са елисама до 150м и темељима пречника 25м. Захтевани обим геотехничких теренских истражних радова за свако стубно место ветрогенератора подразумевало је следећа испитивања:

- По 1 истражна бушотина 40м дубине, са узимањем узорака и лабораторијским испитивањима,
- по 3 опита статичке пенетрације (СРТ) укључујући и опит статичке пенетрације са сеизмо конусом (SCPT),

¹ Јовица Шијаковић дипл.инж.геол.Геопут доо Београд

- динамички (DPLT)
- статички опит плочом (SPLT)
- геофизичка мерења, електрична проводљивост (EC) брзина V_p и V_s таласа
- топлотна проводљивост тла (TC).

На примеру једног ветрогенератора дајемо резултате тих испитивања у виду табела, дијаграма и геотехничког модела.

Ветрогенератор бр. WT-05

Терен је у зони ветрогенератора бр. WT-05 дефинисан истражном бушотином WT-05-ВН дубине 40.0m, опитима статичке пенетрације WT-05-СРТу-А, WT-05-СРТ-В и WT-05-СРТ-С. Појава подземне воде није констатована.

Геотехнички модел терена

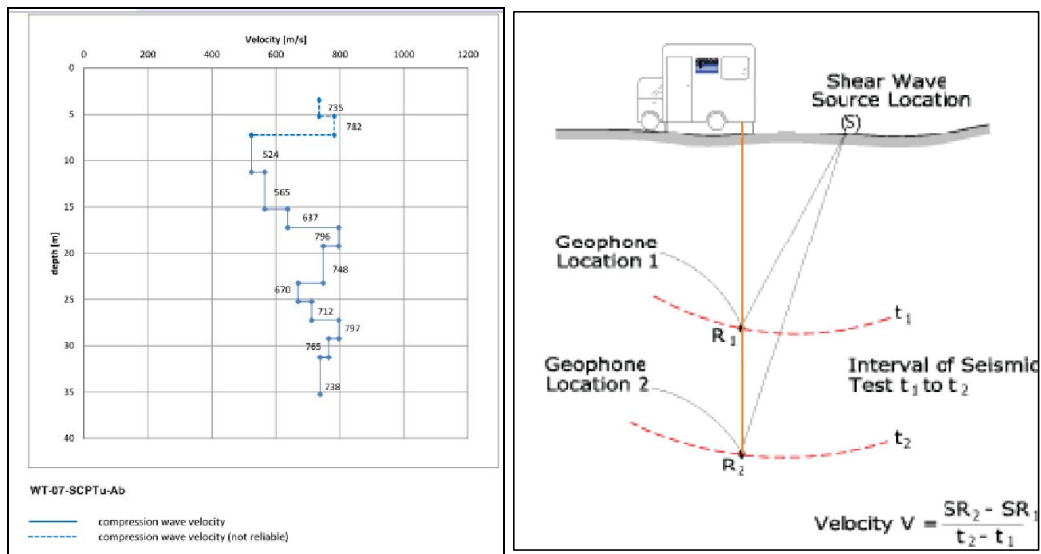
Терен до 10.0m дубине, изграђује песковита лесоидна прашина (Q^{pl}), жуто-сиве боје. Усвојене физичко-механичке карактеристике:

- запреминска тежина $\gamma = 14 \text{ kN/m}^3$
- кохезија $c' = 4 \text{ kN/m}^2$
- угао унутрашњег трења $\phi' = 25^\circ$
- просечни отпор врха конуса
 - $q_{c1} = 1\,500 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c2} = 3\,500 \text{ kN/m}^2$
- модул стишљивости $MV = 4\,500 - 7\,000 \text{ kN/m}^2$

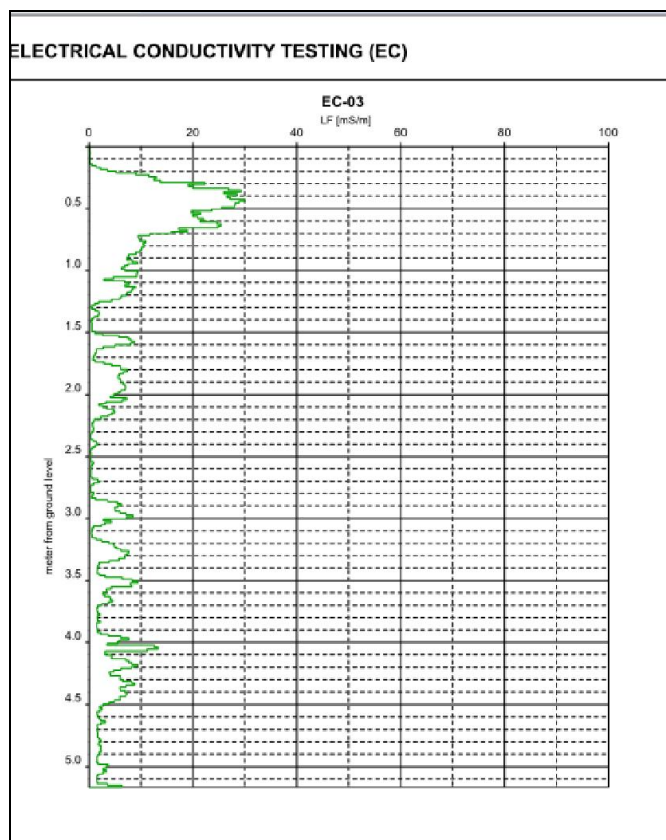
Испод слоја песковитог леса, од 10.0m до дубине преко 40.0m, терен изграђује добро збијен, прашинаст песак (Q^{ep}), финозрн, жуте и жуто-сиве боје. У оквиру ових наслага јављају се прослојци мање збијених партија песковите прашине. Усвојене су следеће физичко-механичке карактеристике:

- запреминска тежина $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- кохезија $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
- угао унутрашњег трења $\phi' = 28-36^\circ$
- просечни отпор врха конуса
 - $q_{c3} = 5\,000 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c4} = 8\,000 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c5} = 2\,500 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c6} = 18\,000 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c7} = 6\,000 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c8} = 14\,000 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{c9} = 3\,000 \text{ kN/m}^2$

- модул стишљивости $M_v = 6\,250 - 36\,000 \text{ kN/m}^2$
- на сл.1 дати су резултати сеизмичког опита статичке пенетрације (SCPT),
- на сл.2 су дати резултати електропроводљивости
- на сл.3 и 4 су дати опрема и резултати термопроводљивости тла
- на сл.5 је приказан геотехнички модел терена
- табела 1. Резултати мерења брзине рефракционих сеизмичких V_p и V_s таласа



Сл.1 Измерене брзине смичућих таласа на основу CPTs-a



Сл.2 Дијаграм опита електро проводљивости тла

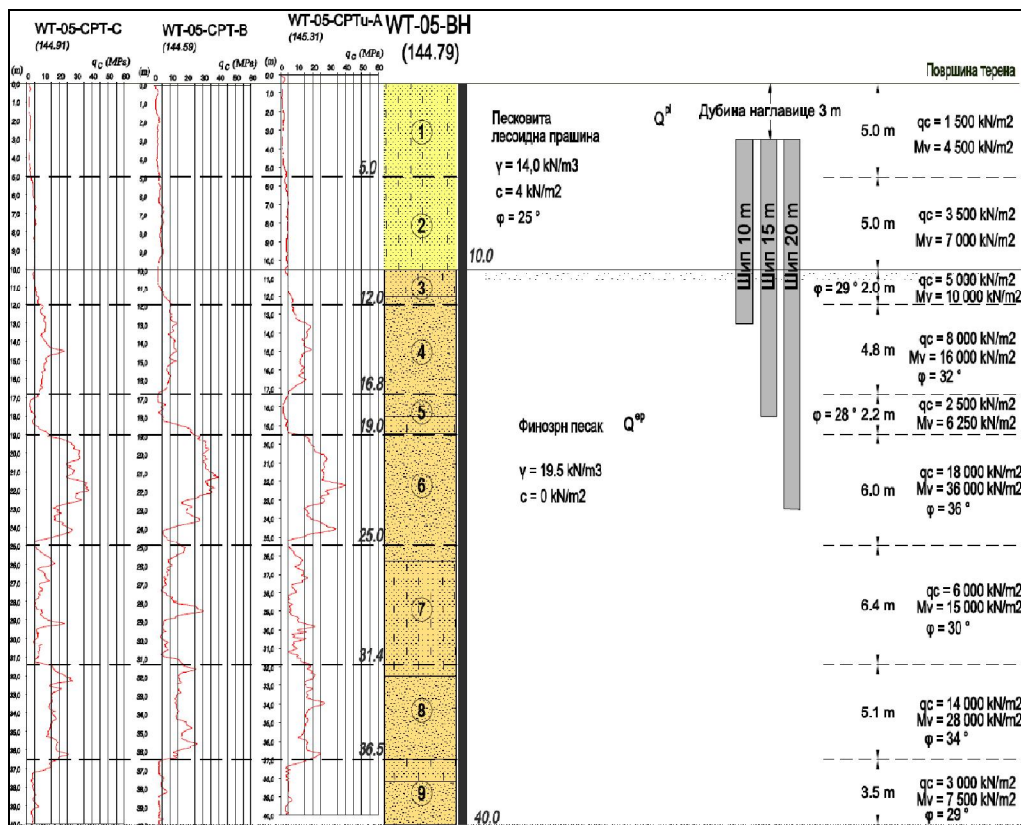


Сл.3 Опрема за мерење термпроводљивости тла

Location	Test Identification	Date	Time	Soil Type	depth z (m)	Temperature T0 (°C)	Therm. Con. k (W/m K)	
TC-01 (SUB-BH-01)	1	11-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, light olive brown, highly calcareous, mica	1.0	15.70	1.110	
	2	11-5-2013	10:00		1.5	13.41	0.976	
	3	11-5-2013	10:00		2.0	12.03	0.830	
TC-02 (SUB-BH-02)	1	11-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, light olive brown, highly calcareous, mica	1.0	15.66	0.973	
	2	11-5-2013	10:00		1.5	13.79	1.028	
	3	11-5-2013	10:00		2.0	12.63	0.766	
TC-03 (SUB-BH-03)	1	11-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, strong brown, highly calcareous, mica, roots, organic matter	1.0	15.86	0.955	
	2	11-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, light olive brown, highly calcareous, mica	1.5	13.80	1.005	
	3	11-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, light olive brown, highly calcareous, mica	2.0	12.50	0.855	
TC-04 (RD-BH-06)	1	17-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, dark olive brown, highly calcareous, organic matter, mica	1.0	14.41	1.029	
	2	17-5-2013	10:00		1.5	13.01	1.037	
