

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ФАКУЛТЕТ: АРХИТЕКТОНСКО – ГРАЂЕВИНСКО - ГЕОДЕТСКИ



**ИЗВЈЕШТАЈ**

*о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе*

**ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

- 1. Проф.др Драган Милашиновић, дипл.инж.грађ.,** редовни професор, ужа научна област Техничке механике у грађевинарству;  
Универзитет у Бањој Луци - Архитектонско – Грађевинско- Геодетски факултет  
  
предсједник и члан комисије
- 2. Проф. др Јакоб Шуштершич, дипл.инж. грађ.,** редовни професор, ужа научна област Грађевинске конструкције;  
Irma – institute for research in materials and application, Ljubljana, Slovenija  
  
члан комисије
- 3. Проф. др Мато Уљаревић, дипл.инж.грађ.,** ванредни професор, ужа научна област геотехника;  
Универзитет у Бањој Луци Архитектонско – Грађевинско - Геодетски факултет  
  
ментор и члан комисије

**1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ, НАУЧНА И СТРУЧНА ДЈЕЛАТНОСТ  
КАНДИДАТА**

**Основни биографски подаци:**

Име, средње име и презиме: мр Бојана (Милош) Грујић, дипл.инж.грађ.  
Датум рођења: 13.05.1980. године  
Мјесто рођења: Соколац, Босна и Херцеговина  
Адреса: Степе Степановића 177/1  
78000 Бања Лука  
Република Српска  
Босна и Херцеговина  
E-mail: bgrujic@agfbl.org

Научна област: Геотехника и грађевинске конструкције  
Научно поље: Грађевинарство  
Ужа научна област: Геотехника

### **Образовање:**

Основне студије: петогодишње Дипломске студије

Назив институције: Архитектонско- Грађевинско-Геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци

Звање: Дипломирани инжењер грађевинарства

Постдипломске студије: Магистар техничких наука из области грађевинарства (смјер Грађевинске конструкције)

Назив институције: Архитектонско- Грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци

Звање: Магистар техничких наука из области грађевинарства, април, 2012.год.

### **Звања/радна мјеста и установе запослења:**

Универзитет у Бањој Луци, Архитектонско-грађевински факултет, тренутно у звању вишег асистента, ужа научна област Геотехника од 01.11.2012. на предметима (Механика тла, Фундирање, Подземне конструкције).

Претходни избор на Архитектонско-грађевинском факултету у звању асистента био је на предметима: Механика тла, Фундирање, Земљани радови и тунели, Жељезнице, и Саобраћајнице 2.

### **Познавање страних језика:**

Енглески језик – Ц1 (европски оквир за живе језике),

Руски језик – Б2 (европски оквир за живе језике)

### **Чланство у међународним институцијама**

Кандидат је члан Међународног друштва за механику тла и геотехничко инжењерство (ISSMGE)

### **Посједовање Лиценце**

Кандидат посједује Лиценцу за пројектовање, надзор и ревизију објеката нискограње бр. 10967/13

### **Библиографија:**

#### **Научни објављени радови**

1. M.Uljarević, **B. Grujić**, "Effect of determining soil parameters to the model calculation results", International Conference – Banja Luka, 2015
2. Igor Jokanović, Žarko Grujić, **Bojana Grujić**, "Assessment of the roads with clay and gravel curtains", IX international Consulting, Zlatibor, 2015
3. **B.Grujić**, Suad Halilčević, Mitar Perušić, Goran Tadić, "The elements of the qualifications standard for an engineering study program at the bachelor level", Quality in Education; Neum 2015

