

IZGRADNJA

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE,
SAVEZA ARHITEKATA SRBIJE, DRUŠTVA ZA MEHANIKU TLA I FUNDI-
RANJE SRBIJE, UDRUŽENJA URBANISTA SRBIJE
11000 Beograd, Kneza Miloša 7a, Srbija

Broj **1-2**
Januar-februar 2008.

SADRŽAJ

140 godina Saveza inženjera Srbije i I kongres inženjera Srbije, Branko BOJOVIĆ, dipl. inž. arh.	3
Akademik prof. dr Dušan MILOVIĆ, dipl. inž. građ. i prof. dr Mitar ĐOGO, dipl. inž. građ.: Ponašanje temeljne ploče pri dejstvu neravnomernog opterećenja Originalni naučni rad Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) str. 7-16	7
Prof. dr Predrag V. MILOŠEVIĆ, dipl. inž. arh.: Treći, prekodunavski Beograd Pregledni rad Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) str. 17-28	17
Prof. dr Verka PROLOVIĆ, dipl. inž. građ., Miroljub SAMARDAKOVIĆ, dipl. inž. građ., asistent mr Zoran BONIĆ dipl. inž. građ., Nebojša DAVIDOVIĆ, dipl. inž. građ., Elefterija ZLATANOVIĆ, dipl. inž. građ., Iva DESPOTOVIĆ, dipl. inž. građ.: Analiza geotehničkih uslova temeljenja i metoda proračuna temeljnih konstrukcija novoizgrađenih mostova na području grada Niša Pregledni rad Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) str. 29-38	29
Dr Mumen ABUARKUB, dipl. inž. arh.: Pod kao deo enetrijera palestinske tradicionalne kuće Stručni rad Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) str. 39-44	39
Arhitektura...	
• Arhitektura domorodačke tradicije - vrghunska dela domaće urboarhitekture izvan vidokruga svet-skih autoriteta, Dr Aleksandar MILENKOVIĆ, dipl. inž. arh.	45
• Obrakoder "Herst" korporacije, lorda Normana Foster, dobitnika nagrade Američke korporacije "Zelene zgrade" grada Njujorka, Dr Mirjana LUKIĆ, dipl. inž. arh.	49
Sa puta u Peru	
• Vozom na visinu od 4800 metara. Građevinarstvo Perua kroz vekove, Mr Joza TUCAKOV, dipl. inž. građ.	51
Vesti i saopštenja	
• VI simpoziju "Procedure i problematika izgradnje objekata"	55
• V kongres ciglarske industrije Srbije	57
• Zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija	58
Knjige, časopisi...	
• Sremski Karlovci i dalje - Prestolni centri Karlovačke Mitropolije Novi pogledi (autor Velimir Lj. Čerimović), Predrag V. MILOŠEVIĆ	59
• Ekonomske osnove urbanog razvoja (autor: Ivo Š. Marinić), Prof. dr Svetlana VUKOVIĆ	60

IZGRADNJA

MONTHLY REVIEW - CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE UN-
IONS, SOIL MECHANICS AND FOUNDATION SOCIETY, TOWN PLAN-
NING ASSOCIATION
11000 Beograd, Kneza Miloša 7a, Serbia

Number **1-2**
January-February, 2008

CONTENTS

140 th Anniversary of the Union of Engineers of Serbia and the First Congress of Engineers of Serbia - At the Beginning of 2008, Branko BOJOVIĆ, Arch.	3
Academian prof. Dušan MILOVIĆ, Civ. Eng. Ph.D., and prof. Mitar ĐOGO, Civ. Eng., Ph.D.: Behaviour of Raft Foundation Under Non-Uniform Loading Originaly scientific paper Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) pp 7-16	7
Prof. Predrag V. MILOŠEVIĆ, Arch. Ph.D.: Third, Transdanubeian Belgrade Review paper Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) pp 17-28	17
Prof. Verka PROLOVIĆ, Civ. Eng., Ph.D., Miroljub SAMARDAKOVIĆ, Civ. Eng., Ph.D., Zoran BONIĆ Civ. Eng., M.Sc., Nebojša DAVIDOVIĆ, Civ. Eng., M.Sc., Elefterija ZLATANOVIĆ, Civ. Eng., Iva DESPOTOVIĆ, Civ. Eng.: Analysis of Geotechnical Conditions and Calculation Methods for founding the Structures of the Newly Built Bridges in the Area of the City of Niš Review paper Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) pp 29-38	29
Mumen ABUARKUB, Arch., Ph.D.: The Floor as an Integral Part of the Interior of the Palestinian House Professional paper Bibliid: 0350-5421, 1-2 (2008) str. 39-44	39

IZGRADNJA

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE,
SAVEZA ARHITEKATA SRBIJE, DRUŠTVA ZA MEHANIKU TLA I
FUNDIRANJE SRBIJE, UDRUŽENJA URBANISTA SRBIJE, BEOGRAD

REDAKCIONI ODBOR:

Dimitrije Mladenović, predsednik, Branko Bojović, Miloš Bojović, Zoran Lazović, Milan Maksimović, Dušan Milošević, Slobodan Otović, Živojin Prašćević, Ljubinko Pušić, Darko Radović, Tomislav Radojičić, Miodrag Ferenčak

V.D. GLAVNOG I ODGOVORNOG UREDNIKA:

Branko Bojović

UREĐIVAČKI ODBOR:

Branko Bojović, v.d. glavnog i odgovornog urednika,
Živojin Prašćević

SEKRETAR REDAKCIJE:

Svetlana Urošević

MARKETING:

Dušan Milosavljev

TEHNIČKI UREDNIK:

Mirjana Rapajić

IZDAVAČ:

Časopis "Izgradnja", Saveza građevinskih inženjera i tehničara Srbije, Saveza arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Udruženja urbanista Srbije, Beograd, Kneza Miloša 7a/II, tel/fax: 3243-563, E-mail: izgradnja@sezampro.yu, tekući račun: 295-1204304-62 kod "Srpske banke" a.d. Beograd.

ŠTAMPA: "Hektor print", Novi Beograd

CIP – Каталогизacija u publikaciji
Народна библиотека Србије, Београд
624+71/72(05)
ISSN 0350-5421 = Izgradnja
COBISS.SR-ID 55831



INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE

Kneza Miloša 9, 11000 Beograd
www.ingkomora.org.yu info@ingkomora.org.yu

Časopis "Izgradnja" izlazi uz finansijsku podršku
Inženjerske komore Srbije

GENERALNI SPONZORI



Javno komunalno preduzeće
BEOGRADSKI VODOVOD I KANALIZACIJA
11000 BEOGRAD, Deligradska 28
Tel. 011/3606-606 (0-24 h)
E-mail: info@bvk.co.yu



GRADSKI ZAVOD ZA VEŠTAČENJA
11000 BEOGRAD, Svetozara Markovića 42
Telefoni: 2683-065, 2682-892, 2683-791
Telefax: 2646-552
E-mail: office@gzv.co.yu; www.gzv.co.yu



МАШИНОПРОЈЕКТ "МАШИНОПРОЈЕКТ КОПРИНГ"

11000 BEOGRAD, Dobrinjska 8a
Tel. 011/3635-700, Fax: 011/2643-995
E-mail: office@masinoprojekt.co.yu
www.masinoprojekt.co.yu

OBAVEŠTENJE AUTORIMA I SARADNICIMA

Časopis "Izgradnja" objavljuje naučne i stručne radove i ostale priloge iz oblasti građevinarstva, arhitekture, urbanizma i industrije građevinskog materijala. Radovi se kategorizuju prema sledećim međunarodno priznatim pravilima:

A. NAUČNI I STRUČNI RADOVI

1. Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate izvornih istraživanja; u njemu su naučne informacije tako izložene da se eksperiment može ponoviti i tom prilikom postići opisani rezultati unutar dozvoljenih granica eksperimentalne greške, odnosno sa tačnošću koju navodi autor. Za takav rad mora postojati mogućnost da se ponove autorova opažanja, teoretski izvodi, analize i proračuni i da se zauzmu stavovi i donesu mišljenja o autorovim zaključcima i rezultatima.

2. Prethodno saopštenje je naučni rad koji sadrži jedan ili više naučnih podataka koji zahtevaju hitno objavljivanje; to saopštenje ne mora imati dovoljno pojedinosti koje omogućavaju ponavljanje ili potpunu proveru rezultata. U ovu kategoriju radova razvrstavaju se, ako sadrže naučne doprinose, ili kraće kritike, komentari i beleške o nekom publikovanom radu ili naučnom problemu.

3. Pregledni rad je naučni rad koji sadrži celovit izveštaj o nekom posebnom pitanju ili području a sastavljen je na osnovu publikovanih informacija, koje su za tu priliku sakupljene, analizirane i objašnjene. Autor je dužan da pruži što potpunije podatke o publikovanim radovima koji su bitnije doprinele razvoju određenog pitanja ili područja, odnosno koji bi tom razvoju doprinele da nisu prevideveni ili zanemareni.

