

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

UDC: 624.131.522

DOI: 10.5825/afts.2012.0407.029T

RAZVIJANJE KORELACIJA IZMEĐU MEHANIČKIH OSOBINA TLA

Talić Zlatan¹

¹*Divel d.o.o. Sarajevo, E-mail: zlatan.talic@divel.ba*

REZIME

Moguće je uspostaviti određene korelacije između geotehničkih parametara tla dobijenih u laboratoriji i na terenu, kao i indeksnih parametara.

Ovi parametri bili bi utvrđeni na osnovu rezultata israživanja i ispitivanja koji bi obuhvatili:

- geološke, inženjerskogeološke i hidrogeološke radove
- istražna bušenja
- standardna dinamička penetriranja u bušotinama (SPT)
- istražna sondiranja
- kontinuirana dinamička penetriranja (DPH) i
- geomehanička laboratorijska ispitivanja uzoraka tla i stijena

Podaci i rezultati navedenih radova predstavljali bi polazište za sagledavanje geotehničkih parametara i uvjeta izgradnje autoputa na predmetnoj dionici.

Ključne riječi: *korelacija, mehaničke osobine tla, spt, monoaksijalna čvrstoća*

DEVELOPING CORRELATIONS BETWEEN THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOIL

ABSTRACT

It is possible to establish a definite correlation between the geotechnical soil parameters obtained in the laboratory and the field, as well as the index parameter.

These parameters would be determined based on the results of the study and investigation that would include:

- geological, hydrogeological and engineering works;
- exploration drilling;
- The dynamic standard penetration in boreholes (SPT);
- investigative probing;
- continuous dynamic penetration (DPH), and
- geomechanical laboratory tests of samples of soil and rocks

The data and results of these papers represent a starting point for understanding the geotechnical parameters and conditions for the construction of the motorway on the section concerned.

Key words: *correlation, mechanical properties of soil, spt, uniaksial strength*

UVOD

Glavni cilj ovog rada je razvijanje korelacija između mehaničkih osobina tla dobijenih laboratorijskim ispitivanjem i terenskih osobina tla.

Za materijale tla sa dionice Lepenica – Vlakovo date su jednostavne ili X-Y korelacije dobijene duž nekoliko različitih linija, koje su pobrojane kako slijedi:

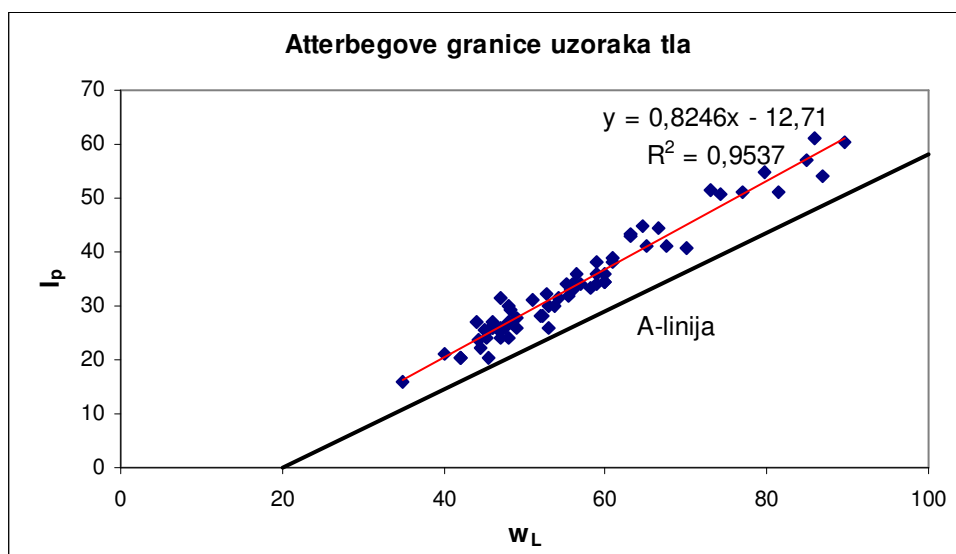
Linija 1 – Korelacija između SPT vrijednosti i monoaksijalne čvrstoće.

Linija 2 – Korelacija između DPH vrijednosti i monoaksijalne čvrstoće.

