



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



institut za
građevinarstvo

ДЕПАРТМАН ЗА ГРАЂЕВИНАРСТВО

21000 Нови Сад, Фрушкогорска 11
тел.: 021/459-798
факс: 021/459-295

01-192/278

I. OPŠTA DOKUMENTACIJA

II. TEKSTUALNI DEO ELABORATA

I. UVOD

2. VRSTE I OBIM IZVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA TERENA

2.1. Prirodno izvedena istraživanja 9
2.2. Istražno bušenje 9
2.3. Opuštanje 9

ELABORAT O GEOMEHANIČKIM USLOVIMA IZGRADNJE OBJEKTA TEHNOLOŠKOG PARKA FAKULTETA TEHNIČКИХ НАУКА U FRUŠKOGORSKOJ ULICI U NOVOM SADU

3. REZULTATI IZVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA

3.1. Geološka građa terena 9
3.2. Hidrogeološka svojstva terena 9
3.3. Fizičko-mehanička svojstva zastupljenih sedimenata 10

4. GEOTEHNIČKI USLOVI FUNDIRANJA OBJEKTA

4.1. Dozvoljena nosivost tla 10
4.2. Proračun sleganja 12
4.3. Uticaj novoprojektovanog objekta na susedne 13
4.4. Uslovi iskopavanja i formiranje tampona ispod temelja 14

5. ZAKLJUČAK 14

Rukovodilac Departmana,

Prof. dr Vlastimir Radonjanin, dipl.inž. građ.



Dekan FTN,

Prof. dr Ljilja Cosić, dipl.inž.maš.

2. VRSTE I OBIM IZVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA TERENA

2.1. Prethodno izvedena istraživanja

Na predmetnoj mikrolokaciji izvedena su detaljna geomehanička ispitivanja terena 1980. i 1981. godine. Izveden je veći broj terenskih istraživanja, analiza penetracija i bušenja tako da nije bilo nikakve potrebe za dopunskim tim radovima.

ELABORAT

O GEOMEHANIČKIM USLOVIMA IZGRADNJE OBJEKTA TEHNOLOŠKOG PARKA FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA U FRUŠKOGORSKOJ ULICI U NOVOM SADU

1. UVOD

U cilju utvrđivanja geotehničkih uslova izgradnje objekta TEHNOLOŠKOG PARKA Fakulteta tehničkih nauka na parceli broj 3609/1 u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu izveden je potreban obim terenskih istražnih radova, analize postojeće tehničke dokumentacije, proračuni nosivosti i sleganja. Novoprojektovani objekat je spratnosti Su+P+6. U osnovi objekat je nepravilnog oblika (prilog 1). Njegova dužina je 115m u Fruškogorskoj ulici, a u ulici dr Ilije Đuričića je 71m. Investitor je FTN iz Novog Sada. Potrebni konstruktivni detalji vezani za objekat su preuzeti od Projektanta građevinskog dela projekta.

Rezultati istraživanja i ispitivanja terena će poslužiti kao geotehnička podloga za Glavni građevinski projekat izgradnje predmetnog objekta. Izvođač radova je Fakultet tehničkih nauka, Institut za građevinarstvo iz Novog Sada.

Korišćeni su podaci statičkih penetracija, istražnog bušenja, laboratorijskih ispitivanja i kabinetska obrada podataka. Geomehanička ispitivanja su rađena i za veći broj novih objekata u krugu Univerziteta u Novom Sadu i susednim ulicama, što je svakako povoljno uticalo na pouzdanost rezultata ispitivanja.

Na predmetnoj mikrolokaciji ranije su izvedena geomehanička ispitivanja terena u dve faze. Ista su urađena za objekte koji su u osnovi i drugim karakteristikama različiti od objekta koji se analizira u ovom geomehničkom Elaboratu.

Elaborat se sastoji od tekstualnog dela sa potrebnim analizama, odgovarajuće grafičke dokumentacije tj. plana sa rasporedom istražnih radova, inženjerskogeološkog profila terena, i grafičke dokumentacije o penetracionim ispitivanjima. Elaborat je u celini saglasan sa odgovarajućom zakonskom regulativom.

