

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију: решење Декана Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду број 012-72/52-2012/1 од 27.12.2013.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. др Радомир Фолић, професор емеритус – председник, Конструкције у грађевинарству и Теорија конструкција, 15.12.1999., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад.</li><li>2. др Душан Ковачевић, редовни професор – члан, Теорија конструкција, 16.11.2011., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад.</li><li>3. др Зоран Брујић, доцент – члан, Конструкције у грађевинарству, 24.10.2013., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад.</li><li>4. др Мира Петронијевић, ванредни професор – члан, Теорија конструкција, 30.04.2010., Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд.</li><li>5. др Ђорђе Лађиновић, редовни професор – ментор, Теорија конструкција, 29.11.2012., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад.</li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Андија (Томо) Рашета</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 16.05.1973., Нови Сад, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Факултет техничких наука, Грађевинарство, дипломирани инжењер грађевинарства – мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: –</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Нелинеарна сеизмичка анализа гредних армиранобетонских мостова, Грађевинарство, Теорија конструкција, Грађевинско конструкторство, Земљотресно инжењерство, 29.10.2010. година.</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Грађевинарство, Теорија конструкција, Конструкције у грађевинарству, Земљотресно инжењерство.</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b> „АНАЛИЗА И ПРОЦЕНА СЕИЗМИЧКИХ ПЕРФОРМАНСИ ГРЕДНИХ АРМИРАНОБЕТОНСКИХ МОСТОВА“

#### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Дисертација је написана на 238 страна текста и садржи 315 слика и 122 табеле. Комплетан рад је компјутерски обрађен, а обрада је на високом нивоу. Дисертација је изложена у 6 поглавља и 5 прилога, са следећом структуром садржаја:

- 1) Увод
- 2) Преглед стања у области асеизмичког пројектовања гредних АБ мостова
- 3) Сеизмички прорачун и димензионисање гредних АБ мостова
- 4) Нумеричка анализа нелинеарног статичког и нелинеарног динамичког одговора гредних АБ мостова
- 5) Завршне напомене и закључци
- 6) Референце

Прилог А – Пројектне комбинације дејстава у стубовима гредних АБ мостова

Прилог Б – Геометријске и механичке карактеристике гредних АБ мостова

Прилог Ц – Акцелерограми

Прилог Д – Карактеристични резултати нелинеарне статичке „pushover“ анализе

Прилог Е – Карактеристични резултати нелинеарне динамичке анализе релативног хоризонталног померања средњег чвора греде моста

У оквиру увода докторске дисертације приказани су: опис предмета истраживања, преглед владајућих ставова у подручју истраживања, образложење о потребама истраживања, циљ истраживања, методе и хипотезе истраживања.

У другом поглављу приказан је сажет преглед тренутног стања у области асеизмичког пројектовања гредних армиранобетонских (АБ) мостова. Дат је кратак опис сеизмотектонских карактеристика Земље. Изложени су основни концепти асеизмичког пројектовања мостова и основни елементи диспозиције гредних АБ мостова.

У трећем поглављу су приказани основни захтеви који се постављају при асеизмичком пројектовању гредних АБ мостова (ЕН 1998-2). Такође, описани су начини за одређивање сеизмичког дејства и правила која важе при димензионисању и конструкцијском обликовању елемената гредних АБ мостова. С обзиром на то да се у стубовима допушта појава оштећења, посебно су приказане методе моделирања стубова моста за линеарне и нелинеарне анализе. Геометријска нелинеарност се уводи преко  $P - \Delta$  ефекта, док се материјална нелинеарност у анализи обухвата применом два модела пластичног зглоба. Описани су модели пластичног зглоба дефинисани на основу везе момент-кривина и влакнасти модел пластичног зглоба.