4. Stručni rad predstavlja korisne priloge iz područja struke a iznesena zapažanja ne moraju predstavljati stručnu novost u širem smislu; to su korisna i vredna iskustva u primeni poznatih naučnih dostignuća koja

doprinosu širenju stručnih znanja i njihovom ispravnom korišćenju u praksi graditeljstva.

B. OSTALI PRILOZI

Ostali prilozima obuhvataju prikaze projektnih rešenja, gradilišta, pogona i fabrika, stručne prikaze i osvrtne na pojedine aktuelne teme i pitanja iz oblasti građevinarstva, arhitekture, urbanizma i industrije građevinskog materijala, poglede i mišljenja, napise iz istorije struke i graditeljstva, prikaze knjiga, bibliografske, društveno stručne i komercijalne informacije, naučne i stručne zanimljivosti i dr.

Naučni i stručni rad mora biti originalan, još neobjavljen, i ne sme biti istovremeno ponuđen drugom časopisu. Autor je odgovoran za izneseni sadržaj i mora sam obezbediti eventualno potrebne saglasnosti za objavljivanje nekih podataka, slika ili fotosa koje koristi u radu. Rukopisi radova se recenziraju. Recenzent predlaže kategorizaciju rada a odluku donosi Uredivački odbor časopisa.

Radovi i ostali prilozima mogu imati obim do jednog autorskog tabaka (30.000 slovnih znakova); oni mogu biti duži samo uz saglasnost Uredništva Časopisa. Uredništvo zadržava pravo da, saglasno uređivačkoj politici Časopisa i/ili mišljenju recenzenta, donese odluku o prihvatanju ili neprihvatanju za objavljivanje svakog pojedinog predloženog rada ili priloga.

Za detaljna tehnička uputstva o pripremi rukopisa autori treba da se obrate Redakciji Časopisa. Rukopisi se predaju u dva primerka, sa rezimeom obima do 100 reči. Na kraju rezimea autor treba da navede do šest ključnih reči. Prevod rezimea na engleski jezik obezbeđuje Redakcija Časopisa. Za objavljene radove i priloge rukopisi se ne vraćaju.

Uz naslov rada ili priloga treba napisati puno prezime i ime autora, njegovo stručno i naučno zvanje, naziv ustanove ili preduzeća u kome radi i adresu stana. Autori radovi i priloga dobijaju besplatno jedan primerak Časopisa u kome je rad objavljen.

ANALIZA GEOTEHNIČKIH USLOVA TEMELJENJA I METODA PRORAČUNA TEMELJNIH KONSTRUKCIJA NOVOIZGRAĐENIH MOSTOVA NA PODRUČJU GRADA NIŠA

ANALYSIS OF GEOTECHNICAL CONDITIONS AND CALCULATION METHODS FOR FOUNDING THE STRUCTURES OF THE NEWLY BUILT BRIDGES IN THE AREA OF THE CITY OF NIŠ

UDK: 624.15.001.2:624.2

Pregledni rad

Prof. dr Verka PROLOVIĆ, dipl. inž. građ.
Prof. dr Miroljub SAMARDAKOVIĆ, dipl. inž. građ.
Asistent mr Zoran BONIĆ, dipl. inž. građ.
Asistent mr Nebojša DAVIDOVIĆ, dipl. inž. građ.
Elefterija ZLATANOVIĆ, dipl. inž. građ.
Iva DESPOTOVIĆ, dipl. inž. građ.

REZIME

U periodu od nekoliko poslednjih godina grad Niš je dobio više novih mostova na čijem su projektovanju i izvođenju zapaženi samostalni i kreativan doprinos dali stručnjaci Instituta za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu. U prvom delu rada prikazana je metodologija pripreme geotehničkih podloga sa sadržajem neophodnih istraživanja i ispitivanja, kao i primenom razvijenih programskih sistema Geo Data 1 i 2 u cilju utvrđivanja geotehničkih uslova temeljenja predmetnih mostova. Drugi deo rada sadrži pregled metoda proračuna uz odgovarajuće modeliranje u sistemu temeljna konstrukcija-tlo, kao i analizu pri tom dobijenih rezultata.

Ključne reči: mostovi, geotehnička istraživanja, temelji mostova, bušeni šipovi, metode proračuna.

SUMMARY

During the previous several years, the city of Niš obtained several new bridges, whose design and construction was notably contributed by independent and creative work of the professionals of the Institute of Civil Engineering and Architecture of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš. The first part of this paper presents the methodology used for preparing layouts and necessary investigations and examinations that were carried out, as well as applied developed software systems Geo Data 1 and 2, for the purpose of determining geotechnical conditions for founding the mentioned bridges. The second part of the paper contains an overview of construction methods together with corresponding modeling in founding the structure-soil system, as well as the analysis of obtained results.

Key words: bridges, geotechnical exploration, bridge foundations, drilled piles, calculation methods.

1. UVOD

Jezgro grada Niša podeljeno je rekom Nišavom i njenom pritokom Gabrovačkom rekom na tri dela. Severni deo grada na desnoj obali Nišave imao je veoma otežanu komunikaciju sa ostalim delovima grada. Godinama je i pešački i drumski saobraćaj bio usmeren ka mostovima u samom centru grada (most preko Nišave kod Tvrđave i most Mladosti preko Nišave). Preostali deo grada na levoj obali Nišave, centralni deo grada podeljen na dva dela Gabrovačkom rekom, imao je lakšu komunikaciju jer je to mnogo manja reka u odnosu na Nišavu. Međutim, i tu je godinama glavna veza bila preko mostova u blizini Čele Kule.

Kada su sredinom 80-tih godina stvorene mogućnosti za početak radova na uređenju korita Nišave i kada je uveliko počela gradnja novih velikih gradskih saobraćajnica, planirana je i gradnja više novih mosto-

va. Prvo je izgrađen most "Proleterska" preko reke Nišave, a zatim nekoliko mostova preko Gabrovačke reke.

Mostovi koji su građeni preko Nišave u nekoliko poslednjih godina, a koji su i predmet razmatranja u ovom radu (most na Bulevaru "Mediana", pešački viseći most kod Gradske toplane), nalaze se na uzvodnom delu reke Nišave gde se i grad širio sa ciljem povezivanja njegovih delova na levoj i desnoj obali.

Značajan doprinos u projektovanju i izvođenju navedenih mostova dali su stručnjaci Instituta za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, posebno sa Odeljenja za konstrukcije, građevinsku geotehniku i ispitivanje konstrukcija.

U prvom delu, ovaj rad ima za cilj da istakne značaj i problematiku projektovanja i proračuna donjeg stroja novoizgrađenih mostova na području grada Niša zajedno sa prikazom savremene metodologije pri-

Adresa autora: Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, 18000 Niš, Aleksandra Medvedeva 14



Slika 1. Plan grada Niša sa naznačenim pločajima postojećih (p) i novoizgrađenih (n) mostova

preme geotehničkih podloga i metoda proračuna za usvojena rešenja.

2. IZRADA GEOTEHNIČKIH PODLOGA

Projektovanje temelja veoma je složen problem koji za uspešno rešavanje zahteva posmatranje uzajamnog dejstva konstrukcije temelja i tla, odnosno podloge ispod temelja. To dalje podrazumeva prikupljanje niza relevantnih podataka, njihovo proučavanje i razvrstavanje u grupe koje će činiti osnovu za ispravno projektovanje temelja. U sklopu ukupne tehničke dokumentacije, koja se odnosi na projektovanje temelja, moraju se naći: geodetske, geotehničke, geološke, seizmološke i hidrogeološke podloge.

Geotehničke podloge za projektovanje i izvođenje svih važnijih građevinskih objekata, što posebno podrazumeva i mostove, rade se u cilju utvrđivanja geotehničkih uslova izgradnje i eksploatacije objekata. Zadatak je određivanje građe (sastava i sklopa), stanja i svojstva terena i procene njegovog ponašanja kao dela sredine u kojoj će interakcija sa objektom i određenim specifičnim radovima biti od značaja za stabilnost, funkcionalnost, veličinu deformacija, izgled i ekonomičnost objekta.

Dugogodišnja praksa i iskustvo na obimnim istraživanjima za potrebe izgradnje većeg broja mostova i ostalih objekata [11] ostvarenih u okviru Odeljenja za geotehniku i Laboratorije za geotehniku Građevinsko-arhitektonskog fakulteta ukazuje na potrebu i važnost interdisciplinarnog pristupa u primeni savremenih metoda geotehničkog istraživanja i ispitivanja (konstrukterstvo+geomehanika+geologija). To podrazumeva kreativnu stručnu saradnju zasnovanu na naučnim saznanjima, savremenoj stručnoj praksi i važećoj zakonskoj i tehničkoj regulativi u skladu sa kompetencijama svakog od učesnika u stručnom timu [4].