4. **В. Грујић**, "Numerical and Exsperimental Study of Underground Constructions", Six<sup>th</sup> International Cours Ventilation Efficiency and Indoor Climate Quality, Leibniz, University of Hannover, Germany, August 2014
5. **В. Грујић**, "Optimal Technical Solution Tunnel Excavation in Karst Condition", 10<sup>th</sup> International Course Computational Engineering Bulgaria, Pamporovo May 2014
6. Бранко Миловановић, Сања Туцикеша, **Бојана Грујић**, "Праћење инжењерског објекта примјеном GPS технологије", Савремена теорија и пракса у градитељству, Бања Лука мај, 2014
7. М. Уљаревић, **Б. Грујић**, "Примјена микроармираног прсканог бетона у тунелоградњи", Зборник радова Грађевински факултет у Новом Саду, децембар 2013
8. М. Уљаревић, **Б. Грујић**, "Техничка рјешења ископа тунела у неповољним срединама", IX Међународни стручни скуп „Савремена теорија и пракса у градитељству“ мај 2013
9. **Б. Грујић**, Ж. Грујић, "Примјена специјалних врста бетона у изградњи и санацији тунелских конструкција", ШИВ међународно стручно савјетовање „Оцена стања, одржавања и санација грађевинских објеката“ Бор, мај 2013
10. **Б. Грујић**, "Примјена профилисаног лима за подземне структуре", Стручни скуп, Сарајево, април 2013
11. **Б. Грујић**, Ж. Грујић, "Специјални проблеми тунелских конструкција", Интернационални научно - стручни скуп Грађевинарство - наука и пракса, 2008
12. **Б. Грујић**, Ж. Грујић, "Прилог анализи изградње тунела Клашнице", Часопис Изградња 63 (2009) 3-4, 145-154, Београд, 2009
13. Кандидат је члан ауторског тима књиге – „(Поглавље - Како сачувати воду) Недосањан сан о Израелу вјера, љубав и нада“, Издавач Архитектонско-Грађевинско-Геодетски факултет у Бањој Луци, 2013

#### **Академско усавршавање/присуство и излагање на међународним скуповима**

1. Second Annual International Course "Ventilation Efficiency and Indoor Climate Quality", Ohrid Makedonia, August 2013.
2. SimLab Course on Parallel Numerical Simulations, Technische Universitaet Munchen, 2012
3. First Annual International Course "Numerical Heat Transfer" , University Ss. Cyril and Methodius, Ohrid, August, 2010
4. Fifth Annual International Course "Computational engineering" 2008, Univesity Siegen, Germany, 2008
5. Fourth Annual International Course "Computational engineering" Univesity Siegen, Germany, 2007
6. Third Annual International Course "Computational engineering" Univesity Siegen, Germany, 2006

### **Стручни/истраживачки, међународни (Tempus) пројекти:**

- 1.Center for Curricula Modernization and Lifelong Learning (511354-TEMPUS-1-2010-1-ES-TEMPUS-SMHES)
- 2.Стратешки развој високог образовања и стандарда квалификација у Босни и Херцеговини (2013-) – пројекат у току реализације
3. Кандидат је реализовао или је члан ауторског тима стручних радова из области грађевинарства

## **2. ЗНАЧАЈ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА**

### **ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА**

Основни циљ докторске дисертације јесте да се на основу моделирања физичко-механичких карактеристика бетона ојачаног влакнима (микроармираног бетона), прикаже јасан и конкретан одговор примјене микроармираног бетона у динамички оптерећеним конструкцијама. Током израде докторске дисертације пролази се кроз више нивоа моделирања бетона ојачаног влакнима, да би се на најбољи могући начин представила функционална зависност његових особина од примјењених параметара влакана. На крају ово треба да доведе до квалитетне верификације формираних математичких модела о понашању ових бетона.

### **ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА**

Микроармирани бетон је композитни материјал који поред основних састојака конвенционалног бетона садржи различита влакна и адитиве који доприносе побољшању физичко-механичких карактеристика таквог бетона. Развој и примјена микроармираног бетона могу се пратити још од друге половине деветнаестог вијека, када су провобитно почеле да се примјењују различите врсте додатака основној смјеси бетона. Данас су то челична, стаклена, полиетиленска, полипропиленска, полиестарска и друга влакна, различитог облика и величина, која се у различитим односима и са њиховим специфичним карактеристикама додају бетону и утичу на побољшање жилавости, чврстоће при савијању, отпорности на замор, ударна чврстоћа (отпорност на хабање).

