

Univerzitet Crne Gore
GRAĐEVINSKI FAKULTET
81000 Podgorica
Džordža Vašingtona b.b.



Tel: 020 245 014, 244 905
Fax: 020 241 903
Website: www.ucg.ac.me/gf
E-mail: gf@ucg.ac.me
Žiro račun: 510-278-79
530-13649-97

Podgorica, 30.12.2021. godine

Broj: 2336

UNIVERZITET CRNE GORE
SENTU
PODGORICA

U prilogu vam dostavljamo Izvještaje sa javne odbrane polaznih istraživanja doktorskih disertacija za doktorande mr Ninu Nikolić i mr Petra Subotića (obraci D1).



SEKRETAR FAKULTETA,

Miro Božović, dipl.prav.

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ			
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ - ПОДГОРИЦА			
Примљено: 16. 12. 2021.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вриједност
	2232		



UNIVERZITET CRNE GORE
 Образac D1: Ocjena podobnosti doktorske teze i kandidata

OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Petar Subotić
Fakultet	Građevinski fakultet
Studijski program	Građevinarstvo
Broj indeksa	1/20
Podaci o magistarskom radu	Naziv magistarskog rada: <i>„Komparativna analiza evropskih i JUS standarda za projektovanje čeličnih konstrukcija“</i> Naučna oblast: <i>konstrukcije</i> Institucija na kojoj su završene magistarske studije: Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore Godina završetka: 2020. godina Srednja ocjena: „A” (10); ocjena magistarskog rada „A”
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Uticaj vevnih limova na nosivost bočno nepridrżanih čeličnih I greda
Na engleskom jeziku	Influence of batten plates on laterally unrestrained steel I beams resistance
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	
Naučna oblast doktorske disertacije	Konstrukcije
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
<p>Javna odbrana polaznih istraživanja za doktorsku disertaciju sa predloženim naslovom "Uticaj vevnih limova na nosivost bočno nepridrżanih čeličnih I greda", kandidata Petra Subotića, MSc, Spec.Sci, održana je u online modu (preko Zoom-a), dana 10. 12. 2021. godine, od 18.30h do 20.30h. Odbrana je prvobitno bila zakazana za isti dan (10. 12. 2021. god), ali sa početkom u 13 časova, u sali 103 Građevinskog fakulteta. Iz zdravstvenih razloga je potom termin promijenjen za 18.30h, da bi konačno morao biti promijenjen i način rada – umjesto u sali 103, odbrana je održana online, kako bi bile ispoštovane sve COVID-19 mjere. Javnost je obaviještena o obje promjene (termina i moda rada), kao i o prvobitno zakazanom terminu – isticanjem obavještenja na web-stranici Građevinskog fakulteta i Univerziteta Crne Gore. U obavještenju o poslednjoj izmjeni, javno je objavljen Zoom-link za odbranu.</p>	

Odbrana je organizovana pred komisijom u sastavu:

1. Prof. dr Duško Lučić, dipl. inž. građ, redovni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore – predsjednik,
2. Prof. dr Olga Mijušković, dipl. inž. građ, vanredni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore – član,
3. Prof. dr Biljana Šćepanović, dipl. inž. građ, vanredni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore – član/mentor.

Kandidat je, u prezentaciji od 45 min, detaljno obrazložio temu (počev od pojma i postupaka provjere bočne (ne)stabilnosti čeličnih I-greda, do metoda proračuna i sprječavanja gubitka nosivosti bočno nepridržanih čeličnih I-greda), objasnio njenu aktuelnost i praktični značaj u građevinskoj nauci i struci, predstavio dosadašnja istraživanja iz predmetne oblasti, uz detaljan opis i prikaz rezultata do sada sprovedenog sopstvenog istraživanja. Potom je iznio hipoteze i predstavio temeljan plan daljeg rada na svojoj doktorskoj disertaciji, koji obuhvata eksperimentalnu fazu istraživanja, kao i analitičko i numeričko modeliranje, nakon čega će uslijediti obrada i uporedna analiza rezultata, sa formulisanjem zaključaka i smjernica za buduća istraživanja.

Osim članova Komisije, prezentaciji su prisustvovala i četiri doktoranda Građevinskog fakulteta.

Nakon izvanrednog izlaganja kandidata i odličnih odgovora na pitanja koja su postavili članovi Komisije, kandidat je dobio pohvale za svoj rad, izlaganje i odgovore. Potom se razvila duža, veoma interesantna i korisna kolegijalna diskusija na temu bočne nestabilnosti čeličnih I greda i tretman tog problema u različitim standardima za projektovanje. Zaključeno je da su sasvim realna očekivanja da predmetna doktorska disertacija unaprijedi proračunsku tehničku regulativu iz oblasti čeličnih konstrukcija, kako kod nas, tako i u svijetu.