Uz pomoć kompjuterskih software-a, mnogi matematički modeli (kao što su linearni, polinomi drugog stepena, logaritamski, eksponencijalni, hiperbolični i recipročni) se mogu lako primijeniti na skup podataka kako bi se odredio najbolji model i najača korelacija.

TEORIJSKE POSTAVKE

U početnoj fazi istraživanja provedeno je sistematiziranje postojećeg fonda podataka laboratorijskih opita uzoraka tla i terenskih ispitivanja sa lokacije trase autoputa na Koridoru Vc, dionica Lepenica-Vlakovo. Prvo je uspostavljena korelacija između Atterbegove granice tečenja w_L i indeksa plastičnosti I_p .



Slika 1 Korelacija između granice tečenja i indeksa plastičnosti
Figure 1 Correlation between liquid limit and plastic index

Na slici 1 prikazani su rezultati 67 opita. Vidi se da je os grupe približno paralelna s A-linijom, što predstavlja indicaciju, da se radi o materijalima tla istoga geološkog porijekla [1].

Prema UC klasifikaciji radi se o visoko plastičnim glinama (CH).

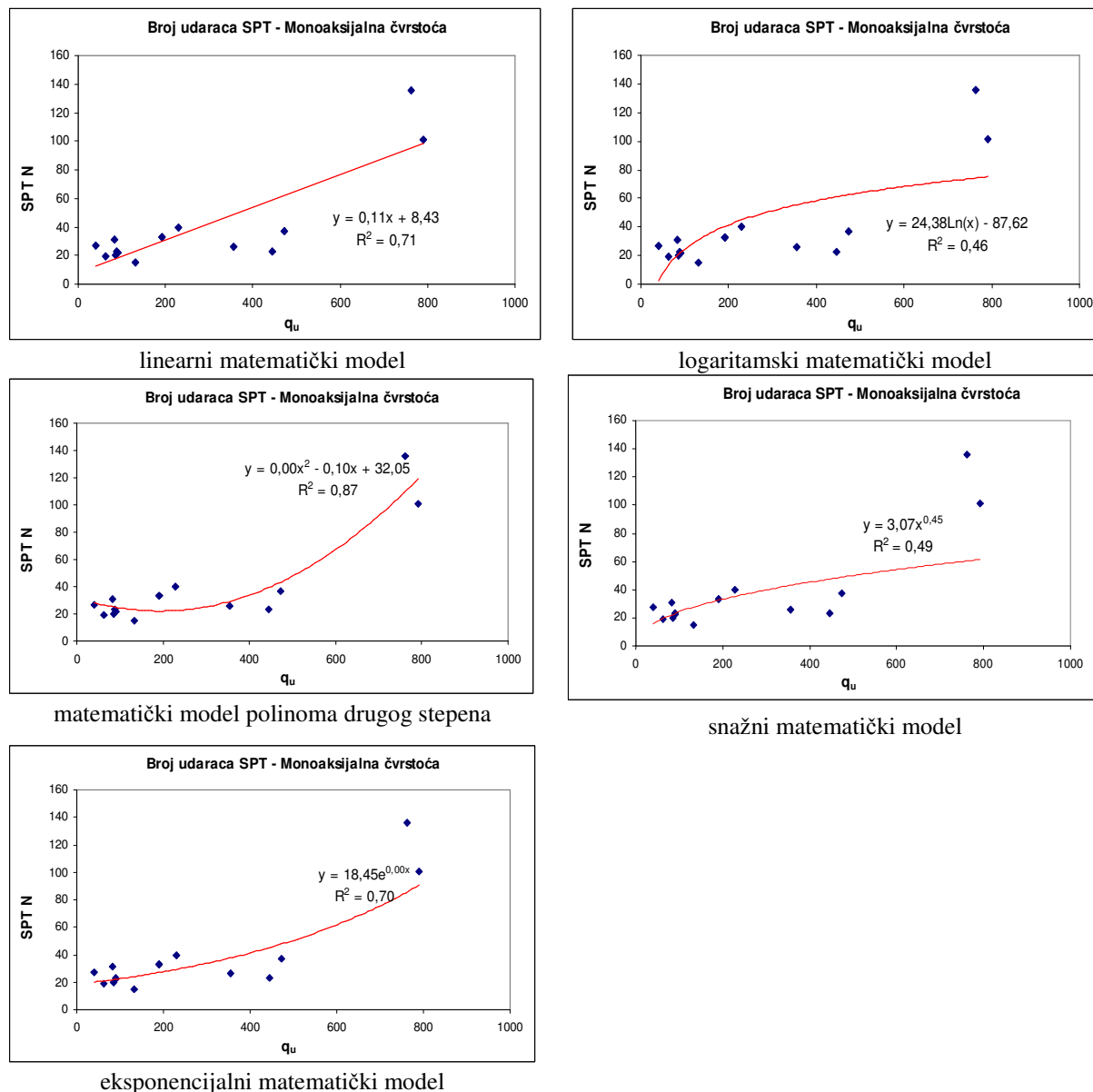
Korelacija je linearna i ima jednačinu:

$$y = 0,8246 \cdot x + 12,71.$$

Koeficijent ograničenja iznosi $R^2 = 0,9537$ i veći je od 0,80 što pokazuje da je korelacija značajno jaka [2].

KORELACIJA IZMEĐU MONOAKSIJALNE ČVRSTOĆE I VRIJEDNOSTI SPT

Na slici 2, prikazana je korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N standardnim penetracionim opitom SPT za svih pet matematičkih modela i to za 20 tačaka dobijenih iz statističke analize podataka sa terena i iz laboratorije.



Slika 2 – Korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N standardnim penetracionim opitom SPT

Figure 2 – Correlation between uniaxial strength's value and number N of standard penetration test SPT

U tabeli 1, dat je pregled dobijenih vrijednosti uspostavljenih korelacija za svaki matematički model.

Analizom rezultata prikazanih u tabeli 1, može se zaključiti da je uspostavljena *jaka* korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N standardnim penetracionim opitom SPT za model polinoma drugog stepena, pošto je vrijednost koeficijenta ograničenja R^2 u ovom matematičkom modelu veći od 0,80.

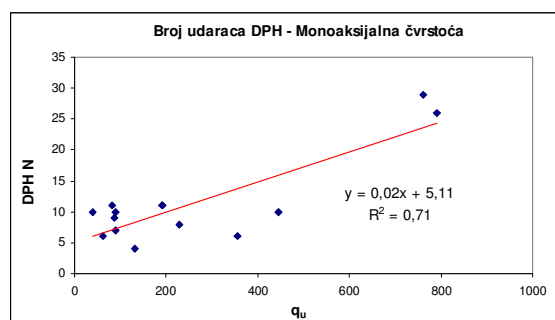
Tabela 1. Pregled dobijenih vrijednosti uspostavljenih korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N standardnim penetracionim opitom SPT

Table 1 Overview of the obtained values of established correlations between the uniaxial strength and N blows obtained using the standard penetration test (SPT)

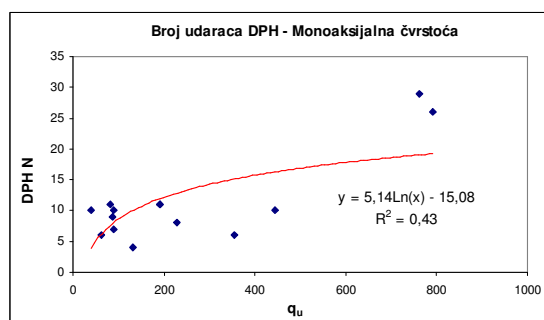
Matematički model	Koeficijent ograničenja R^2	Jednačina
Linearni model	0,71	$y = 0,11x + 8,43$
Logaritamski model	0,46	$y = 24,38\text{Ln}(x) - 87,62$
Model polinoma drugog stepena	0,87	$y = 0,00x^2 - 0,10x + 32,05$
Snažni model	0,49	$y = 3,07x^{0,45}$
Eksponecijalni model	0,70	$y = 18,45e^{0,00x}$

KORELACIJA IZMEĐU MONOAKSIJALNE ČVRSTOĆE I VRIJEDNOSTI DPH

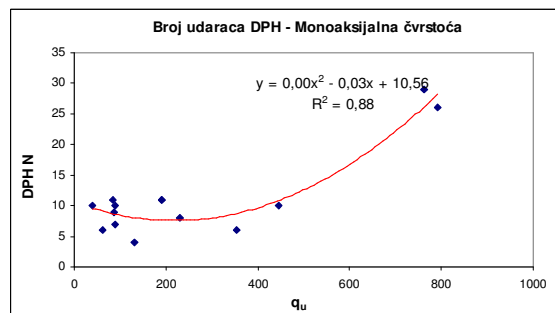
Sljedeća ocjenjena empirijska korelacija je ona između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH. Na slici 3, prikazana je korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH za svih pet matematičkih modela i to za 20 tačaka dobijenih iz statističke analize podataka sa terena i iz laboratorije.