У четвртном поглављу је описана примењена методологија и приказани резултати сопствених нумеричких анализа. Описане су све анализирани варијанте конструкција гредних АБ мостова. Греда је континуалног статичког система на четири поља укупне дужине 170 m, која се зглобно ослања на стубове и опорце. Дужине стубова су 7 m, 14 m и 21 m, а анализа обухвата 18 комбинација дужина стубова. Све варијанте мостова су анализирани са провоугаоним попречним пресецима стубова. Варијанте мостова са сва три стуба исте дужине од 14 m и 21 m, анализирани су и са „I“ попречним пресецима и „комбинованим“ попречним пресецима (први и трећи стуб су „I“ пресека, а средњи стуб правоугаоног пресека). Све конструкције су димензионисане према EN 1992-1-1, EN 1998-1 и EN 1998-2. Критични пресеци стубова су конструкцијски обликовани на два начина, као неутегнути и утегнути. Детаљно су описани прорачунски модели који су коришћени за нумеричку анализу конструкције, са посебним освртом на стубове моста. Приказани су и коментарисани карактеристични резултати сеизмичког одговора у подужном и попречном правцу конструкције моста, који су одређени применом нелинеарне статичке и нелинеарне динамичке анализе модела.

У петом поглављу дате су опште напомене и закључна разматрања где су дати сви значајни закључци који су произашли из истраживања спроведених у оквиру ове докторске дисертације. Такође, дати су и правци даљих истраживања у овој области.

У шестом поглављу дат је списак литературе који садржи 136 референци и листу интернет адреса са подацима који су актуелни за тему докторске дисертације.

У прилогу "А" су табеларно дате вредности пројектних комбинација утицаја у стубовима свих анализираних варијанти мостова.

У прилогу "Б" су дате вредности геометријских и механичких карактеристика стубова свих варијанти мостова који су разматрани у нумеричким анализама.

У прилогу "Ц" су приказане карактеристике и спектри псеудоубрзања за три вештачка и три реална земљотреса који су упоређени као улазни податак у нелинеарним динамичким анализама.

У прилогу "Д" су приказани карактеристични резултати („pushover“ криве) нелинеарне статичке анализе у подужном и попречном правцу свих анализираних варијанти мостова за неутегнуте и утегнуте попречне пресеке.

У прилогу "Е" су приказани карактеристични резултати нелинеарне динамичке анализе (релативно хоризонтално померање средњег чвора греде моста) у подужном и попречном правцу мостова за неутегнуте и утегнуте попречне пресеке.

## **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Докторска дисертација је подељена у више поглавља ради лакшег сагледавања специфичности проблема сваког од делова, мада они у основи чине једну целину.

У првом, уводном, поглављу јасно су дефинисани предмет и циљ истраживања, као и образложење о потребама и актуелности проблема истраживања. Поред прегледа владајућих ставова у подручју истраживања, дате су и хипотезе и примењена методологија истраживања.

У другом поглављу дат је осврт на актуелни концепт процене сеизмичког хазарда и приказан сажет преглед тренутног стања у области асеизмичког пројектовања гредних (АБ) мостова прама најновијим европским нормама EN 1998, који ускоро треба да буду усвојени и у нашој земљи. Дат је кратак опис сеизмотектонских карактеристика Земље, осврт на процену сеизмичког хазарда у свету и нашој земљи, као и најновије карте сеизмичког хазарда за територију Србије. Детаљно су приказани основни принципи асеизмичког пројектовања мостова, као и основни елементи диспозиције гредних АБ мостова који се примењују у инжењерској пракси. Посебно су истакнути и објашњени захтеви да се гранично стање носивости (лома) проверава кроз могућност да мост након пројектног сеизмичког дејства очува интегритет конструкције и адекватну преосталу носивост, при чему неки делови моста могу бити оштећени, али тако да то не угрожава саобраћај непосредно након земљотреса. Допушта се појава пластичних зглобова у стубовима и/или зидовима, док се у коловозној конструкцији по правилу не дозвољава појава оштећења.