Prema rezultatima koji su prikazani u ovom Elaboratu definisano je sledeće:

- raspored litogenetskih jedinica koje su u konstrukciji terena;
- NPV i njihov uticaj;
- fizičko-mehanička svojstva utvrđenih litogenetskih jedinica;
- dubina i način fundiranja objekta;
- nosivost terena i sleganje objekta;

Na izradi Elaborata učestvovali su:
Prof. dr Milinko Vasić, dipl.ing.geol.
Prof. dr Mitar Đogo, dipl.ing.građ.

2. VRSTE I OBIM IZVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA TERENA

2.1. Prethodno izvedena istraživanja

Na predmetnoj mikrolokaciji izvedena su detaljna geomehanička ispitivanja terena 1980. i 1981. godine. Izveden je veliki broj terenskih opita statičke penetracije i bušotina tako da nije bilo nikakve potrebe za dopunskim tim radovima.

2.2. Istražno bušenje

Na predmetnoj mikrolokaciji zgrade FTN-a u Fruškogorskoj ulici izvedeno je ukupno 9 istražnih bušotina dubine od 13 do 20m. Ti podaci su korišćeni u ovom Elaboratu.

2.3. Opiti statičke penetracije

Izvedeno je ukupno 16 opita statičke penetracije holandskim penetrometrom tipa GOUDA, kapaciteta 100kN i 200kN. Brzina prodiranja konusa pri opitu bila je konstantna i iznosila je $v=2$ cm/s. Opiti statičke penetracije su urađeni do dubine 23m. Penetraciono ispitivanje je izvedeno 1980. i 1981. godine. Rezultati opita statičke penetracije su prikazani u prilogu 2.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ISPITIVANJA

3.1. Geološka građa terena

Na mikrolokaciji objekta TEHNOLOŠKOG PARKA FTN-a u Fruškogorskoj ulici utvrđen je litogenetski sastav terena koga izgrađuju: nasip u površinskom delu i dublje aluvijalni sedimenti Dunava. Ukupna debljina aluviona nije utvrđena ovim ispitivanjima, a na bazi prethodne dokumentacije može se pouzdano tvrditi da je njegova debljina oko 26m. Sa stanovišta interakcije objekta i terena dubina obuhvaćena izvedenim ispitivanjima je dovoljna. Podinsku zonu aluvijalnih sedimenta čine u donjem delu šljunkovi i peskovi, a u gornjem delu peskovi sa pojedinačnim zrnima šljunka.

Do dubine 23 m, do koje su izvedena penetraciona ispitivanja i istražno bušenje, u konstrukciji terena zastupljene su sledeće sredine:

0.00-2.30 m – Nasip – građevinski šut, humus i nasuti pesak.

2.30-3.90 m – Aluvijalno barska peskovita prašina, muljevita.

3.90-23.0 m – Aluvijalni pesak, u dubljoj zoni šljunak.

3.2. Hidrogeološka svojstva terena

Na ispitivanom terenu, u aluvijalnim sedimentima, formirana je stalna slobodna izdan. Gornja granica te izdani (NPV) je relativno pravilna i u direktnoj je hidrauličkoj vezi sa Dunavom, tj. kolebanja nivoa rečnog toka direktno se odražavaju na režim NPV. Ovim istraživanjima nije se mogao precizno definisati maksimalni NPV niti režim oscilovanja NPV, zbog relativno kratkog roka u kome su izvedena istraživanja, niti je to bilo predviđeno ovim istraživanjima. Merenjima u toku izvođenja terenskih istražnih radova, 1980. i 1981. godine NPV je bio na dubini oko 6m (kota 70.7m).

Prema Urbanističkim uslovima max NPV je na koti 76.7m. To podrazumeva da su isključeni svi reni bunari pored Dunava na izvorištu Štrand. Naime, registrovane relativno velike dubine do NPV-a, 1980. i 1981. godine, su posledica crpljenja i rada tih bunara. Izvesno je da je kapacitet crpljenja na reni bunarima smanjen i da je smanjena dubina do NPV-a. U vreme izrade ovog Elaborata dubina do NPV-a je bila 3.5m.