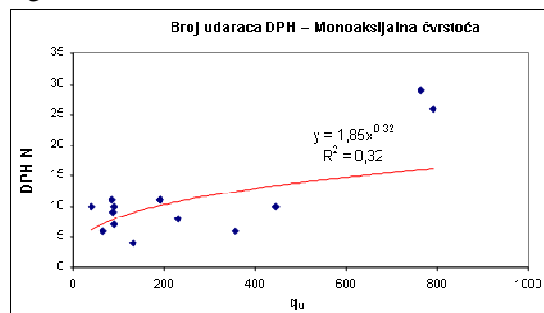
linearni matematički model



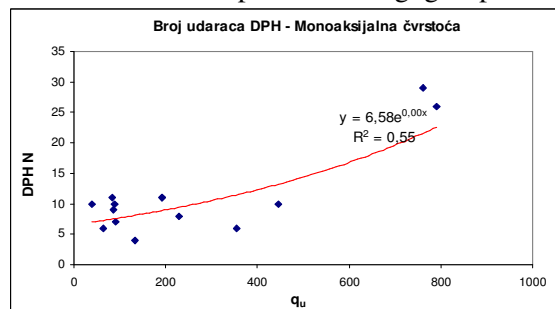
logaritamski matematički model



matematički model polinoma drugog stepena



snažni matematički model



eksponecijalni matematički model

Slika 3. Korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH
Figure 3 Correlation between uniaxial strength's value and number N of dinamic penetration test DPH

U tabeli 3, dat je pregled dobijenih vrijednosti uspostavljenih korelacija za svaki matematički model.

Analizom rezultata prikazanih u tabeli 3, može se zaključiti da je uspostavljena *jaka* korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH za model polinoma drugog stepena, pošto je vrijednost koeficijenta ograničenja R^2 u ovom matematičkom modelu veći od 0,80.

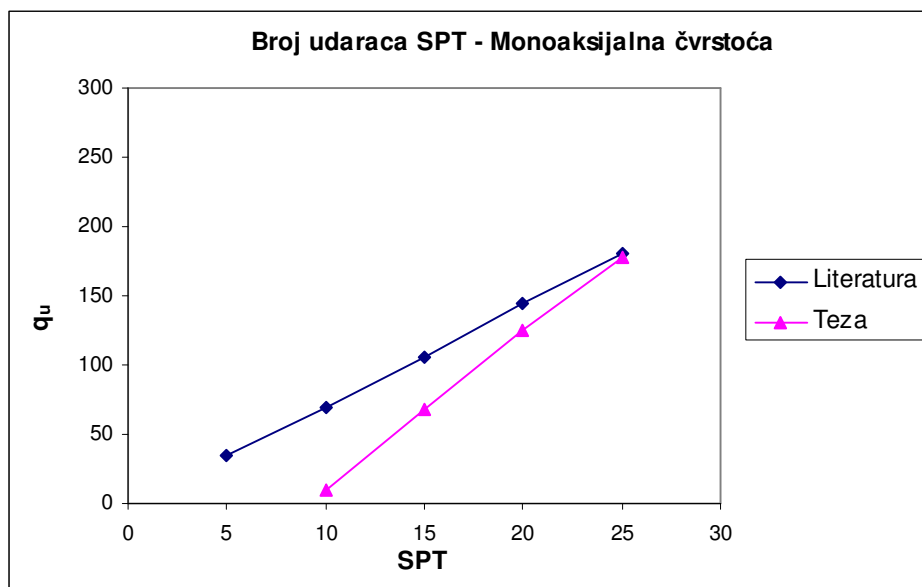
Tabela 3. Pregled dobijenih vrijednosti uspostavljenih korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH
Table 3 Overview of the obtained values of established correlations between the uniaxial strength and N blows obtained using dynamic penetration test DPH