Sadržaj geotehničkih istraživanja i ispitivanja koji bi garantovao izradu solidnih geotehničkih podloga za projektovanje mostova bi prema [11] trebalo da ima sledeći raspored:

a) *Prethodna istraživanja* – prikupljanje i proučavanje postojeće dokumentacije o terenu i objektu, rekognosciranje terena, izrada programa (projekta) istraživanja i ispitivanja;

b) *Terenska istraživanja i ispitivanja* – površinska (geodetska, po potrebi inženjersko-geološko kartiranje i geofizička istraživanja) i *dubinska* (istražno bušenje, kartiranje bušotina, uzimanje uzoraka tla,

evidentiranje pojave i nivoa podzemne vode, penetraciono sondiranje u nevezanom tlu, kao i, po potrebi, dubinska geomehantička ispitivanja i geofizička istraživanja);

c) *Laboratorijska geomehantička ispitivanja* – određivanje i prikaz *geomehantičkih pokazatelja* opštih fizičkih svojstava (vlažnost, gustina, specifična težina, poroznost), sastava (granulometrija, plastičnost) i stanja (zbijenost, konzistencija) i mehaničkih svojstava (parametri čvrstoće, deformabilnost, po potrebi i vodopropusnost) tla u slojevima sa svim bitnim detaljima testa i pratećim podacima koje je iz svakog testa moguće dobiti, po potrebi uz statističku obradu;

d) *Geološki izveštaj* – prikaz rezultata geološkog dela istraživanja sa tzv. *opštim geotehničkim uslovima* izgradnje i korišćenja planiranog objekta (hidrološkim, geomorfološkim, geološkim, hidrogeološkim, inženjersko-geološkim, procenjenim mikroseizmičkim);

e) *Geomehantički proračuni* – procena racionalnih varijanti temeljenja, izbor računskih profila sa računskim pokazateljima svojstava tla i proračuni dozvoljenog opterećenja u pogledu loma tla), *veličina sleganja* i *vremenskog toka sleganja* za različita očekivana vremena građenja, po potrebi i ekvivalentnih *pokazatelja interakcije* temelja i tla (utvrđenom slojevitom tlu) sa izradom *dijagrama za dimenzionisanje temelja* pod opterećenjima koja će konstruktor dobiti statičkim proračunom;

f) *Geotehnički izveštaj* – na osnovu analize rezultata po svim prethodnim pozicijama, sa predlogom racionalnog načina temeljenja, analizom opštih geotehničkih uslova i geomehantičkih pokazatelja svojstava tla, prikazom i analizom rezultata geomehantičkih proračuna i određivanjem *računskih uslova za dimenzionisanje temelja* i za izvođenje radova (stabilnost zaseka, pritisci i dr.);

g) *Elaborat* – sa *geološkim i geotehničkim izveštajem* i pripadajućim *prilozima* sa svim rezultatima istraživanja, ispitivanja i proračuna.

U okviru pratećih geomehantičkih proračuna u primeni su programski sistemi Geo Data 1 i Geo Data 2 (autor Mirosljub Samardaković, dipl. inž. građ., Odeljenje za geotehniku Instituta GAF-a u Nišu) za određivanje i prikaz geomehantičkih pokazatelja sastava i svojstava tla i za savremene geomehantičke proračune stabilnosti i deformacija tla (plitkih temelja i šipova, kosina/padina i potpornih konstrukcija).

U geotehničkim elaboratima za predmetne objekte konstruktor dobija dijagrame sa snopovima krivih. Za dobijeno opterećenje iz projekta biraju se oblik i potrebne dimenzije temelja u pogledu graničnog stanja loma tla ili graničnog stanja upotrebljivosti (dozvoljenih pomeranja) objekta. Geomehantičar na taj način omogućuje projektantu konstrukcije da na kraju statičkog proračuna odabere oblik i dimenzije temelja (slika 2) koji su tehničko-ekonomski najpovoljniji.

3. GEOTEHNIČKA REŠENJA

Pešački most preko reke Nišave kod Gradske toplane izgrađen je 2003. godine. Idejno rešenje, Idejni i Glavni projekat urađeni su u Institutu GAF-a u Nišu (glavni i odgovorni projektant prof.dr. Novak Spasojević). Most je sa dva otvora raspona $14+56=70$ m i ukupne dužine sa krilnim zidovima 78m. Gornji stroj mosta je konstruisan kao spregnuta konstrukcija (beton-čelik) sa kosim kablovima (zategama) i jednim pilonom postavljenim na inundaciji leve obale.

Donji stroj mosta čine dva obalna stuba i temelj pilona. Fundiranje pilona izvršeno je na dva bušena šipa (sistema HW) prečnika 1,20 m i dužine 22,0 m, koja su povezana u vrhu naglavnom gredom. Desni obalni stub je koncipiran kao olakšana armiranobetonska konstrukcija u skladu sa uticajima koje prima i prenosi na tlo. Fundiranje ovog obalnog stuba takođe je izvršeno na dva HW šipa prečnika 1,20 m i dužine 10,0 m. Zbog negativnih vertikalnih reakcija gornjeg stroja levi obalni stub je fundiran na masivnom dubokom temelju (sanduku).

Za izgradnju i korišćenje pešačkog mosta geotehnički uslovi temeljenja [9] određeni su za tri nagrađena idejna rešenja različitih konstrukcija i varijanti temeljenja. Izvedeno je šest istražnih bušotina dubine 10–18 m sa penetracionim sondiranjem (STP) u nevezanim slojevima. Utvrđene su generalno dve stenske mase: fluvijalni kvartarni nanos (peskovit i šljunkovit različitih granulacija i zbijenosti) na neogenoj tercijarnoj podini od laporovite gline sa mestimičnom pojavom glinca ili čvršćih zona. Ove čvršće zone stvarale su velike probleme kasnije u toku izrade šipova, jer su otežavale i spuštanje i izvlačenje zaštitnih kolona. Za usvojeno rešenje za projektovana opterećenja srednjeg i desnog obalnog stuba neophodno je bilo uraditi dopunu geotehničkog elaborata [9] i odrediti dubinu šipova i njihova sleganja korišćenjem programa Geo Data 2.

Drumski most preko reke Nišave na Bulevaru "Mediana" u Nišu građen je od druge polovine 2005. godine do početka 2007. godine. Most je gradila vodeća domaća firma "Mostogradnja" Beograd prema projektu "Mostprojekta" iz Beograda. Most je širine 27,50 m sa tri (kolovoznom pločom povezana) kontinualna sandučasta nosača raspona $25+49,2+25=99,2$ m koja su oslonjena na dva obalna i dva rečna stuba. Svaki stub je fundiran na šest bušenih šipova (šipova sistema HW) prečnika 1,5 i 1,2 m.

Kao podloga za glavni projekat, posle geotehničkog elaborata za izradu idejnog projekta sa tri istražne bušotine dubine 10–30 m, urađen je i elaborat [14,N+P 8] sa četiri bušotine dubine 20,2–21,5 m, po jedna u osi svakog stuba.

Geotehnički profili bušotina bili su slični kao za ostale mostove preko Nišave u Nišu, ali sa heterogenijom gradom krupnozrnog kvartarnog nanosa i podine od jezerskih tercijarnih sedimenata (laporovita glina sa različitim prisustvom peska ili šljunka koja lokalno prelazi u čvršći glinac). Pri izradi šipova za levi obalni stub bilo je pojave blokova peščara koji su gotovo onemogućili utiskivanje zaštitnih kolona zbog čega je pre-

dloženo njihovo skraćanje uz uvećanje prečnika. Vertikalna nosivost šipova je proračunata na osnovu geometrijskih pokazatelja svojstva tla u slojevima terena prema Pravilniku (1990.). Detaljnim proračunima u okviru programa Geo Data 2 predložene su dimenzije i visinski položaj šipova za četiri stuba mosta

(slika 6) sa veličinama sleganja šipova i dijagramom orijentacionog vremenskog toka sleganja za različita vremena korišćenja mosta.