3.3. Fizičko-mehanička svojstva zastupljenih sedimenata

Aluvijalni sedimenti Dunava su u području Novog Sada i na predmetnoj mikrolokaciji detaljno ispitivani u laboratorijskim uslovima. Fizičko mehanička svojstva i podaci tj. parametri tih svojstava, u formi prethodnih i novodobijenih podataka, su korišćeni za potrebne analize geotehničkih uslova fundiranja predmetnog objekta. Posebna pažnja je poklonjena opitima statičke penetracije. Opitima statičke penetracije dobijene su vrednosti otpornosti na prodor konusa, a rezultati su detaljno prikazani na prilogima 2.

4. GEOTEHNIČKI USLOVI FUNDIRANJA OBJEKTA

4.1. Dozvoljena nosivost tla

Za proračun granične nosivosti primenjen je obrazac Brinch-Hansen-a. Korišćenjem globalnog faktora sigurnosti dobija se dozvoljena nosivost tla.

$$q_f = c N_c s_c d_c i_c + \gamma_1 D_f N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

gde je:

q_f	=granično opterećenje tla
c	=kohezija
γ_1	=zapreminska težina tla iznad kontaktne površi
γ_2	=zapreminska težina tla ispod kontaktne površi
D_f	=dubina fundiranja
B	=širina temelja
N_c, N_q, N_γ	=faktori nosivosti
d_c, d_q, d_γ	=faktori dubine fundiranja
s_c, s_q, s_γ	=faktori oblika temelja
i_c, i_q, i_γ	=faktori zakošenosti opterećenja

$$N_c = \left[e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi} \cdot \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) - 1 \right] \cdot \text{ctg} \varphi = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \varphi$$

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + 0.2 \frac{B}{L}; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L};$$

$$D_f \leq B \quad d_c = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}; \quad d_q = 1 + 0.2 \cdot \text{tg} \varphi \cdot (1 - \sin \varphi)^2 \cdot \frac{D_f}{B}; \quad d_\gamma = 1.0;$$

$$D_f > B \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \text{atg} \frac{D_f}{B}; \quad d_q = 1 + 0.2 \cdot \text{tg} \varphi \cdot (1 - \sin \varphi)^2 \cdot \text{atg} \frac{D_f}{B}; \quad d_\gamma = 1.0;$$

za vertikalno opterećenje $i_c = i_q = i_\gamma = 1.0$

Usvojen je globalni faktor sigurnosti $F_s = 3.0$.

Merodavni parametri čvrstoće na smicanje su određeni iz rezultata opita statičke penetracije pošto se klizna ravan formira u sloju srednje zbijenih peskova.

ugao trenja tla $\varphi = 28^\circ$
kohezija $c = 0 \text{ kPa}$

Proračuni nosivosti su sprovedeni sa nivoom podzemne vode u nivou kote površine terena. Zapreminska težina tla u potopljenom stanju je $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$.

Analizirana je varijanta fundiranja na temeljnoj ploči. Dimenzije temeljne ploče su preuzete od Projektanta. Proračun nosivosti i sleganja je urađen za zamenjujuću temeljnu ploču pravougaonog oblika $B/L = 100\text{m}/45\text{m}$. Merodavna dubina fundiranja je 4.2m.

PRORAČUN NOSIVOSTI PLITKIH TEMELJA PO BRINCH HANSEN-U

OBJEKAT: TEHNOLOŠKI PARK FTN-a u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu

$\varphi = 28^\circ$

$c = 0.00 \text{ kPa}$

$D_f = 4.20 \text{ m}$

$\gamma'_1 = 10.00 \text{ kN/m}^3$

$\gamma'_2 = 10.00 \text{ kN/m}^3$

$B = 45.0\text{m}$

Zakošenost opterećenja

$\delta = 0$

$R_{\text{Meyerhof}} = 1.00$

$L = 100\text{m}$

oblik temelja: PRAVOUGAONIK

Faktori nosivosti

$N_c = 25.80$

$N_q = 14.72$

$N_\gamma = 10.94$

Faktori oblika

$s_c = 1.090$

$s_q = 1.090$

$s_\gamma = 0.820$

Faktori dubine

$d_c = 1.037$

$d_q = 1.003$

$d_\gamma = 1.000$

Faktori zakošenosti

$i_c = 1.000$

$i_q = 1.000$

$i_\gamma = 1.000$

 $q_{\text{doz}} = 898 \text{ kPa}$

4.2. Proračun sleganja

Teren u zoni sadejstva sa objektom izgrađuju peskovi. Sleganje će se u celini obaviti u toku izgradnje objekta. Inicijalna komponenta sleganja temeljnog tla je sračunata po formuli:

$$w = \frac{p_r \cdot B}{E} \cdot I_w$$

pri čemu je:

- p_r -redukovano kontaktno naprezanje
- B -širina temelja
- E -modul linearne deformacije
- I_w -koeficijent bez dimenzija za proračun sleganja

Na osnovu dimenzija temelja i podataka o tlu primenjeno je pri proračunu rešenje za sloj ograničene debljine. Rasprostiranje vertikalnih napona i sleganja su određeni na osnovu izraza za sloj ograničene debljine. Pri proračunu su korišćeni sopstveni računarski programi.

Usvaja se modul deformacije sloja ograničene debljine na osnovu prosečne vrednosti otpora konusa u statičkoj penetraciji $E = \alpha R_p$. (ovde je usvojena vrednost za $\alpha = 5-8$ u zavisnosti od vrste tla i nivoa napona).

Ukupno dodatno opterećenje je $p = 160 \text{ kPa}$, a redukovano kontaktno naprezanje je $p_r = 160 - 4.2 \times 15 = 97 \text{ kPa}$. Na bazi geotehničkog profila, rasprostiranja napona i dimenzija temelja usvojena je debljina stišljivog sloja 22m.

OBJEKAT: TEHNOLOŠKI PARK FTN-a u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu

RASPROSTIRANJE NAPONA PO DUBINI $z=0$ u kontaktnoj površi

$L(\text{m}) = 100.00$

$B(\text{m}) = 45.00$

$X(\text{m}) = 0.00$

$Y(\text{m}) = 0.00$

$p_r(\text{kPa}) = 97$

z (m)	dod. nap. (kPa)
0.00000	97.00000
0.50000	96.99953
1.50000	96.98736
2.50000	96.94201
3.50000	96.84303
4.50000	96.67227
5.50000	96.41463
6.50000	96.05841
7.50000	95.59554
8.50000	95.02155
9.50000	94.33532
10.50000	93.53872

11.50000	92.63615
12.50000	91.63400
13.50000	90.54021
14.50000	89.36369
15.50000	88.11394
16.50000	86.80067
17.50000	85.43355
18.50000	84.02188
19.50000	82.57452
20.50000	81.09969
21.50000	79.60498

Ekvivalentni modul deformacije se određuje po Gorbunov Possadov-u na osnovu izraza:

$$E_{ekv} = \frac{\sum \sigma_i \cdot H_i}{\sum \frac{\sigma_i \cdot H_i}{E_i}}$$

gde je:

- σ_i - dodatni napon na posmatranoj dubini
- H_i - debljina lamele
- E_i - modul deformacije na posmatranoj dubini

Usvojena vrednost ekvivalentnog modula deformacije po Gorbunov-Possadov-u za temelj dimenzija 100x45 je $E_{ekv}=37.8\text{MPa}$, a Poisson-ov koeficijent je $\mu=0.3$.

U nastavku su date vrednosti izračunatog sleganja temeljne ploče. Broj članova u dvostrukim Fourier-ovim redovima je $m=n=1000$.

Sleganje karakteristične tačke temeljne ploče

OBJEKAT: TEHNOLOŠKI PARK FTN-a u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu

L(m)= 100.000

B(m)= 45.000

H(m)= 22.000

x(m)= 16.650

y(m)= 37.000

z(m)= 22.000

E(kPa)= 37800.000

poas.koef= 0.30

p(kPa)= 97.000

w(cm)= 3.69

Računsko sleganje je 37mm.