	3	17-5-2013	10:00		2.0	11.93	1.216	
TC-05 (RD-BH-09)	1	19-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, dark olive brown, highly calcareous, organic matter, mica	1.0	17.04	1.099	
	2	19-5-2013	10:00		1.5	15.31	1.135	
	3	19-5-2013	10:00		2.0	13.96	1.046	
TC-06 (WT-01)	1	14-5-2013	10:00	Silt, fine sandy, very dark brown, highly calcareous, mica, roots, organic matter	1.0	16.86	1.430	
	2	14-5-2013	10:00		Silt, fine sandy, dark greyish brown, highly calcareous, mica organic matter	1.5	15.04	1.065
	3	14-5-2013	10:00		Silt, fine sandy, dark greyish brown, highly calcareous, mica organic matter	2.0	14.25	0.674

Сл.4 резултати термпроводљивости тла

Геотехнички модел терена са усвојеним физичко-механичким параметрима дат је на слици 5 .

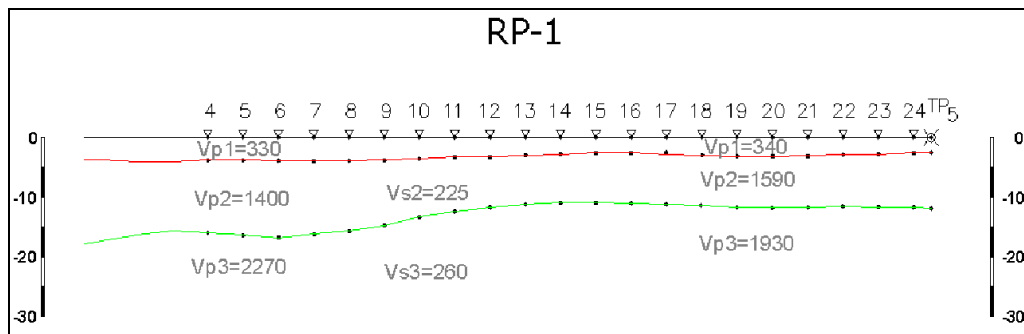


Слика 5: Геотехнички модел терена за ветрогенератор бр. WT-05

Измерене вредности брзина С-таласа кореспондирају са очекиваним вредностима за алувијум, делувијум и еолски песак. Оне се крећу у распону од 126 – 220 м/с, са просечном вредношћу од 172 м/с. У Табели 1 представљени су подаци о брзинама простирања П и С-таласа испитаних сеизмичких профила :

Табела 1 Списак брзина V_p и V_s -таласа на сеизмичким профилима

		RP1	RP2	RP3	RP4	RP5	RP6	RP7
V_p	1	1400-1590	1670-1710	650-670	945-1070	1690-1690	1710-1470	690-690
	2	2270-1930	2290-2180	2040-1940	2060-2100	2140-2260	2370-2370	2090-1950
V_s	1	225	160	180	200	190	205	265
	2	260	295	315	260	290	295	345



Сл.6 Пример интерпретације сеизмичког профила

3. ЗАКЉУЧАК

На основу овако обимних истражних радова, поред квантитета добило се много на квалитету а посебно на високој поузданости усвојених геотехничких параметара, који су омогућили пројектанту да одабере поуздан, оптималан и рационалан начин фундаирања темеља ветрогенератора, чији су резултати предмет другог рада под називом: ПРОРАЧУН ФУНДИРАЊА ТЕМЕЉА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шијаковић, Ј., Писаревић, М.: *Геотехничка документација* (Архива Геопута доо Београд) 2013.

ONE EXAMPLE OF GEOTECHNICAL MODELING FIELD IN THE ZONE FOUNDATION WIND TURBINES

Summary: *In very rare occasions investors agree to perform extensive and expensive geotechnical investigations and field testings. This is an example of such tests which are, by its type and scope, a rarity in Serbia.*

Keywords: *Research, geotechnics, models, calculations*