B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

Kod bočno nepridržanih čeličnih I greda izloženih savijanju, pojava koja sprječava ostvarivanje pune nosivosti presjeka je bočno-torziono izvijanje. Usljed ove pojave, u zavisnosti od dužine nosača, smanjenje nosivosti elementa može da iznosi i do 90%. Kao alternativa tradicionalnim mjerama za povećanje nosivosti bočno nepridržanih I greda, moguće je korišćenje različitih konfiguracija veznih limova. Međutim, primjena ove metode je vrlo rijetka u praksi. Razlog tome leži u nepostojanju odgovarajućih proračunskih pravila i izraza za primjenu iste. Naime, u evropskim standardima za projektovanje čeličnih konstrukcija (EN 1993), koji su nedavno usvojeni i u Crnoj Gori, nisu data pravila, odnosno izrazi kojima bi pozitivan uticaj veznih limova na nosivost bočno nepridržanih I greda bio uzet u obzir.

B2. Cilj i hipoteze

Glavni cilj

Definisanje izraza za uzimanje u obzir uticaja veznih limova na nosivost bočno nepridržanih I greda koji je u skladu sa EN 1993.

Podciljevi:

- izrada M_{cr} – L krivih za vruće valjane I presjeke,
- definisanje izraza za M_{cr} I greda ojačanih veznim limovima,
- utvrđivanje optimalnog položaja veznih limova,
- utvrđivanje raspodjele zaostalih napona kod I greda ojačnih veznim limovima,
- poređenje efikasnosti veznih limova i tradicionalnih metoda za povećanje nosivosti bočno nepridržanih I greda.

Osnovna hipoteza

Uticaj veznih limova na nosivost bočno nepridrżanih I greda moţe se opisati pomoću izraza koji je praktičan, siguran za upotrebu i u skladu je sa EN 1993.

Podhipoteza:

Primjena veznih limova u cilju povećanja nosivosti bočno nepridrżanih I greda je ekonomičnija od tradicionalnih metoda.

B3. Metode i plan istraživanja

Sprovođenje ovog istraživanja planirano je u četiri faze i to:

- 1/ teorijska analiza fenomena bočno-torzionog izvijanja kod čeličnih I greda ojačanih veznim limovima,
- 2/ eksperimentalno određivanje nosivosti bočno nepridrżanih I greda ojačanih veznim limovima,
- 3/ numeričko određivanje nosivosti bočno nepridrżanih I greda ojačanih veznim limovima,
- 4/ statističko vrednovanje rezultata ispitivanja i primjena probabilističkog pristupa.

Prva faza istraživanja podrazumijeva teorijsko razmatranje pojave bočno-torzionog izvijanja kod čeličnih I greda ojačanih veznim limovima s ciljem definisanja odgovarajućeg analitičkog izraza za elastični kritični moment bočno-torzionog izvijanja (M_{cr}). Planirana je validacija izvedenog izraza na osnovu značajnog broja sprovedenih numeričkih analiza u programskom paketu ANSYS v.19.2. Pored validacije izraza za M_{cr} , rezultati ovih analiza će biti iskorišćeni i u cilju utvrđivanja optimalnog položaja i konfiguracije veznih limova. Validacija i verifikacija numeričkog modela biće sprovedena prema smjernicama standarda EN 1993.

Druga faza istraživanja obuhvata sprovođenje eksperimentalnog ispitivanja u Laboratoriji za ispitivanje materijala i konstrukcija Građevinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore. Adekvatan broj uzoraka bočno nepridrżanih čeličnih I greda ojačanih veznim limovima, statičkog sistema proste grade sa prepustom, biće opterećivano do loma. Opterećenje će biti nanijeto na uzorke biće preko gornje noţice u vidu koncentrisane sile na prepustima nosača, simulirajući na taj način čisto savijanje između oslonaca. Druga opcija je opterećivanje proste grede sa dvije koncentrisane sile. Konačan izbor će biti napravljen u zavisnosti od procjene koja varijanta je jednostavnija za realizaciju u postojećim laboratorijskim uslovima. Na osnovu izmjerene granične sile, moguće je definisati nosivost ispitivanih uzoraka. Pored praćenja vrijednosti koncentrisane sile prilikom ispitivanja, treba biljeţiti i vrijednosti bočnog pomjeranja donje noţice, kao i vrijednosti dilatacija na kritičnim mjestima duţ nosača. Prije opterećivanja uzoraka, takođe će biti sprovedena prethodna mjerenja.