4.3. Uticaj novoprojektovanog objekta na susedne

U kontaktu sa novoprojektovanim objektom nema susednih objekata.

4.4. Uslovi iskopavanja i formiranje tampona ispod temelja

Iskop za temeljenje objekta će se vršiti u prašinsto-peskovitom materijalu, mašinski ili ručno. Prema klasifikaciji zemljišta GN-200 u pogledu "zemljanih radova" teren pripada II kategoriji.

Po završetku iskopa izvesti tampon šljunka debljine 20cm. Zbijenost tampona šljunka ispod temelja treba da bude 30MPa, a što će biti kontrolisano opitnom pločom na 8 mesta u vreme ugradnje i zbijanja.

Bočne strane iskopa je neophodno obezbediti čeličnim talpama dužine 8m ili drugim projektnim rešenjima, što će biti precizirano u Glavnom građevinskom projektu.

Prema podacima o podzemnoj vodi (dubina do NPV-a je 3.5m), u vreme izrade Elaborata, iskop će se izvoditi u podzemnoj vodi. U tim uslovima NPV-a, biće potrebno isti snižavati depresionim bunarima i to do nivoa koji je za 0.5m dublji od dubine iskopa. Tehnička rešenja vodosniženja biće data u projektu sniženja NPV-a. Prema rezultatima geomehaničkih ispitivanja biće neophodno izvođenje 5 do 7 depresionih bunara dubine do 20m uobičajenih konstrukcija.

5. ZAKLJUČAK

- Na osnovu izvedenih terenskih istraživanja, laboratorijskih ispitivanja i izvedenih analiza sigurno se može tvrditi da će zona sadejstva objekat-teren-objekat za zgradu TEHNOLOŠKOG PARKA FTN-a u Fruškogorskoj ulici biti u peskovima povoljnih svojstava. Ispitivanjima nisu registrovane zone-slojevi tla nepovoljnih svojstava na dubini većoj od 3.9m. Loše tlo, koje je utvrđeno do dubine 3.9m, će biti uklonjeno tokom iskopa temeljne jame.

- Režim NPV-a je u funkciji oscilovanja nivoa vode u Dunavu. Dubina do NPV-a u vreme izrade Elaborata je bila 3.5m.

- Na bazi podataka koji su dobijeni ispitivanjima, kao i terenskim opitom statičke penetracije, izračunata je nosivost tla u iznosu od 898kN/m².

- Izračunato sleganje novoprojektovanog objekata je 37mm. Sleganja će se obaviti u fazi izgradnje objekta.

- Za iskop i rad u suvoj temeljnoj jami biće neophodno sniženje NPV-a sa 5 do 7 depresionih bunara.

- Za obezbeđenje stabilnosti bočnih strana iskopa temeljne jame biće neophodno izvesti čelične talpe dubine 8m ili stabilnost obezbediti nekim drugim tehničkim rešenjem, a što će biti precizirano u Glavnom građevinskom projektu.

- Pre izvođenja temeljne ploče neophodno je izvršiti zbijanje tamponskog sloja šljunka debljine 20cm do postizanja modula stišljivosti od 30MPa. Kontrolu zbijenosti izvršiti opitom pločom na 8 mesta.