У оквиру предметне докторске дисертације биће кориштена искључиво челична влакна као додатак бетону. На основу варијација врсте и количине влакана, фактора облика влакана, карактеристика саме матрице бетона, али и поступка уграђивања, доћи ће се до оптималне комбинације (бетон + влакна), која ће својим физичко-механичким карактеристикама обезбиједити конструкцији потребну отпорност на динамичке утицаје, са аспекта носивости и трајности исте. Дакле, основни акценат у оквиру предметне докторске дисертације јесте моделирање (експериментално и аналитичко) утицаја металних влакана (фактор облика, количина) на физичко-механичке особине бетонске матрице у функцији специфичних услова напрезања. Оба материјала (матрица и влакно) заједнички преносе напрезање док матрица не пукне. Наиме, тада наступа главни задатак присуства и активног дјеловања микроарматуре у постпукотинском стању. До лома скоро увијек долази због попуштања везе између матрице и влакана, из разлога слабијег сидрења влакана у бетонској матрици, као и лошијом хомогеношћу уграђене композитне мјешавине. Због тога ће се у експерименталном дијелу рада посебна пажња посветити оптимизацији свјеже композитне мјешавине како би се избјегли наведени недостаци на очврслном бетону. Експериментално истраживање ће се спровести искључиво на

цилиндричним узорцима.

### **РАДНА ХИПОТЕЗА**

Примјена микроармираног бетона доприноси повећању квалитета и трајности бетонских конструкција. Да би се јасније представила улога влакана у матрици бетона требало би напоменути да у бетону постоје микропукотине. Енергија која доводи до ширења пукотина је много мања од енергије која доводи до почетног стварања микропукотина. Под дејством оптерећења (статичког или динамичког), ове пукотине се шире и на крају доводе до лома. Ако у бетонској мјешавини постоје влакна, онда се енергија која би повећала пукотину троши (распоређује) око влакана. Због тога је потребно више енергије за ширење пукотина, тј мора се утрошити знатно више енергије за истезање или деформацију присутних влакана. Експеримент у оквиру предметне докторске дисертације представиће резултате о продуженој трајности бетонске конструкције ојачане влакнима у односу на конструкцију без влакана.

Експеримент ће такође показати да карактеристике примјењеног микроармираног бетона у конструкцијама (са аспекта квалитета и трајности конструкције), зависе од врсте употријебљеног агрегата (континуална или дисконтинуална гранулометријска крива), облика и текстура зрна, порозности, чистоће површине зрна, врста микроарматуре, као и фактор облика.

### **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА**

Микроармирани бетон представља савремени и сложени композитни материјал који је добијен захваљујући ојачању цементне матрице помоћу равномјерно диспергованих различитих врста влакана: челичних, синтетичких, етиленских, полипропиленских, стаклених и других у матрици бетона. Ова врста бетона представља сложени бетон гдје се јасно могу разликовати двије компоненте: основни материјал-матрица и додатни материјал-микроарматура чији је основни задатак да побољша карактеристике основног материјала-матрице. У овом случају влакна имају вишеструку улогу а њихов највећи допринос је повећање чврстоће и дуктилности композита, уз истовремено смањење запреминских деформација скупљања.

Количина влакана која се примјењује у мјешавини микроармираног бетона значајно варира у зависности од типа примјењених влакана и жељених карактеристика бетона. Креће се у распону од 0,1% па све до 2% у односу на укупну запремину готовог бетона. У параметре влакана спадају: врста и количина, пречник, фактор облика тј. однос дужине и пречника влакана, прионљивост, механичка својства и др. Свакако, требало би нагласити да параметри употријебљених влакана у оквиру мјешавине диктирају и опредјељују својства композита (механичка, реолошка, корозиона трајност, отпорност на пожар, отпорност на удар...). Додатак влакана утиче како на цементне композите у свјежем, тако и у очврслом стању. Да би се појачала прионљивост влакана и остварило успјешније сидрење у матрици бетона, све више се користе влакна посебног облика (влакна закривљених крајева).

Присуство влакана у мјешавини свјежег бетона мијења његова реолошка својства, па се сходно томе уобичајене технике и поступци испитивања морају мијењати.

Експеримент ће се спроводити:

- на цилиндричним узорцима без влакана,
- на цилиндричним узорцима обogaћеним челичним влакнима у серијама (са присуством влакана у различитим количинама)

Експериментално испитивање се спроводи према стандардизованим поступцима испитивања, у складу са важећим стандардима и нормама. Ако не постоје

стандарди користе се емиријске методе чија ће примјена бити детаљно описана. Трајање експеримента преваходно ће зависити о постављеном захтјеву тачности очекиваних мјерених величина на специфичне утицаје.