Šipovi ispod srednjih stubova izvedeni su u dužini od preko 18 m zalazeći duboko u čvrstu laporovitu glinu. Ispod obalnih stubova šipovi su izvedeni u dužini

DOZVOLJENO OPTEREĆENJE (q_a, V_a) U POGLEDU LOMA TLA

Temelji: 2 i 3 rečnih stubova rekonstruisanog mosta

Faktori sigurnosti: Prosečni preporučeni Pravilnikom (1990)

Računski profil terena: Sa najnepovoljnijim parametrima čvrstoće (sloj Š, Prilozi T/3,7)

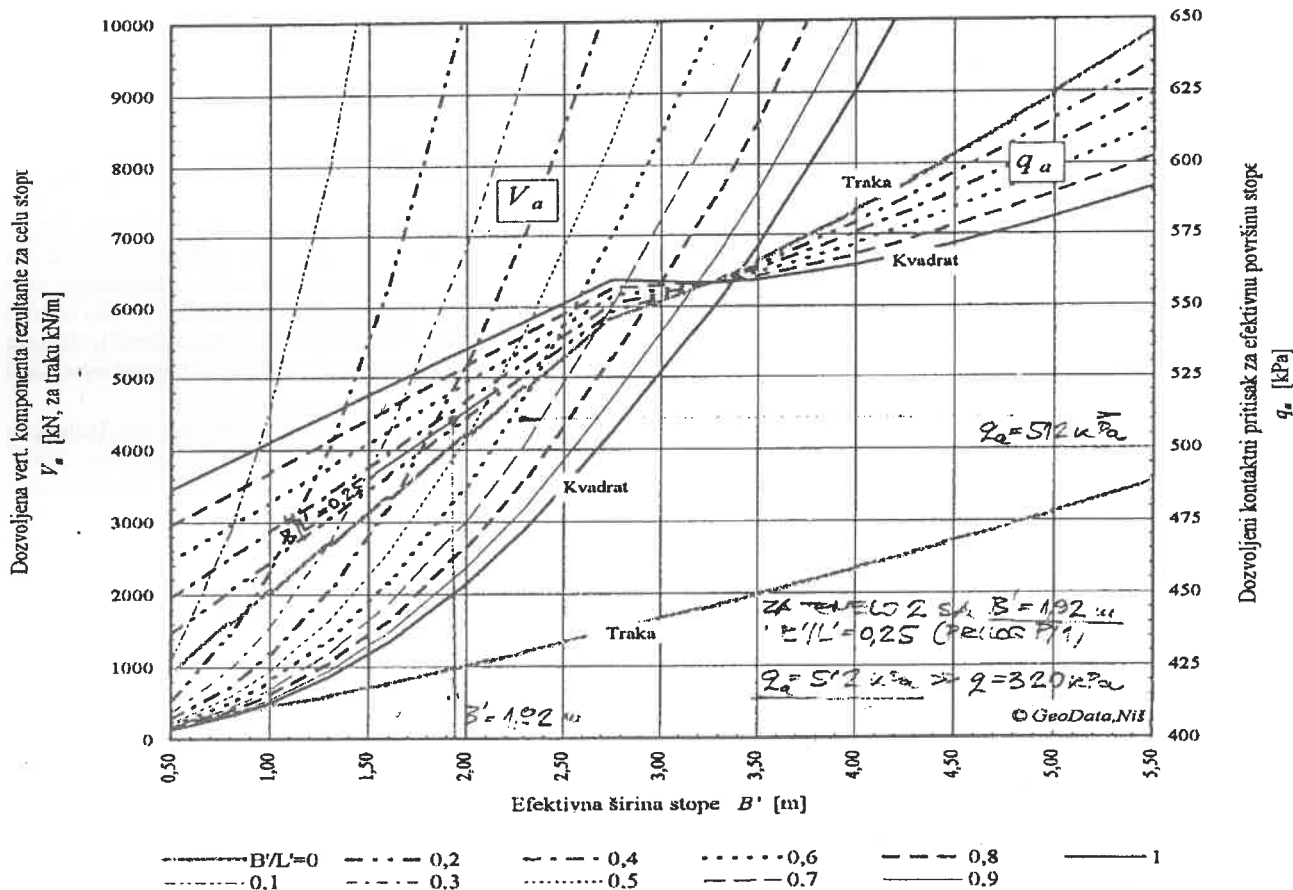
(Programski sistem GeoData2, u skladu sa Pravilnikom [SI. list SFRJ br. 15/1990] i dr.)

V [kN]*		k_{sh} [1]	0,03	γ_1 [kN/m ³]	11,00	F_{sc} [1]	2,50	N_q [1]	10,687
HB [kN]		HL [kN]		γ_2 [kN/m ³]	11,00	F_{sm} [1]	1,50	N_γ [1]	10,911
MB [kNm]		ML [kNm]		c [kPa]	0	c_m [kPa]	0,00	N_c [1]	20,752
max H_B/V	0,030	max H_L/V	0,030	ϕ [°]	35	ϕ_m [°]	25,02	Kota NPV	443,00
$e_{B'} = M_L/V$		$e_{L'} = M_L/Z$		$(Z/B)_{min}$	0,72	Fizička površina stope $A = B \times L$			
$B' = B - 2e_{B'}$		$L' = L - 2e_{L'}$		$(Z/B)_{max}$	1,88	Efektivna površina stope $A' = B' \times L'$			

* Za traku ($B'/L' = 0$) je V/H [kN/m], M [kNm/m], po dužnom metru trake.

RAČUNSKA DUBINA TEMELJENJA D [m] = 2,75

$$\sigma'_{vo} \text{ [kPa]} = \gamma_1 D = 30,25$$

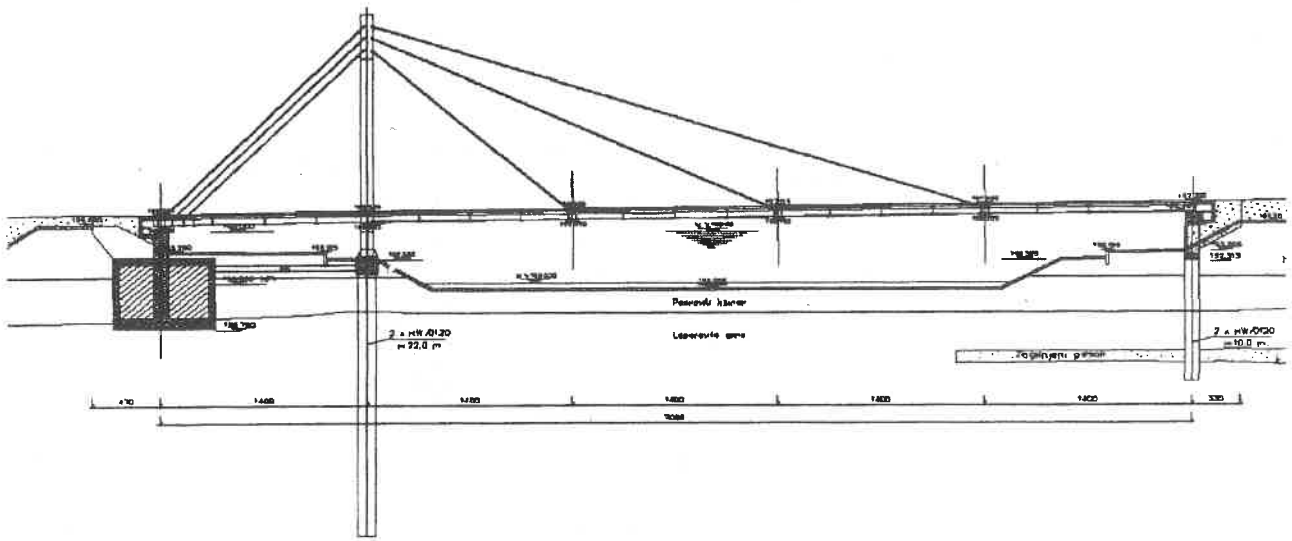


Za navedene faktore sigurnosti F_{sc} i F_{sp} dozvoljena je vertikalna komponenta rezultante stope $V_a = q_a A' = q_a B' L'$.

Postupak dimenzionisanja stope:

Za datu silu $V = V_a$ (bez seizmike $V/0,80 = V_a$) odabere se B'/L' (ili B'), iz dijagrama očita potrebno B' (ili B'/L') i računa $L' = B'/(B'/L')$. Odabere se orijentacija B' i L' i njima dodaju dvostruki ekscentriciteti za te pravce, tako da fizičke dimenzije stope budu $B = B' + 2e_{B'}$, $L = L' + 2e_{L'}$, $B' \leq L'$, $B <> L$, $p = V_a/(BL) \leq q_a$.

Slika 2. Dimenzionisanje temelja u pogledu loma tla



Slika 3. Dispozicija pešačkog mosta preko reke Nišave u Nišu

DOZVOLJENO OPTEREĆENJE ŠIPA U POGLEDU LOMA TLA

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (1990)
 Geomehnički programski sistem *GeoData2* (ver. II 1999, M. Sam.)