У трећем поглављу су приказани основни захтеви за асеизмичко пројектовање гредних АБ мостова у складу са одредбама нових европских норми EN 1998-2. Описан је начин одређивања пројектног сеизмичког дејства за линеарно-еластичну анализу конструкција, а објашњен је и начин дефинисања сеизмичког дејства преко акцелерограма (вештачких и реалних) који се користе за нелинеарну динамичку анализу. Приказане су најважније одредбе и правила која важе при димензионисању и конструкцијском обликовању елемената гредних АБ мостова. Ова правила се преваходно односе на обезбеђење услова да носивост на савијање и смицање буде већа од захтеване, која се одређује на основу пројектних комбинација утицаја. С обзиром на то да се у стубовима допушта појава нелинеарних деформација, а самим тим и појава оштећења, посебно су приказане методе моделирања стубова моста за линеарну и нелинеарну анализу конструкција. Детаљно су описане прорачунски модели стубова за нелинеарну статичку и динамичку анализу са аспекта обухватања геометријске и материјалне нелинеарности понашања конструкција изложених јаким сеизмичким дејствима. Истакнуте су предности и мане појединих метода анализе и прорачунских модела.

У четвртном поглављу је спроведена параметарска анализа сеизмичког одговора моста са различитим комбинацијама дужина стубова (7, 14 и 21 m). Од 27 могућих, анализирано је само 18 комбинација јер се, због симетрије конструкције, неке од комбинација понављају. Приказани су резултати спроведених нумеричких анализа и димензионисања свих варијанти мостова са освртом на најважније фазе анализе. Детаљно су приказани нелинеарни нумерички модели који су се користили у анализама. Геометријска нелинеарност је уведена преко  $P - \Delta$  ефекта, док је материјална нелинеарност разматрана применом модела са концентрисаном пластичношћу, која се уводи преко пластичних зглобова дефинисаних на основу везе момент-кривина (или момент-ротација), као и влакнасти модел (fiber model) пластичног зглоба на основу геометријских и

механичких карактеристика пресека и конститутивних закона бетона и арматуре. С обзиром да је сеизмички одговор мостова одређен применом прорачунских модела којима је обухваћена и геометријска и материјална нелинеарност, може се сматрати да резултати нумеричких анализа дају довољно добру процену понашање конструкција изложених јаким земљотресима у реалним условима. У спроведеном истраживању је разматрано просторно дејство земљотреса. Приказани су и тумачени карактеристични резултати НСА, посебно за подужни и попречни правац, а након тога су дати и објашњени резултати добијени применом НДА. У оквиру НСА и НДА, упоредно су дати резултати модела са неутегнутим и утегнутим попречним пресецима. Такође, спроведена је и упоредна анализа одговора конструкција који су добијени применом влакнастог модела пластичних зглобова и модела са пластичним зглобовима дефинисаним на основу везе момент-кривина.

У оквиру петог поглавља дата је кратка рекапитулација истраживања и најважнијих резултата и закључци који су проистекли из истраживања у оквиру докторске дисертације. Приказани резултати истраживања су у складу са постављеним циљевима и у потпуности одговарају методолошком аспекту дисертације. Исти су јасно дефинисани и повезани са постављеним основним хипотезама истраживања, као и дефинисаним циљевима истраживања. Коначно, прецизирани су и правци даљих истраживања из теме ове дисертације.

Списак литературе која је била коришћена у овој дисертацији је одабран у оптималном износу, а коришћена литература је савремена и пружа у довољној мери увид у резултате релевантних истраживања из проблематике која је проучавана у дисертацији.

Додаци А до Е садрже графичке и текстуалне податке на које кандидат се позива током анализа и коментарисања резултата.

#### **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

На основу резултата истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији, кандидат је, поред других радова, као и радова објављених пре пријаве докторске дисертације, самостално или као коаутор објавио још 9 радова и то:

##### **Категорија М24 – рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком:**

1. Lađinović Đ., Radujković A., **Rašeta A.**: SEISMIC PERFORMANCE ASSESSMENT BASED ON DAMAGE OF STRUCTURES – PART 1: THEORY, The Scientific Journal FACTA UNIVERSITATIS (ISSN 0354 – 4605), Series: Architecture and Civil Engineering Vol. 9, No 1, 2011, pp. 77 – 88, DOI: 10.2298/FUACE1101077L, UDC 699.841=111
2. Petronijević M., Lađinović Đ., **Rašeta A.**: Effects Of The Soil-Structure-Interaction On The Regular Seismic Behaviour Of Bridges. International Journal of Bridge Engineering (IJBE), Vol. 1, No. 1, (2013), pp. 67-80.