## **ПЛАН РАДА (ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА И ЕМПИРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА)**

### **Садржај докторске дисертације**

- Нормативи микроармираног бетона
- Термини и дефиниције
- Символи и скраћенице
- 1. Увод
- 2. Основне карактеристике микроармираног бетона
- 3. Механизам дејства динамичког оптерећења на микроармирани бетон. Утицај параметара микроармираног бетона на трајност конструкција
- 4. Експериментално испитивање
- 5. Карактеристике примјењених компонентних материјала
- 6. План експерименталног испитивања
- 7. Резултати експерименталног испитивања
- 8. Анализа резултата експерименталног испитивања
- 9. Закључак
- Литература
- Списак слика и графикона
- Списак табела

### **НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА**

Комисија је донијела позитивну одлуку о подобности теме и кандидата и сматра да је пријављена докторска дисертација кандидата мр Бојане Грујић, дипл. инж. грађ. под насловом „Моделирање физичко-механичких својстава бетона ојачаног влакнима са примјеном у конструкцијама“ резултат оригиналног научног рада. Понуђена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области бетонских конструкција и експерименталних истраживања **микроармираног бетона**. Кандидат је тему поставила студиозно, користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику.

Критички су анализирани и вредновани примјери различитих врста микроармираних бетона, који разматрају и користе савремене методе и приступе за теоријско-експериментална истраживања микроармираног бетона, са примјеном у конструкцијама.

Оригиналност научног рада, предвиђених истраживања као и резултата који ће бити остварени у оквиру испитивања ове дисертације огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- Увидом у релевантне радове, кандидат је закључила да је научној и стручној јавности предложен приступ примјене микроармираног бетона, али је врло мали број ефикасан у погледу смањења хабања и повећања трајности динамички оптерећених конструкција (дијелова конструкција) од микроармираног бетона.
- У раду је предвиђен развој модела за симулацију динамичких појава и процеса у микроармираном бетону како би се у процесу изградње конструкције омогућио избор оптималног конструктивног рјешења.
- Оригиналан приступ кандидат је испољила при формирању методе испитивања микроармираног бетона, избору методе за обраду и интерпретацију теоријско-експерименталних резултата, формирању модела и услова за примјену испитаног микроармираног бетона.

### 3. ОЦЈЕНА И ПРИЈЕДЛОГ

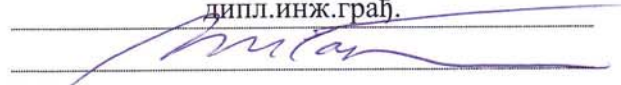
Анализирајући достављени материјал, те на основу увида у образовну, научну и стручну дјелатност кандидата, као и увида у досадашњи рад на Универзитету у Бањој Луци, Комисија је донијела позитиван став, да кандидат мр Бојана Грујић, дипл.инж.грађ., испуњава све услове за израду докторске дисертације са предложеном темом „Моделирање физичко-механичких својстава бетона ојачаног влакнима са примјеном у конструкцијама“. Кандидат је у приказу основа својих истраживања користила уобичајену и стандардизовану стручну терминологију а структура будуће докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама. Докторска дисертација садржи све релевантне елементе за одлучивање, те је Комисија у наведеном саставу констатовала да ће кандидат мр Бојана Грујић, дипл. инж. грађ. израдом ове докторске дисертације дати значајан допринос у области истраживања микроармираног бетона. Са задовољством предлажемо Наставно-научном већу Архитектонско-грађевинског факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да докторску дисертацију прихвати као позитивну и успешно понуђену тему из области грађевинарства. Такође сматрамо да наслов, као и оквирна структура истраживања, постављене научне хипотезе и научно-истраживачке методе, те образложење (интерпретација) анализе резултата уз одговарајуће прилоге у потпуности задовољавају критеријуме о подобности теме докторске дисертације. Полазећи од наведеног, предлажемо Наставно-научном вијећу Архитектонско-грађевинског факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да се кандидату мр Бојана Грујић, дипл. инж. грађ. одобри тема докторске дисертације под називом: „Моделирање физичко-механичких својстава бетона ојачаног влакнима са примјеном у конструкцијама“.

За ментора се предлаже, проф. др Мато Уљаревић, дипл. инж. грађ., ужа научна област геотехника.

Бања Лука, 19.01.2015.год.

#### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Проф. др Драган Милашиновић,  
дипл.инж.грађ.



2. Проф. др Јакоб Шуштершич,  
дипл.инж. грађ.



3. Проф. др Мато Уљаревић,  
дипл.инж.грађ.