Računski profil terena: B2

Opterećenje na površini

p [kPa]	0
-----------	---

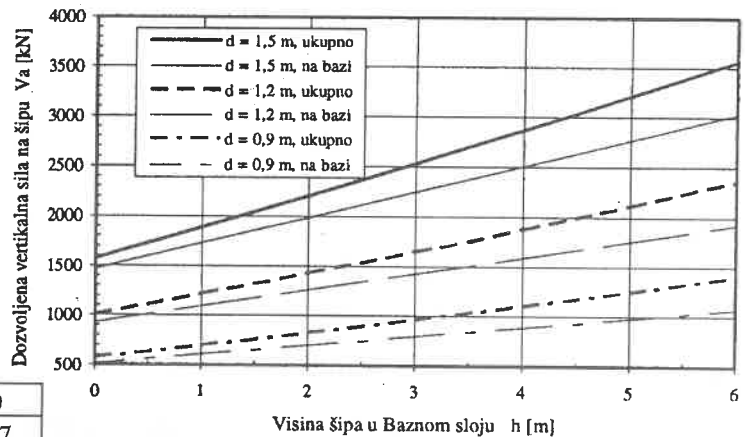
Površinski sloj (Nasip)

h_0 [m]	1,00
γ [kN/m ³]	19,00

Srednji sloj (2', 3: Šljunkovita glina)

h_1 [m]	4,65
γ [kN/m ³]	19,50
c [kPa]	10
φ [°]	21

α [kPa]	0	$F_s \alpha$	2,5	a_m [kPa]	0
δ [°]	10	$F_s \delta$	1,5	δ_m [°]	6,7
OCER	1	Kos1	0,642		

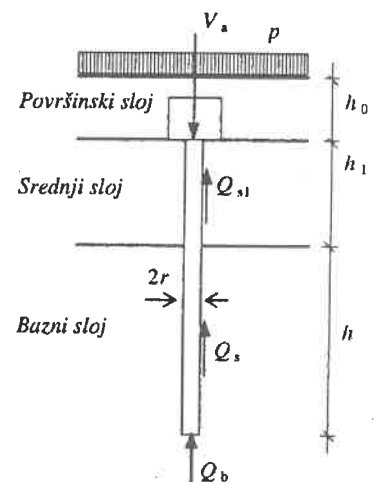


Bazni sloj (4: Dezintegrirani škriljac)

γ [kN/m ³]	21,00						
c [kPa]	0	$F_s c$	2,5	c_m [kPa]	0		
φ [°]	30	$F_s \varphi$	1,5	φ_m [°]	21,1	N_γ	4
α [kPa]	0	$F_s \alpha$	2,5	α_m [kPa]	0	N_q	14
δ [°]	15	$F_s \delta$	1,5	δ_m [°]	10,1	N_c	80
$\sigma'p$ [kPa]							
OCRb	1	Kob	0,500				
OCRs	1	Kos	0,500				

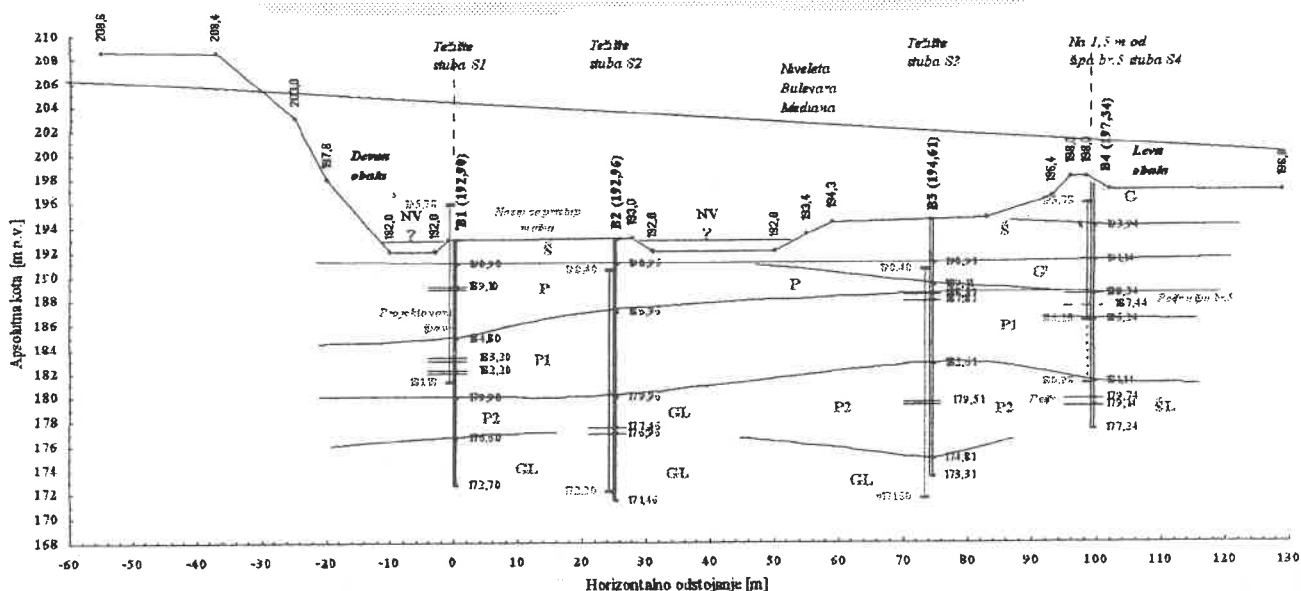
Presek šipa

d [m]	0,90	1,20	1,50
$r = d/2$ [m]	0,45	0,60	0,75
A [m ²]	0,64	1,13	1,77
O [m]	2,83	3,77	4,71



Slika 4. Primer dimenzionisanja šipa u dvoslojnom tlu sa nasipom

GEOTEHNIČKI PROFIL TERENA A-A' DUŽ OSE MOSTA SA POTREBNIM DUBINAMA I KOTAMA BAZA ŠIPOVA ZA $V_a = \max N$ prema Prilozima P/1 i P/1*



OPIS TLA U SLOJEVIMA

G Glina, prašinstvo-peskovita, srednje plastičnosti, tvrdoplastične do polučvrste konzistencije, tamnobraon
 S Šljunak, peskovit, $D_{max} = 50-100$ mm, različito zaglinjen, srednje zbijen
 G' Glina, prašinstvo-peskovita, laporovita, srednje plastičnosti, polučvrste konzistencije, sivozelena
 P Pesak, sitnozrn (u B1 gore krupnozrn sa šljunkom), čist do slabije vezan, srednje zbijen, svetlobraon
 P1 Pesak, sitnozrn i srednjezrn, zbijen, poluvezan laporovitom glinom (u B2 sa slojevima gline, u B4 gore šljunak), braon
 P2 Pesak, u B1 srednjezrn sa šljunkovitim ili poluvezanim proslojcima, u B3 sitnozrn, čist i slabije zbijen, svetlobraon
 SL Šljunak, poluvezan laporovitom glinom, pretežno sitnozrn i jako peskovit, $D_{max} = 50$ mm, zbijen/konsolidovan
 GL Glina (jako peskovita laporovita glina, sa konkekcijama karbonata (pre)konsolidovan, sivozelen

Peščar (kao čvrsto vezani krupnozrni pesak) je u proslojcima:

B1 189,10-188,90 (20 cm, moguće samac)
 183,20-182,90 (30 cm)
 182,20-182,00 (20 cm)
 B2 177,46-176,96 (50 cm)
 B3 188,31-187,81 (50 cm)
 179,51-179,31 (20 cm)
 B4 179,74-179,14 (60 cm)
 188,34-187,44 (90 cm u šipu br. 5 na 1,5-2 m od B4)

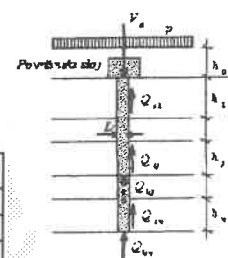
Slika 5. Geotehnički profil terena sa položajem šipova za most preko reke Nišave na Bulevaru "Mediana"

PRORAČUN DOZVOLJENOG VERTIKALNOG OPTEREĆENJA "BUŠENOG" ŠIPA KRUŽNE OSNOVE Prema Pravilniku (Sl. list SFRJ 15/1990), geomehanički programski sistem GeoData2 (v. 0411, M. Sam.)