Prethodna mjerenja podrazumijevaju mjerenje geometrijskih imperfekcija uzoraka kao i utvrđivanje granice tečenja odnosno kidanja osnovnog materijala. Granica kidanja odnosno tečenja osnovnog materijala biće izmjerena u testu jednoaksijalnog zatezanja na epruvetama izvađenim iz uzoraka. Poseban dio prethodnih mjerenja podrazumijeva mjerenje zaostalih napona. Zaostali naponi biće mjereni na posebnim uzorcima na način opisan u radu Schaper-a.

Nakon sprovedenog eksperimentalnog dijela ispitivanja i svih neophodnih prethodnih mjerenja, kao sledeća faza istraživanja, planirana je numerička analiza u programskom paketu ANSYS v.19.2. Prvi korak će biti formiranje referentnog numeričkog modela, na bazi rezultata prethodnih mjerenja (granica tečenja i kidanja, geometrijske imperfekcije i zaostali naponi) i geometrije eksperimentalno ispitivanih uzoraka. Numerički model se smatra referentnim kada su rezultati numeričke analize i eksperimentanog ispitivanja pribliţno jednaki. Nakon utvrđivanja

referentnog modela slijedi pokretanje velikog broja GMNIA analiza kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri ispitale različite relativne vitkosti nosača, položaji i slučajevi opterećenja.

Na osnovu dobijenog velikog broja rezultata ispitivanja biće sprovedeno statističko vrednovanje. Postupak statističkog vrednovanja, te primjena probabilističkog pristupa, biće sproveden u skladu sa Aneksom D iz EN 1990. Na ovaj način predloženi izraz za nosivost bočno nepridržanih čeličnih I greda ojačanih veznim limovima, koji je kalibrisan na osnovu rezultata eksperimentalnih i numeričkih ispitivanja, biće u skladu sa EN 1993.

Za sprovođenje ovog istraživanja, od osnovnih metoda savremene nauke biće primijenjene metoda modelovanja, metoda eksperimenta i statistička metoda. U težištu ovog istraživanja nalazi se metoda modelovanja. U različitim fazama, odnosno tipovima modelovanja inkorporirane su različite posebne metode saznanja (analiza, sinteza, klasifikacija). Numerički model biće provjeren na osnovu eksperimentalnih rezultata odnosno metodom eksperimenta. Za ocjenjivanje vjerodostojnosti numeričkog modela biće primijenjena komparativna analiza. Za obradu rezultata ispitivanja i utvrđivanje konačnih izraza biće korišćena statistička metoda. Odgovarajući zaključci i preporuke za dalja istraživanja su rezultat primjene metode sinteze

B4. Naučni doprinos

Očekivani naučni doprinos ovog istraživanja ogleda se u kreiranju nekoliko novih naučnih saznanja. Prije svega, to su predloženi izrazi i pravila za nosivost bočno nepridržanih čeličnih I greda ojačanih veznim limovima. Ovim izrazima u potpunosti se opisuje pojava bočno-torzionog izvijanja i njen uticaj na nosivost pomenutih čeličnih I greda. Pored toga, novo naučno saznanje predstavlja raspodjela zaostalih napona kod ovih elemenata. Pomenuta raspodjela predstavljaće bitan faktor prilikom različitih analiza problema stabilnosti ovih elemenata, te će biti od izuzetnog značaja budućim istraživačima.

Definisani izrazi i proračunska pravila omogućiće potpunu implementaciju I greda ojačanih veznim limovima u građevinarstvu, te smjelije i ekonomski isplativije čelične konstrukcije.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

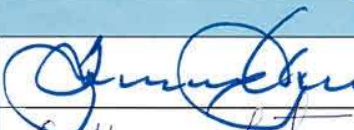
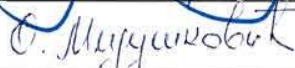
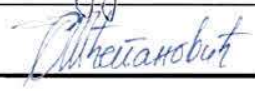


Doktorsko istraživanje biće realizovano na Građevinskom fakultetu Univerziteta Crne Gore.

Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore ima kapacitet za realizaciju eksperimentalnog istraživanja, budući da posjeduje dobro opremljenu laboratoriju i iskusno stručno osoblje.

Materijalna sredstva za realizaciju eksperimentalnog istraživanja, kao i za generalno predstavljanje rezultata na naučnim konferencijama i u referentnim časopisima, će biti obezbijedena iz naučnoistraživačkog projekta koji realizuje katedra za Metalne, drvene i spregnute konstrukcije Građevinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore.