##### **Категорија М33 – радови саопштени на скупу међународног значаја, штампани у целини:**

3. **Rašeta A.**, Starčev-Ćurčin A., Radujković A.: Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Beam Bridges Exposed to Seismic Actions, PhIDAC, 21-23 september 2011., III INTERNACIONAL SYMPOSIUM for student of doctoral studies in the field of Civil Engineering, Architecture and Environmental Protection, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, str. 563-572, ISBN 978-86-7892-336-4.
4. Petronijević M., Lađinović Đ., **Rašeta A.**: Effects of the soil-structure-interaction on the regular seismic behaviour of bridges, Proceedeengs, International conference, Inovation on Bridges and Soil-Bridge Iinteraction, Hellenic society of bridges study, Hellenic society for earthquake engineering, page 157-164, October 13-15, 2011, Athens, Greece, ISBN 978-960-337-106-9.
5. Lađinović Đ., **Rašeta A.**, Folić R., Prokić A.: Comparative Analysis of Seismic Response of Irregular Multi-Span Continuous Bridges, 15TH World Conference on Earthquake Engineering, 24 – 28 september 2012, Lisbon, Portugal.

**Категорија М53 – рад у часопису националног значаја:**

6. **Rašeta A.:** NLINEARNA SEIZMIČKA ANALIZA GREDNIH AB MOSTOVA, Građevinski kalendar Vol. 44, str. 192–239, Savez građevinskih inženjera Srbije, Beograd, Knez Miloša br. 9/I, ISSN 0352-2733, UDK: 624.41.042.7, decembar 2011.

**Категорија Р61 – радови по позиву саопштени на скупу националног значаја, штампани у целини:**

7. Lađinović Đ., Folić R., **Rašeta A.:** Pregled metoda analiza za projektovanje seizmički otpornih mostova prema EN 1998, Savez građevinskih inženjera Srbije, Knez Miloša br. 9/I, Zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija, Zbornik radova sa drugog naučno – stručnog savetovanja, 27–30 april 2010, Divčibare, str. 339-356, ISBN 978-86-904089-8-6, UDK: 624.21.2.042.7 624.131.55.
8. **Rašeta A.,** Lađinović Đ., Petronijević M.: Nonlinear seismic analysis of girder reinforced concrete girders, Konferencija Savremena građevinska praksa, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za građevinarstvo, Društvo građevinskih inženjera Novog Sada, Zbornik radova, Andrevlje, 19. i 20. maj, 2011., str. 107-130, ISBN 978-86-7892-324-1.

**Категорија Р63 – радови саопштени на скупу националног значаја, штампани у целини:**

9. **Rašeta A.,** Lađinović Đ., Folić R., Radujković A.: Seizmička analiza neregularnih armiranobetonskih grednih mostova prema Evrokodu 8, Savez građevinskih inženjera Srbije, Knez Miloša br. 9/I, Zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija, Zbornik radova sa drugog naučno – stručnog savetovanja, 27–30 april 2010, Divčibare, str. 285-292, ISBN 978-86-904089-8-6, UDK: 624.27.042.7 : 006.83.

**VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У дисертацији је разматран сеизмички одговор гредних АБ мостова који су пројектовани у складу са EN 1998. У EN 1998-2 је експлицитно прописано да конструкција може бити пројектована тако да се допусти појава ограниченог нивоа оштећења услед савијања на унапред дефинисаним местима. Основни концепт оваквог приступа је да се на унапред предвиђеним елементима допусте оштећења, односно пластичне деформације попречних пресека при савијању у циљу дисипације унете сеизмичке енергије. Резултати истраживања у дисертацији представљају оригиналан и вредан допринос у области асеизмичког пројектовања мостова, и они се могу сумирати кроз следеће главне закључке:

1) При пројектном сеизмичком дејству у подужном правцу моста, формира се потпуни пластични механизам, али сигурност конструкција пројектованих према EN 1998, по правилу, није угрожена пошто је величина сеизмичких захтева мања од одговарајућег капацитета. Ово важи како за утегнуте тако и за неутегнуте попречне пресеке. Резултати НСА у подужном правцу, код мостова са различитим дужинама стубова, укажују да постоји приближно исти облик везе сила-померање између модела са неутегнутим и утегнутим критичним пресецима све до достизања максималне хоризонталне силе, након чега код варијанти са неутегнутим попречним пресецима долази до пада укупне смичуће силе при истом хоризонталном померању контролног чвора у односу на моделе са утегнутим попречним пресецима. Овакво понашање је директно последица мањег капацитета деформација код модела са неутегнутим у односу на моделе утегнутим попречним пресецима.

2) При сеизмичком дејству у попречном правцу моста, потпуни пластични механизам се не формира при достигнутом циљним померањима, пошто се нелинеарне деформације јављају само у стубовима. Применом НСА се добија приближно исти одговор (веза сила-померање) код модела са пластичним зглобовима који су дефинисани преко везе момент-кривина и влакнастог модела, посебно разматрајући системе са неутегнутим и утегнутим критичним пресецима. За поречни правац се добија да зависност сила-померање свих разматраних варијанти мостова има стални прираст и код модела са неутегнутим и утегнутим попречним пресецима Ово је последица чињенице да је греда моста ослоњена на непомерљиве опорце на својим крајевима и да је њена носивост довољна да издржи пројектно сеизмичко дејство у линеарно-еластичном подручју. Како је греда повезана са врховима стубова, при повећању оптерећења у попречном правцу долази до нелинеарног понашања стубова, али не и греде. Ово има за последицу стално

повећање укупне смичуће силе у основи при повећању хоризонталног померања контролног чвора. Резултати добијени применом НДА потврђују овакво понашање конструкција изложених реалним земљотресима чији интезитет одговара пројектном сеизмичком дејству.

3) Циљна померања за пројектно сеизмичко дејство су одређена N2 методом (EN 1998-1) за све варијанте анализираних мостова. Вредности померања у подужном правцу су од 10 до 22 cm, а у попречном правцу од 2 до 12 cm. Циљна померања су међусобно приближно иста код модела са неутегнутим и утегнутим попречним пресецима. Варијанте мостова које имају дужине стубова не мање од 14 m у подужном правцу остварују максималне вредности циљних померања од 22 cm, што је последица већих вредности основног периода вибрација и израженијих  $P - \Delta$  ефеката. Резултати добијени применом НДА показују да се применом НСА добија задовољавајућа процена граничних померања за пројектно сеизмичко дејство.

4) Распоред пластичних зглобова и њихово напонско-деформацијско стање при достигнутом циљном померању, показују да конструкције које су пројектоване у складу са ЕН 1998-1, имају задовољавајући капацитет нееластичног деформисања јер ни у једној варијанти анализираних мостова није дошло до колапса конструкције.

5) Код варијанти мостова са истим дужинама стубова (V111, V222 и V333) и правоугаоним попречним пресецима, постоји приближно исти облик везе сила-померање за подужни правац за оба модела утезања бетона, без обзира на ниво достигнутог померања. У овим случајевима, по правилу, одмах након достизања максималне хоризонталне силе долази до наглог пада силе при повећању померања, без обзира да ли су пресеци неутегнути или утегнути. Овакв неповољан одговор система је последица утицаја  $P - \Delta$  ефеката и чињенице да су аксијална напрезања и носивост на савијање сва три стуба моста приближно иста. У циљу избегавања оваквог понашања, анализирани су варијанте мостова V222 и V333 посебно са „I“ и са „комбинованим“ (први и трећи стуб „I“, а средњи стуб правоугаоног пресека) попречним пресецима. Промена облика попречних пресека код варијанте V222 има за последицу избегавање пада силе у вези сила-померање одмах након достизања максималне силе у основи. Међутим, код варијанте V333 са „комбинованим“ пресецима ово се не догађа због израженијих ефеката теорије другог реда и приближно исте носивости на савијање између крајњих стубова „I“ пресека и средњег стуба правоугаоног пресека. Суштински, овакв проблем код мостова са истим дужинама стубова се може решити балансом носивости на савијање између појединих стубова у смислу да се избегне достизање границе течења у сва три стуба истовремено.