Šip: U težištu stuba 3
 Kota vrha: 190,40 m.n.v.
 Prečnik: $D = 1,59$ m
 $F_{sc} = 2,5$
 $F_{t\phi} = 1,5$

Opterećenje pored vrha šipa
 $p = 0$ kPa
 Srednje $h_0 = 2,80$ m
 $\gamma_0 = 11,0$ kN/m³
 $p + \gamma_0 h_0 = 30,8$ kPa

Profil terena
 Istražna bušotina: B3 (XI2004)
 Sadašnja kota terena: 194,61 m.n.v.
 Kota NPV: 193,01 m.n.v.
 Dubina NPV: 1,60 m



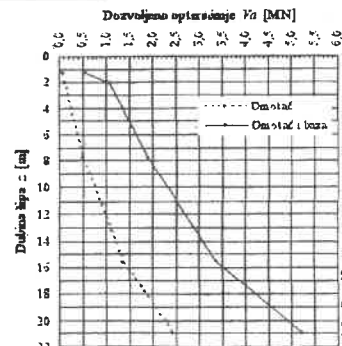
$$Q_u = \sum_{i=1}^n Q_{ri} + Q_b$$

$$V_m = \sum_{i=1}^n Q_{ri} + Q_b$$

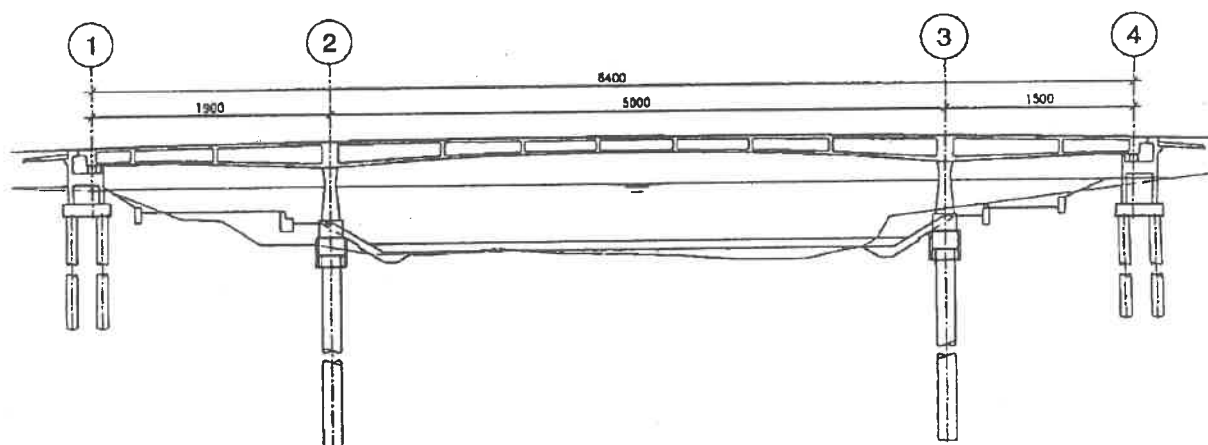
		$\alpha = 0,8 c'$										$\delta = 0,8 \phi$						
R.br.	Sloj	D. kota	z	h	γ_d	c'	ϕ'	c_m	ϕ_m	α	δ	α_m	δ_m	σ'_p	q'	σ_v	OCR	k_0
	Opis	m	m	m	kN/m ³	kPa	°	kPa	°	kPa	°	kPa	°	kPa	kPa	kPa	l	l
1	G' Glina lapor.	180,11	1,29	1,29	11,0	18	22	7,2	15,1	14,4	17,6	3,8	11,9	105	45	38	2,77	1,041
2	P Pesak	188,31	2,09	0,80	11,0	0	28	0,0	19,5	0,0	22,4	0,0	15,4	0	54	49	1	0,531
3	P1 Pesak lapor.	182,61	7,79	5,70	11,0	5	30	2,0	21,1	4,0	24,0	1,6	16,5	0	116	85	1	0,500
4	P2 Pesak	174,81	15,59	7,80	11,0	0	30	0,0	21,1	0,0	24,0	0,0	16,5	0	202	159	1	0,500
5	Gl Glinac	169,40	21,00	5,41	21,0	18	24	7,2	16,5	14,4	19,2	5,8	13,1	103	316	259	1	0,593
6	Gl Glinac	169,40	21,00	0,00	21,0	18	24	7,2	16,5	14,4	19,2	5,8	13,1	103	316	316	1	0,593

Prema navodu konstruktora, za šipove stuba C3 $\max N$ [kN] = 5017

R.br.	Sloj	D. kota sloja	Dubina z	Debljina h	Po omotaču u sloju			Ukupno	Za bazu šipa na dnu sloja						Svega
					p_s	A_s	Q_s		N_g	N_{gr}	N_{cr}	q_n	A_b	Q_b	
1	G' Glina lapor.	189,11	1,29	1,29	14,1	6,08	86	86	2,8	10,5	67	276	177	488	573
2	P Pesak	188,31	2,09	0,80	7,2	3,77	27	113	3,6	13,2	82	549	177	969	1082
3	P1 Pesak lapor.	182,61	7,79	5,70	14,24	26,85	382	495	3,5	13,2	82	799	1,77	1410	1905
4	P2 Pesak	174,81	15,59	7,80	23,66	36,74	899	1364	1,7	6,6	45,2	1144	1,77	2021	3385
5	Gl Glinac	169,40	21,00	5,41	41,45	25,48	1056	2420	1,7	6,6	45,2	1589	1,77	2807	5227
6	Gl Glinac														



Slika 6. Primer dimenzionisanja šipa u višeslojnom tlu preko reke Nišave na Bulevaru "Mediana"



Slika 7. Dispozicija mosta preko reke Nišave u Ulici vojvode Mišića

oko 10 m i prečnika 1,5 m zbog problema koji su napred navedeni.

Drumski most u Ulici vojvode Mišića građen je istovremeno sa mostom na Bulevaru "Mediana". Most je gradila firma "Ratko Mitrović" iz Beograda prema projektu "Mostprojekta" takođe iz Beograda. Sa tri, kolovoznom pločom povezana kontinualna glavna nosača, ovaj most je po konstrukciji potpuno sličan mostu "Mediana". Ukupna širina mosta je 24,64 m, a raspon $19+50+15=84$ m.

Most je oslonjen na dva obalna i dva rečna stuba koji su fundirani takođe na bušenim šipovima dužine 18 m jer je geotehnički profil terena sličan profilu terena kod ostalih mostova. Sva tri mosta, koji su predmet razmatranja u ovom radu, na međusobnom u razmaku od nekoliko stotina metara.

4. METODE PRORAČUNA

Savremenu građevinsku praksu karakteriše sve šira primena šipova velikog prečnika i dužine kojima se mogu rešiti najsloženiji problemi u fundiranju na ekonomičan način. Pored izuzetno velikih podužnih, njima se mogu poveriti i znatna poprečna opterećenja. Izabrani načini fundiranja navedenih mostova u prvom redu su u skladu sa odgovarajućim geotehničkim uslovima na datim lokacijama, a problem usvajanja konačne dužine šipova mora biti rešavan u skladu sa njihovim podužnim i poprečnim opterećenjem.

Određivanje nosivosti šipa za podužno opterećenje, odnosno određivanje potrebne dužine šipa koja će u datom geotehničkim uslovima osigurati potrebnu nosivost, definisano je Pravilnikom o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (1990.) i praktično se jednostavno sprovodi primenom programa Geo Data 2, kako je napred objašnjeno.

Iz analize ponašanja šipa za poprečno opterećenje u sistemu šip-tlo dobiće se veličina i raspodela pomeranja i presečnih sila po dužini šipa. To ima nesumnjiv značaj, s obzirom da pomeranja mogu izazvati dodatno naprezanje u nadtemeljenoj konstrukciji, a šip treba dimenzionisati prema veličini presečnih sila.

4.1. Osnovne postavke proračuna poprečno opterećenih šipova

Metode proračuna dugih deformabilnih šipova, opterećenih poprečnim opterećenjem, grupišu se prema načinu modeliranja u sistemu "šip-tlo" i tehnici proračuna. Izdavaju se uglavnom tri osnovna pristupa u kojima se tlo može smatrati:

- linearno deformabilnim Winkler-ovim prostorom,
- linearno elastičnim prostorom,
- nehomogenom i nelinearno stišljivom sredinom.

Za analizu u ovom radu usvojene su osnovne postavke koje važe za tlo kao linearno deformabilnu sredinu koju karakteriše koeficijent horizontalne reakcije tla C_H . Njime se, prema Terzaghi-ju [13], definiše zavisnost između horizontalnih pomeranja tačka ose vertikalnog deformabilnog šipa $y(z)$ i reaktivnih pritisaka tla $q(z)$ u obliku:

$$C_H = \frac{q(z)}{y(z)} = f(z) \quad (1)$$

gde je:

$f(z)$ – funkcija raspodele koeficijenta reakcije tla dubinom.

Pri rešavanju problema poprečno opterećenih šipova najčešće se polazi od konstantne vrednosti C_H

$$C_H = f(z) = C_h = \text{const} \quad (2)$$

ili linearno rastuće vrednosti (slika 8):

$$C_H = f(z) = C_h \frac{z}{h} \quad (3)$$

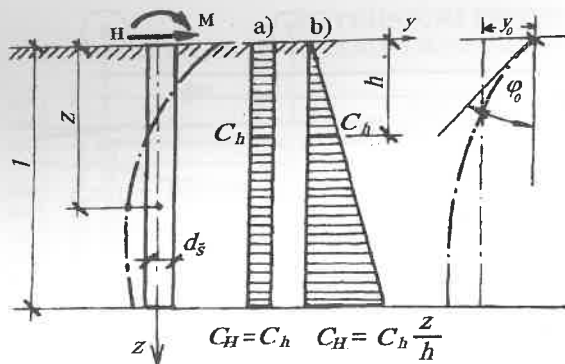
mada se mogu uzeti i druge, složenije raspodele koeficijenta reakcije tla sa dubinom.