Mišljenje i prijedlog komisije

Nakon izvrsnog izlaganja kandidata na javnoj odbrani polaznih istraživanja, odličnih odgovora na raznovrsna postavljena pitanja, te konstruktivne diskusije koja je uslijedila, a imajući u vidu prethodno analiziranu prateću dokumentaciju (PD obrazac i elaborat polaznih istraživanja, izložen na 64 strane), Komisija smatra da je tema doktorske disertacije ne samo inovativna i opravdana, već i veoma dobrodošla kako u građevinskoj nauci, tako i u struci. Stoga Komisija daje pozitivnu ocjenu polaznih istraživanja, te predlaže Vijeću Građevinskog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da prihvate ovaj izvještaj i odobre predloženu temu doktorske disertacije kandidata Petra Subotića.

Prijedlog izmjene naslova		
/		
Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora		
/		
Planirana odbrana doktorske disertacije		
2023. god.		
Izdvojeno mišljenje		
/		
Napomena		
/		
ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija.	DA	NE
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	DA	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	DA	NE
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		
Dr Duško Lučić, redovni profesor Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
Dr Olga Mijušković, vanredni profesor Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
Dr Biljana Šćepanović, vanredni profesor Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
U Podgorici, 16. 12. 2021. godine	 DEKAN 	
28.12.2021.		

PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA		
Prof. dr Duško Lučić	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zašto se u numeričkoj analizi preferira korišćenje četvorolinearnog materijalnog modela ako se kao kriterijum loma u mehaničkom modelu usvaja dostizanje napona na granici tečenja? 2. Da li planirate da za izvođenje izraza za nosivost nepridržanih čeličnih I greda ojačanih vezim limovima koristite staru ili novu Aryton-Perryjevu formulaciju za bočno-torziono izvijanje? 3. Na koji način planirate da sprovedete mjerenje geometrijskih imperfekcija? 	
Prof. dr Olga Mijušković	<ol style="list-style-type: none"> 1. Od navedenih faktora koji značajno utiču na nosivost elementa na bočno torziono izvijanje, koje biste izdvojili kao najvažnije i kojima, po Vašem mišljenju, u dosadašnjim istraživanjima nije posvećena dovoljna pažnja? 	
Prof. dr Biljana Šćepanović	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detaljnije objasniti plan eksperimentalne faze istraživanja – na koji način i na kojem broju uzoraka planirate da sprovedete eksperimentalno ispitivanje I greda ojačanih veznim limovima? 	
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI		
(Ime i prezime)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>	
(Ime i prezime)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>	
(Ime i prezime)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>	
ZNAČAJNI KOMENTARI		
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>		
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>		
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td> </td></tr> </table>		

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ - ПОДГОРИЦА
Број 2359
Подгорица 28. 12. 2021. год.

Na osnovu člana 64. Statuta Univerziteta Crne Gore i člana 35. Pravila doktorskih studija Univerziteta Crne Gore, Vijeće Građevinskog fakulteta u Podgorici na sjednici održanoj 28.12.2021.godine, utvrdilo je sljedeći

PREDLOG

Predlaže se Odboru za doktorske studije Univerziteta Crne Gore, da prihvati Izvještaj Komisije sa javne odbrane polaznih istraživanja za izradu doktorske disertacije studenta Građevinskog fakulteta u Podgorici mr Petra Subotića, Spec. Sci građ., i svoju odluku dostavi na izjašnjavanje Senatu Univerziteta Crne Gore.

- VIJEĆE GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U PODGORICI -



DEKAN,

Prof. dr Marina Rakočević
Prof. dr Marina Rakočević

Na osnovu člana 64. Statuta Univerziteta Crne Gore i člana 35. Pravila doktorskih studija Univerziteta Crne Gore, Vijeće Građevinskog fakulteta u Podgorici na sjednici održanoj 28.12.2021.godine, utvrdilo je sljedeći

PREDLOG

Predlaže se Odboru za doktorske studije Univerziteta Crne Gore, da prihvati prijavu doktorske disertacije studenta Građevinskog fakulteta u Podgorici, mr Petra Subotića, Spec. Sci građ., i odobri temu doktorske disertacije pod naslovom „Uticaj veznih limova na nosivost bočno nepridržanih čeličnih I greda“, i svoju odluku dostavi na izjašnjanje Senatu Univerziteta Crne Gore.

- VIJEĆE GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U PODGORICI -



DEKAN,

Marina Rakočević
Prof. dr Marina Rakočević