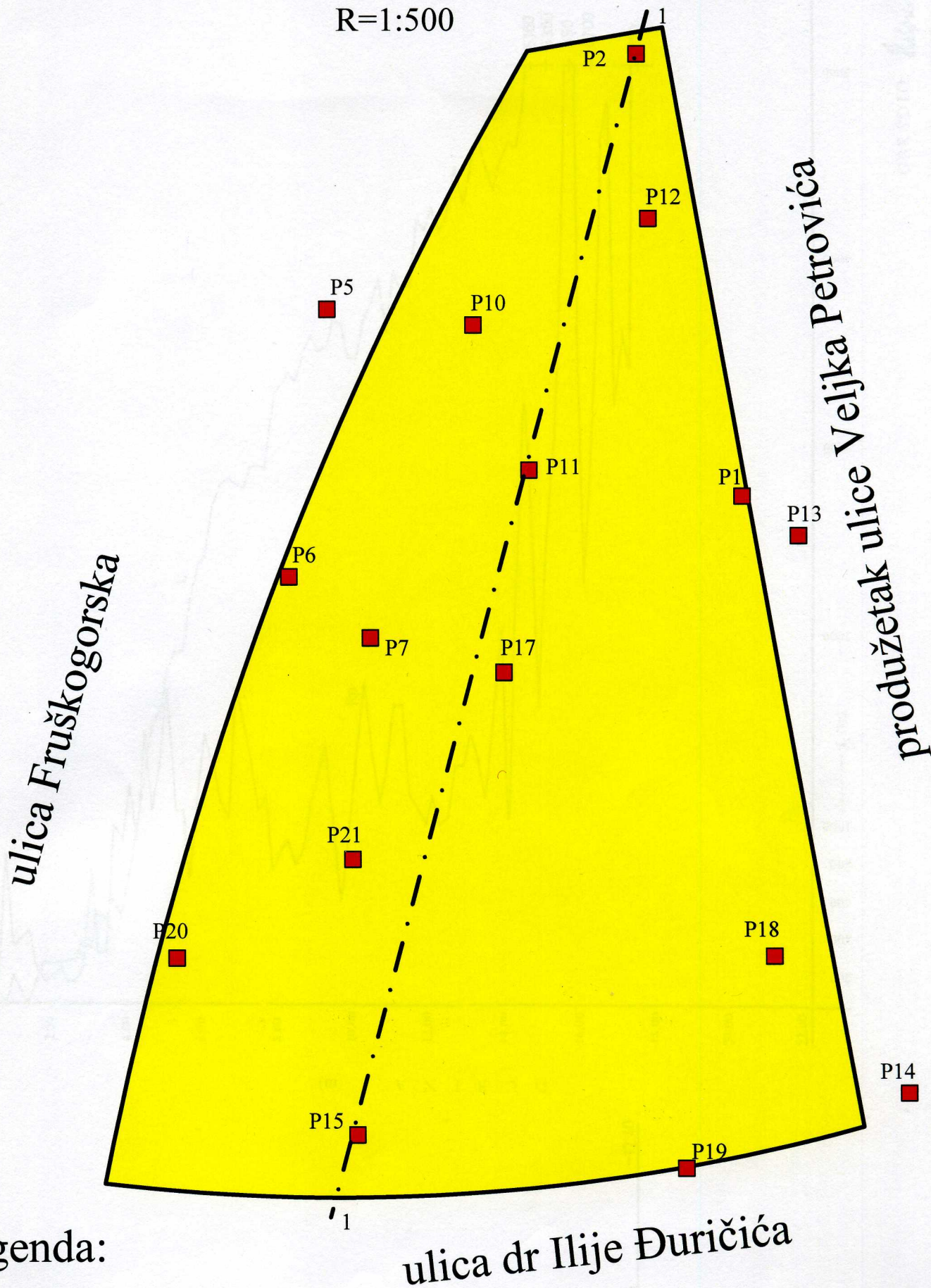

Prof. dr Milinko Vasić, dipl.ing.geol.


Prof. dr Mitar Đogo, dipl.ing.građ.