Dubina (h) na kojoj se izračunava merodavna vrednost koeficijenta reakcije tla C_h prema [2] i [12] iznosi:

$$h = 2(d_s + 1) \quad (4)$$

pa je:

$$C_h = mh \quad (5)$$



Slika 8. Raspodela koefijenta reakcije tla sa dubinom

pri čemu je:

d_s – prečnik šipa (m)

m – karakteristika tla koja definiše promenu C_h sa dubinom (kN/m^4)

U interakciji šipa sa tlom angažuje se deo tla oko šipa, pa se u proračun uvodi, prema [12], računska širina (prečnik) šipa:

$$b_{rač} = k_{\phi} (d_s + 1) \quad (6)$$

gde je:

k_{ϕ} – koeficijent oblika (0.9 za kružni poprečni presek i 1.0 za poprečni presek oblika kvadrata i pravougaonika).

Posmatrano u poprečnom preseku, usvojena je parabolična raspodela koefijenta reakcije tla.

Kako je prema oznakama (slika 9):

$$\frac{2}{3} C_{Hi} \frac{b_{rač} \pi}{2} = 1.047 b_{rač} C_{Hi} \approx b_{rač} C_{Hi} \quad (7)$$

to se parabolična raspodela koeficijenata reakcije tla na poluobimu $b_{rač} \pi/2$ u potpunosti može zameniti ravnomernom raspodelom na računskoj širini $b_{rač}$.

Prva grupa metoda kojima se može rešiti problem poprečno opterećenih šipova polazi od osnovne diferencijalne jednačine elastične linije šipa. U prvom slučaju, kada je $C_H = C_h = \text{const}$, ona glasi:

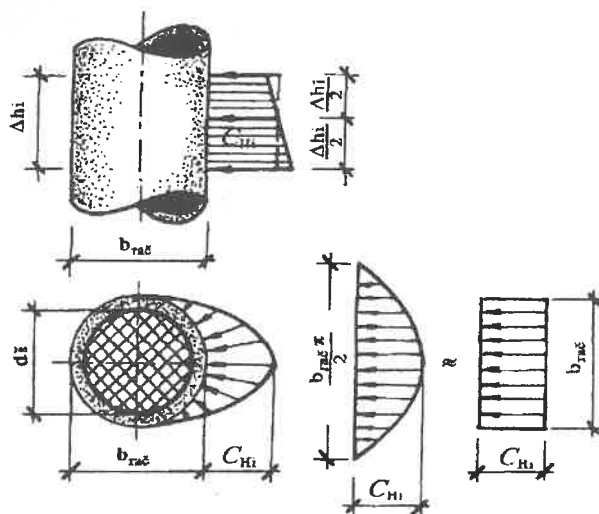
$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} + y \cdot C_h b_{ra} = 0 \quad (8)$$

Za slučaj linearno rastućeg koefijenta reakcije tla diferencijalna jednačina ima oblik:

$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} + y \cdot C_h \frac{z}{h} b_{ra} = 0 \quad (9)$$

Rešenja diferencijalnih jednačina (8) i (9) u analitičkom obliku poznata su u literaturi i data su u skladu sa граниčnim uslovima.

Druga grupa metoda proračuna poprečno opterećenih šipova zasniva se na konceptu odgovarajuće diskretizacije deformabilnog šipa i zamene tla sistemom elastičnih oslonaca (opruga, fiktivnih štapova), na osnovu kojih je urađeno više programskih sistema. Jedan od njih je i program STRESS po kome se iz uslova jednakih deformacija podloge (Δl_0) i kontrakci-



Slika 9. Raspodela koefijenta reakcije tla u poprečnom pravcu

ja fiktivnih štapova (Δl) određuju površine poprečnih preseka fiktivnih štapova:

$$A_{fi} = \frac{AC_{Hi} l}{E} \quad (10)$$

pri čemu je:

A – pripadajuća površina jednog segmenta šipa,

C_{Hi} – koeficijent reakcije tla za "i"-ti fiktivni štap,

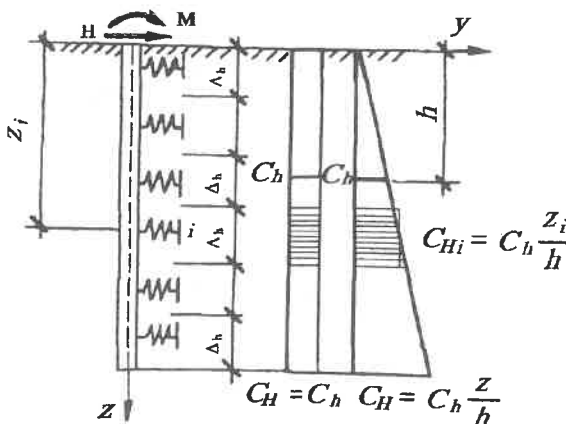
l – dužina fiktivnog štapa,

E – modul elastičnosti materijala od koga je šip.

U formiranoj ramovskoj konstrukciji poznatih dimenzija i zadanog opterećenja, izračunavanjem statičkih uticaja, dobijaju se sile u zamenjujućim štapovima, a zatim reaktivni pritisci tla, presečne sile i pomeranja duž ose šipa.

4.2. Primeri proračuna poprečno opterećenih šipova

Cilj sprovedenih istraživanja u ovom radu je izvođenje potrebnih zaključaka za rešavanje praktičnih problema u projektovanju temelja sa šipovima velikog prečnika i dužine. Pre svega, radi se o pravilnom izboru dužine šipa, jer nepotrebno povećanje dužine preko određene granice stvara velike probleme u



Slika 10. Modeliranje u sistemu šip tlo za program STRESS

izvođenju šipova. S druge strane, u gornjem, najopterećenijem kraju šipa, zbog velikih momenata savijanja, problem predstavlja dimerzionisanje šipa, a takođe i svodenje pomeranja ose šipa u granice koje neće štetiti nadtemelnoj konstrukciji.

Za analizu je izabran šip prečnika 1,20 m, opterećen na gornjem kraju horizontalnom silom $H = 250$ kN i momentom $M = 1200$ kNm. Za izračunatu merodavnu vrednost koeficijenta horizontalne reakcije tla $C_h = 36 \cdot 10^3$ kN/m³ usvojena je za dalju analizu raspodela sa konstantnom i linearno rastućom vrednošću. Posmatrane su dužine šipova od 9,0 m, 12,0 m i 18,0 m sa odgovarajućom promenom pomeranja, momenata savijanja i reaktivnih pritisaka po dužini.

4.3. Analiza dobijenih rezultata

Dobijeni rezultati i njihov grafički prikaz pokazuju dobro slaganje ako se uprede analitička rešenja i rešenja dobijena primenom programa STRESS. Maksimalne vrednosti posmatranih veličina i njihova raspodela duž ose skoro se poklapaju. Znatnija odstupanja nastaju pri promeni koeficijenta reakcije tla. Za linearno rastući koeficijent reakcije tla vrednosti momenata savijanja veće su celom dužinom šipa, a mesto

maksimalnog momenta savijanja na većoj je dubini od površine terena (približno $2d_s \div 3d_s$).