6) Нелинеарном динамичком анализом (НДА) су код свих варијанти мостова добијени слични локални одговори (веза момент-ротација у пластичном зглобу) између модела са неутегнутим и утегнутим попречним пресецима, при истој комбинацији дужина стубова и за дејство истих акцелерограма. Разлике између захтеване локалне дуктилности између модела са неутегнутим и утегнутим пресецима не прелазе приближно 10 % у подужном, односно 20 % у попречном правцу. Глобални одговори код оба модела утезања бетона у критичним попречним пресецима практично исти, при истој комбинацији дужина стубова и за исти акцелерограм. Овакво понашање је последица чињенице да акцелерограми који су употребљени за нелинеарну динамичку анализу, иако одговарају пројектном сеизмичком дејству, не изазивају ротације пластичних зглобова које су веће од капацитета ротација пластичних зглобова са неутегнутим попречним пресецима. При томе и веза момент-ротација у пластичном зглобу код модела са неутегнутим и утегнутим попречним пресецима има приближно исту зависност до нивоа који одговара максималној ротацији коју може да прихвати модел са неутегнутим пресецима.

7) Без обзира на релативно блиске остварене вредности захтеване локалне дуктилности у пластичним зглобовима између модела са неутегнутим и утегнутим критичним попречним пресецима, постоје битне разлике у временској историји одговора за појединачна сеизмичка дејства датих у виду акцелерограма.

8) На основу резултата НДА за варијанту V123, закључено је да вертикална компонента убрзања тла не утиче битно на локални и глобални одговор гредних мостова са усвојеном диспозицијом. Разлике између максималне остварене ротације у пластичном зглобу са и без вертикалне компоненте убрзања тла не прелазе 3 %, а максимална захтевана релативна хоризонтална померања су практично међусобно иста.

9) Разлика понашања мостова за дејство земљотреса у попречном правцу које су одређене применом НСА и НДА је последица нерегуларности анализираних мостова у попречном

правцу. Карактеристичан пример је варијанта V123, код које се применом НСА добија да до пластификације долази само у средњем стубу моста, док НДА, за све земљотресе, показује да је захтевана локална дуктилност већа од 1,0 и у првом и средњем стубу.

10) Спроведена анализа применом НДА, при дејству земљотреса већег интензитета од пројектног, указује да утезање попречних пресека битно утиче на одговор система. Максимална захтевана ротација у пластичном зглобу у подужном правцу моста средњег стуба варијанте V113 код модела са неутегнутим пресецима износи 0,09 rad, а код модела са утегнутим пресецима 0,03 rad. Код модела са неутегнутим пресецима добијају се веће ротације од максималних које може да прихвати пластични зглоб, а распоред дилатација по висини пресека показује да су у притиснутој зони неутегнутог бетона, при достигнутој максималној оствареној ротацији, дилатације веће у односу на граничну вредност. При сеизмичком дејству већем од пројектног, неутегнути бетонски део пресека у потпуности губи носивост, те се овакав одговор система не може сматрати повољним. Дилатације у бетону по висини пресека и арматури при достигнутој максималној захтеваној ротацији утегнутих пресека, мање су у односу на граничне вредности. Такође, код модела са утегнутим пресецима, максимална захтевана ротација је мања од капацитета ротације пластичног зглоба, па се овакав одговор система може сматрати повољним.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