SITUACIJA SA RASPOREDOM ISTRAŽNIH RADOVA

Objekat FTN u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu

R=1:500



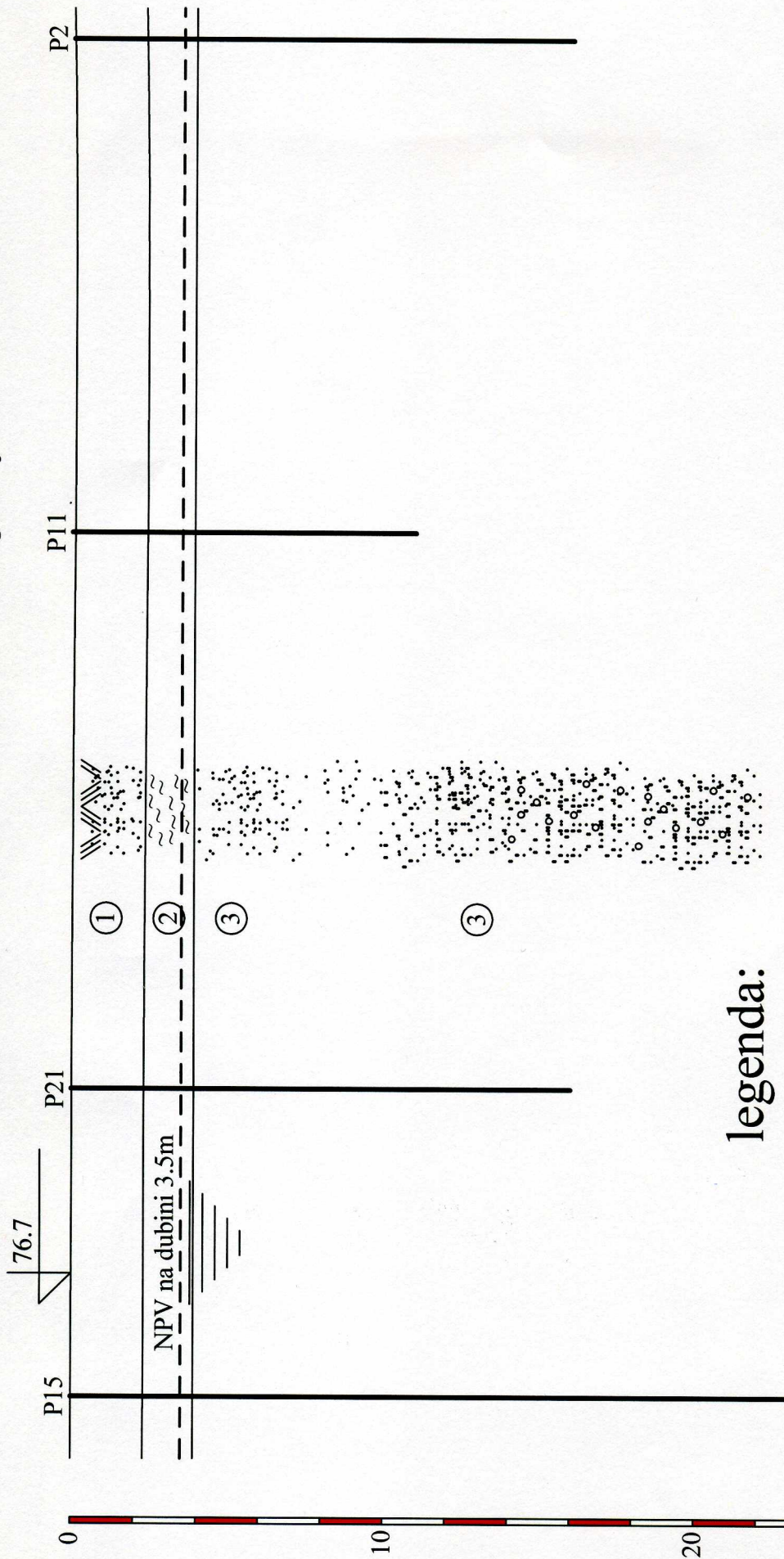
legenda:

■ P1 - statička penetracija

GEOTEHNIČKI PRESEK TERENA 1-1

$R_v=1:200$; $R_v=1:500$

Objekat FTN-TEHNOLOŠKI PARK u Fruškogorskoj ulici u Novom Sadu



legenda:

- ① NASIP - GRAĐEVINSKI ŠUT, HUMUS I NASUTI PESAK
 - ② ALUVIJALNO BARSKA PESKOVITA PRAŠINA, MULJEVITA
 - ③ ALUVIJALNI PESAK, U DUBLJOJ ZONI ŠLJUNAK
- NPV - Nivo podzemne vode
P15 - Statička penetracija