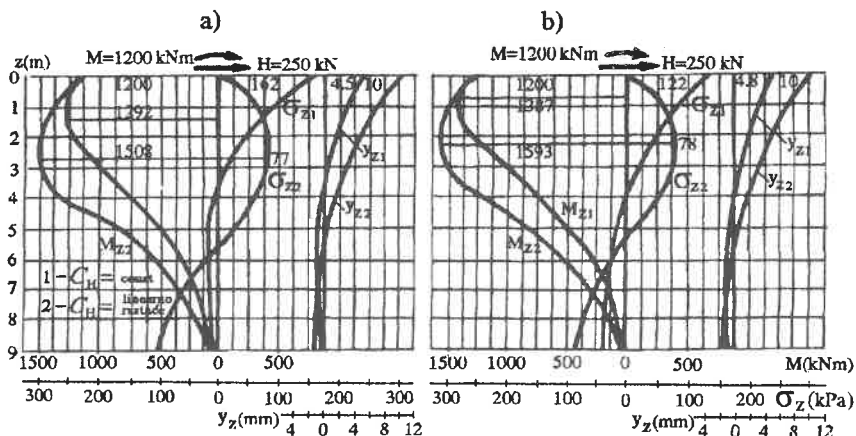
Sa prikazanih dijagrama posebno se uočava da sve posmatrana veličine na dubini od približno 9,0m dostižu vrlo male vrednosti. Povećanje dužine šipa iznad te vrednosti (posebno uočljivo na slikama 12 i 13) skoro da ne utiče na promenu maksimalnih vrednosti momenata savijanja, pomeranja i reaktivnih pritisaka tla. Ta dubina se može smatrati dubinom ukleštenja šipa, efektivnom dužinom šipa ili potrebnom dužinom horizontalno opterećenog šipa. To se posebno poklapa sa preporukama Terzaghi-ja [13], gde se za određene karakteristike tla i samog šipa može odrediti dubina D_u ispod koje se šip može smatrati nepokretnim:

$$D_u = \sqrt[5]{\frac{216 EI}{b_{rač} m}} \quad (11)$$

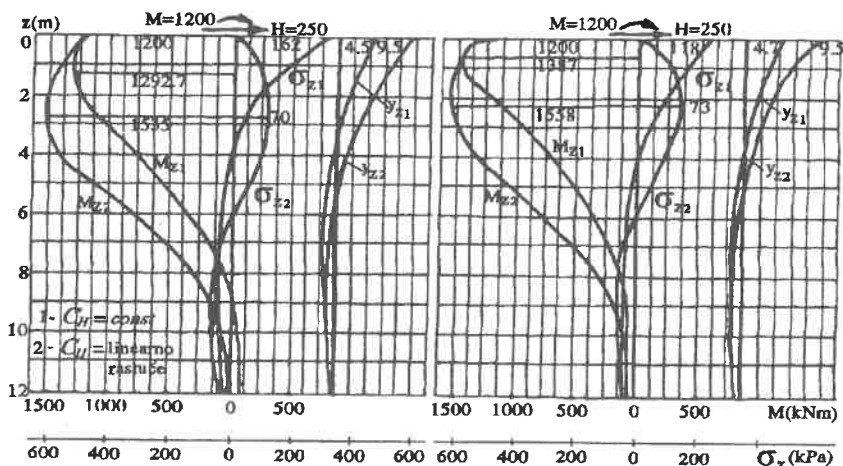
Prema podacima iz navedenog primera u ovom radu je:

$$D_u = \sqrt[5]{\frac{216 \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot 0,102}{1,98 \cdot 8,38 \cdot 10^3}} = 8,31 \text{ m}$$

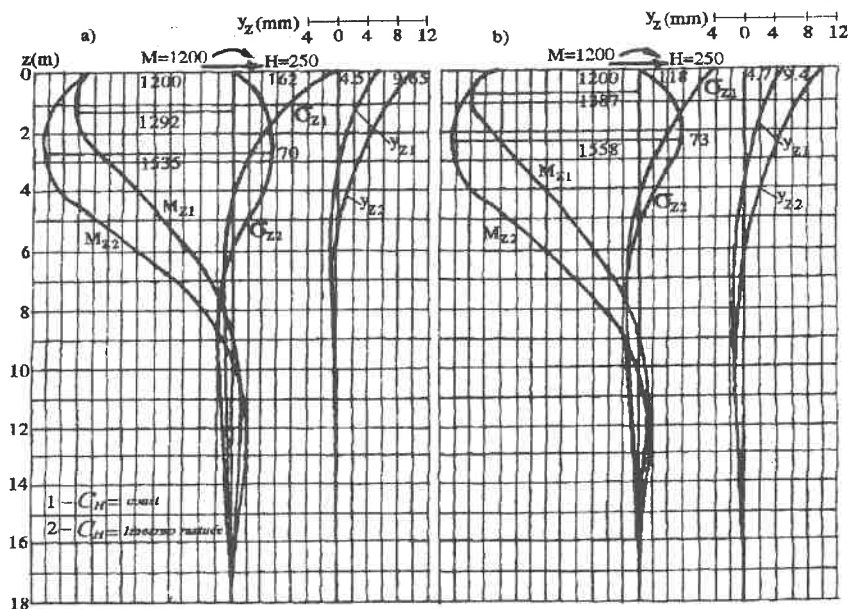
pa je slaganje sa dijagramima (slike 12 i 13) očigledno.



Slika 11. Uporedni dijagram momenta savijanja (M_z), redukovanih pritisaka (σ_z) i horizontalnih pomeranja (y_z) za šip dužine 9,0 m prema a) analitičkom rešenju b) programu STRESS



Slika 12. Uporedni dijagram momenta savijanja (M_z), redukovanih pritisaka (σ_z) i horizontalnih pomeranja (y_z) za šip dužine 12,0 m prema a) analitičkom rešenju b) programu STRESS



Slika 13. Uporedni dijagram momenta savijanja (M_z), redukovanih pritisaka (σ_z) i horizontalnih pomeranja (y_z) za šip dužine 18,0 m prema a) analitičkom rešenju b) programu STRESS

Iz navedenih analiza sledi zaključak da se za dejstvo poprečnog opterećenja dužina šipa može unapred približno odrediti prema datim preporukama, a zatim uporediti sa dužinom koju diktiraju ostali uslovi.

5. ZAKLJUČAK

Utvrđivanje geotehničkih uslova temeljenja građevinskih objekata predstavlja osnov za ispravno projektovanje njihovih temelja koji treba da osiguraju stabilnost i sigurnost i za vreme izgradnje i za vreme eksploatacije objekta. U početnoj fazi razvoja savremene geotehnike, plan istraživanja je obuhvatao geološka i dubinska istraživanja. Dobijeni rezultati istraživanja i ispitivanja su uz odgovarajuće ocene, zaključke i preporuke prezentovani u elaboratu na osnovu kojih bi konstruktor sprovodio potrebne geotehničke proračune.

Savremeni pristup u sadašnjoj fazi razvoja stručne prakse zahteva interdisciplinarnost (konstruktorstvo + geomehanika + geologija), što podrazumeva da geomehaničar detaljnim geomehaničkim proračunima ponudi više računskih rešenja od kojih će konstruktor odabrati i računski dokazati ona koja su tehničko-ekonomski najpovoljnija. Programi sistema Geo Data 1 i Geo Data 2 razvijeni su za takvu namenu i uspešno se primenjuju u okviru metodologije geotehničkih istraživanja i ispitivanja.

Metode proračuna usvojenog rešenja temeljne konstrukcije moraju obuhvatiti sadejstvo temelja i tla. Pogodnim modeliranjem u posmatranom sistemu i primenom savremenih programskih sistema dobijaju se rešenja koja su jednostavna za korišćenje i u praktičnim proračunima.

LITERATURA

- [1] Етимов Т. Благоев Г.: Автоматизирано изследване на пилотни фундаменти, Техника, София, 1992.
- [2] Крчков К.Р., Новоградцев В.Р.: Конструкции и расчет металлических и железобетонных опор линий электропередачи, Энергия, Ленинград, 1975.
- [3] Lazović M., Vukićević M., Lelović S.: Zbirka zadataka iz fundiranja, Građevinski fakultet, Beograd, 1995.
- [4] Maksimović, M: Mehanika tla, Gros knjiga, Beograd, 1995.
- [5] Marić B., Polić S., Verić F.: Prilog teoriji proračuna horizontalno opterećenih pilota, Saopštenja XVI Savetovanja JDMTF-a, Arandelovac, 1986.
- [6] Nonveiller E., Mehanika tla i temeljenje građevina, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- [7] Prolović V., Milošević S.: Zbirka zadataka iz fundiranja, Građevinski fakultet, Niš, 1984
- [8] Samardaković, M. (2004): Geotehnički uslovi temeljenja drumskog mosta preko Nišave na bulevaru "Mediana" u Nišu, Institut GAF, Niš, XI+53 strane.
- [9] Samardaković, M. (1999): Geotehnički uslovi temeljenja novog pešačkog mosta preko Nišave kod Toplane u Nišu, Institut GAF u Nišu, Niš, XI+77 strana
- [10] Samardaković, M. (1996): Geotehnički programski sistemi GeoData 1 i GeoData 2, Zbornik radova Međunarodnog naučnog skupa Prvaci razvoja geotehnike, Beograd, 18-19. novembar 1996., RGF i Sava centar, Beograd, str. 395-404
- [11] Samardaković, M.: Neka iskustva u određivanju geotehničkih uslova temeljenja šesnaest mostova, Nauka + Praksa br.8, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, 2005.
- [12] Силин К.С., Глотов Н.М., Завриев К.С.: Проектирование фундаментов алубокого заложения, Транспорт, Москва, 1981
- [13] Terzaghi K.: Teorijska mehanika tla, Naučna knjiga, Beograd, 1972.
- [14] Tomlinson M.J.: Foundation design and construction, Pearson Prentice Hall, Edinburgh, 2001.