У дисертацији је спроведена параметраска анализа сеизмичког одговора регуларних и нерегуларних гредних армиранобетонских мостова различитих дужина стубова. Приказане су могућности моделирања гредних АБ мостова за потребе нелинеарне статичке анализе и динамичке анализе. Разматране су различите могућности моделирања пластичних зглобова на критичним местима у конструкцији, а у спроведеним анализама су обухваћени феномени и геометријске и материјалне нелинеарности. Детаљно су тумачени резултати свих прорачуна и указано је на специфичности које постоје при оваквим анализама. Техничка обрада свих поглавља у докторској дисертацији је на веома високом нивоу. Редослед излагања је јасан, концизан и логичан, а текстуална излагања су илустрована и поткрепљена одговарајућим сликама и дијаграмима. Резултати су праћени одговарајућим образложењима и критичким освртом на њихово вредновање у складу са владајућим ставовима науке у области истраживања. На основу резултата истраживања и њиховог критичког разматрања изведени су закључци који дају јасне одговоре на постављене циљеве истраживања.

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем и циљевима истраживања наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Комисија констатује да су у оквиру дисертације дефинисани сви неопходни елементи: опис проблема, предмет и циљеви истраживања, полазне хипотезе, методологија истраживања и методе истраживања. Основне хипотезе су јасно дефинисане док је истраживање обухватило детаљну анализу проблематике и процене сеизмичких перформанси гредних АБ мостова. Истраживање је оригинално и базирано на реалним подацима, тумачења резултата су јасна и објективна и закључци истраживања су јасно дефинисани.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

На основу детаљне анализе дисертације, увидом у актуелност поменуте проблематике, утврђеног циља и коришћене методологије истраживања, а узимајући у обзир и верификацију резултата у научним часописима и конференцијама, Комисија констатује да достављена докторска дисертација по свом садржају представља оригинални научни рад. Оригиналан допринос науци огледа се у

<p>следећем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У раду је на свеобухватан начин анализирано и сагледано понашања армиранобетонских гредних мостова при различитим комбинацијама дужина стубова и различитим начинима конструкцијског обликовања критичних пресека, тј. места на којима се допушта појава оштећења при јаком сеизмичком дејству;</li> <li>• Показано је да конструкције гредних АБ мостова које су пројектоване у складу са одредбама нових европских норми EN 1998-2, имају задовољавајуће сеизмичке перформансе за пројектно сеизмичко дејство.</li> <li>• Показано је да при дејству земљотреса већег интензитета од пројектног, утезање бетона на местима критичних попречних пресека битно утиче на одговор система. Глобални одговори код оба модела утезања бетона у критичним попречним пресецима, при истој комбинацији дужина стубова и за исти акцелерограм, не разликују се битно (до 10 % у подужном, односно 20 % у попречном правцу) за пројектно сеизмичко дејство. Међутим, за сеизмичка дејства која су јача од пројектног, само код модела са утегнутим пресецима максималне захтеване ротација су мање од капацитета ротације пластичних зглобова;</li> <li>• Спроведеном нумеричком анализом је указано на предности и недостатке појединих конструкцијских решења са аспекта комбинације дужина стубова, али и облика попречних пресека стубова гредних АБ мостова, па ова дисертација има и практичан значај.</li> </ul>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Комисија констатује на основу детаљне анализе рада кандидата да су испуњени постављени циљеви и да дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.</p>
<p><b>X ПРЕДЛОГ:</b></p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>- <b><u>да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана</u></b></p>

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

\_\_\_\_\_  
 1. др Радомир Фолић, професор, емеритус  
 Факултет техничких наука, Нови Сад,  
 Конструкције у грађевинарству

\_\_\_\_\_  
 2. др Душан Ковачевић, редовни професор  
 Факултет техничких наука, Нови Сад,  
 Теорија конструкција

\_\_\_\_\_  
 3. др Зоран Брујић, доцент  
 Факултет техничких наука, Нови Сад,  
 Конструкције у грађевинарству

\_\_\_\_\_  
 4. др Мира Петронијевић, ванредни професор  
 Грађевински факултет, Београд,  
 Теорија конструкција

\_\_\_\_\_  
 5. др Ђорђе Лађиновић, редовни професор  
 Факултет техничких наука, Нови Сад,  
 Теорија конструкција