Matematički model	Koeficijent ograničenja R^2	Jednačina
Linearni model	0,71	$y = 0,02x + 5,11$
Logaritamski model	0,43	$y = 5,14\ln(x) - 15,08$
Model polinoma drugog stepena	0,88	$y = 0,00x^2 - 0,03x + 10,56$
Snažni model	0,32	$y = 1,85x^{0,32}$
Eksponecijalni model	0,55	$y = 6,58e^{0,00x}$

UPOREDBA KORELACIJA IZMEĐU MONOAKSIJALNE ČVRSTOĆE I VRIJEDNOSTI SPT

Na slici 4, data je uporedba korelacija između broja udaraca N standardnim penetracionim opitom i monoaksijalne čvrstoće. Plavom linijom je data korelacija iz literature [3], a crvenom linijom korelacija dobijena u ovom radu.

Iz dijagrama se vidi da se linija koja prikazuje korelaciju dobijenu u ovom radu (crvena linija) nalazi ispod linije koja prikazuje korelaciju iz literature (plava linija), ali da se s povećanjem broja udaraca N, te dvije linije približavaju.



Slika 4. Uporedba korelacija između broja udaraca N standardnim penetracionim opitom i monoaksijalne čvrstoće

Figure 4 Comparison of correlations between the number of N blows obtained using the standard penetration test (SPT) and uniaxial strength

Razlog za ovako niske vrijednosti monoaksijalne čvrstoće se smatra nepravilno uzeti neporemećeni uzorci, pošto se uočila praksa na terenu, da se ne koriste kvalitetni tankostijeni uzorkivači, tako da uzorci koji se ispituju u laboratoriji daju niže vrijednosti monoaksijalne čvrstoće.

ZAKLJUČAK

Analizom dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće.

Može se zaključiti da je uspostavljena jaka korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N standardnim penetracionim opitom SPT za model polinoma drugog stepena, pošto je vrijednost koeficijenta ograničenja $R^2 = 0,87$ i veća je od 0,80. Ova korelacija ima jednačinu: $y = 0,0003x^2 - 0,10x + 32,05$.

Može se zaključiti da je uspostavljena jaka korelacija između vrijednosti monoaksijalne čvrstoće i broja udaraca N dinamičkim penetracionim opitom DPH za model polinoma drugog stepena, pošto je vrijednost koeficijenta ograničenja $R^2 = 0,88$ i veća je od 0,80. Ova korelacija ima jednačinu: $y = 0,0003x^2 - 0,03x + 10,56$.

Na osnovu uporedbe korelacija između broja udaraca N standardnim penetracionim opitom i monoaksijalne čvrstoće, može se zaključiti da su vrijednosti dobijene korelacijom iz ovog rada nešto niže od vrijednosti dobijenih iz literature, ali da se s povećanjem broja udaraca N, te vrijednosti približavaju.

Rezultati ovog istraživanja su omogućili uspostavu pouzdanih jakih korelacija između određenih parametara tla, što bi trebalo dovesti do optimizacije broja istražnih radova kod budućih projekata. Ovi rezultati bi trebali imati aplikativnost u praktičnim rješenjima koja bi pojeftinila cijenu istražnih radova po jedinici površine terena.

Na temelju izvršenih analiza i ispitivanja, prikazanih u ovom radu, mogu se dati neki prijedlozi za daljnja razmatranja ovdje sagledane problematike. Potrebno je za isti lokalitet sakupiti sve dostupne podatke terenskih istraživanja i laboratorijskih ispitivanja i rezultati tih ispitivanja uporediti sa korelacijama dobijenim u ovom radu.

Prema dosadašnjim saznanjima, veliki problem je dobiti neporemećeni uzorak, tako da bi se trebalo, u daljim istraživanjima, obratiti veća pozornost na problem uzimanja neporemećenih uzoraka.

LITERATURA

- [1] Grubić, N. (1990). Primjena geotehničkih korelacija u kontroli zemljanih radova. Zagreb. *Građevinar* 42. pp. 385-388.
- [2] Holko, M. J. (2008). Shear Strength Correlations for Ohio Highway Embankment Soil. Ohio, USA. *The Russ College of Engineering and Technology of Ohio University*.
- [3] Dept. of Navy. (1982). Design Manual.