

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовao комисију: На основу одлуке Научно-наставног већа Факултета техничких наука Декан Факултета техничких наука је именовao комисију решењем број 012-199/56-2020 од 02.09.2021. године.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. Академик Теодор Атанацковић	Професор емеритус	Механика деформабилног тела 14.02.2014
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
ФТН, Нови Сад		Председник комисије
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. др Михаило Лазаревић	Редовни професор	Механика 16.04.2009.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Машински факултет, Београд		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. др Бранислава Новаковић	Редовни професор	Механика деформабилног тела 15.03.2018.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
ФТН, Нови Сад		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. др Ненад Граховац	Ванредни професор	Механика 03.06.2020.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
ФТН, Нови Сад		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. др Валентин Главарданов	Редовни професор	Механика деформабилног тела 19.6.2008.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
ФТН, Нови Сад		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		
1. Име, име једног родитеља, презиме: Армин Денеш Берцки		
2. Датум рођења, општина, држава: 14.04.1990., Зрењанин, Република Србија		

3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:

**Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду,
Механизација и Конструкционо машинство смер Пројектовање машина,
транспортни системи и логистика
Мастер инжењер машинства**

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:
2015. година, Техничка механика

III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Утицај смицања на секундарне бифуркације штапа ослоњеног на нелинеарну еластичну подлогу

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.

Докторска дисертација Армина Берецког написана је на 93 (деведесет три) стране и садржи 38 (тридесет осам слика) и 3 (три) табеле. Дисертација се састоји од 7 (седам) поглавља, 3 (три) додатка и литературе који садржи 54 (педесет четири) јединице. Садржај дисертације је

1. Увод
2. Методи анализе стабилности
3. Кратке основе теорије еластичних штапова
4. Математичка формулација проблема
5. Локална бифуркациона анализа
6. Резултати
7. Закључак и правци даљих истраживања
8. Додатак А
9. Додатак Б
10. Додатак Ц

У првом поглављу, Увод, објашњен је значај анализе послекритичног понашања еластичних штапова у инжењерству. Посебно је истакнут значај те анализе у околини двоструких сопствених вредности где је могућа појава секундарних бифуркација. Затим је укратко описан проблем који ће бити предмет ове дисертације. Након тога је следио и преглед литературе која је описује досадашње резултате постигнуте у области теме дисертације а који су послужили као мотив за исту. На крају поглавља Увод налази се и кратак опис структуре дисертације.

Друго поглавље садржи опис метода анализе стабилности еластичних штапова са нагласком на делове који ће бити коришћени у дисертацији.

Треће поглавље се бави општом теоријом еластичних штапова. Конкретно, у њему су, користећи Тимошенков приступ, изведене основе једначине које еластичних штапова када су присутни ефекти компресибилности и смицања.

У четвртном поглављу су изведене две нелинеарне диференцијалне једначине које описују деформацију еластичног штапа који лежи на нелинеарној еластичној подлози. Такође је одређена и тотална потенцијала енергија.

У петом поглављу је извешена локална бифуркациона анализа. То значи да су одређене критична сила извијања и две бифуркационе једначине применом Љапунов-Шмитове методе. Решавањем тих једначина одређен је општи облик примарних и секундарних грана бифуркације као и општи услови стабилности тих грана.

У шестом поглављу су представљени добијени резултати. Анализом резултата из поглавља пет одређен је утицај ефекта смицања и нелинеарности еластичне подлоге на тип примарних и секундарних бифуркација као и на стабилност истих. Поред тога одређени су и приближи

последкритични угиби штапа који одговарају секундарним гранама.

У седмом поглављу дат је закључак са као и могући правци даљих истраживања. Додатак А садржи бифуркационе дијаграме који описују последкритично понашање штапа у околини три најмање сопствене вредности у зависности од ефекта смицања и нелинеарности еластичне подлоге.

Додатак Б садржи дијаграме који описују последкритичне угибе штапа који одговарају секундарним гранама у околини три најмање сопствене вредности a у зависности од ефекта смицања и нелинеарности еластичне подлоге.

Додатак Ц садржи Теорему о имплицитној функцији.

На крају дисертације се налази детаљан списак коришћене литературе.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација садржи све неопходне елементе прописане важећим правилницима.

У **првом** поглављу дат је преглед тренутног стања у области теме дисертације. Поред тога, наведен је предмет истраживања и кратак опис плана самог истраживања. Такође, наведени су оправдани разлози за истраживања у области ове дисертације.

Комисија сматра да је истраживање у области дисертације овим оправдано.

У **другом и трећем** поглављу изнете су теоријске основе анализе еластичних штапова. Конкретно, у другом поглављу су објашњене методе за анализу стабилности штапова, док су у трећем поглављу изведене основне једначине раванске деформације штапова, уз присуство ефеката компресибилности и смицања.

Комисија сматра да је овај део неопходан због потпуности дисертације.

У **четвртном** поглављу опште једначине раванске деформације штапова су трансформисане у погодан облик за локалну бифуркациону анализу. Конкретно, за притиснути штап на нелинеарној еластичној подлози изведене су две нелинеарне једначине које описују деформацију. При томе је у обзир узет и ефекат смицања. Такође, формулисана је и укупна потенцијална енергија.

Комисија сматра да ово поглавље претставља полазну основу за решавање проблема постављеног у дисертацији, те је ово поглавље неопходно.

Петом поглављу има пет делова. Други део је посвећен одређивању критичних сила (најмањих сопствених вредности) у зависности од смицајне крутости и коефицијента крутости подлоге. Том приликом су одређене и све вредности критичних сила које одговарају двоструким сопственим вредностима. У трећем делу овог поглавља применом Љапунов-Шмитове методе формиране су две бифуркационе једначине које одређују број решења у околини двоструких сопствених вредности. Показано је да ове једначине поседују двоструку Z_2 симетрију. У четвртном делу решавањем бифуркационих једначина аналитички су одређене примарне и секундарне гране. На крају овог поглавља, у петом делу, изведени су довољни услови за стабилност и нестабилност примарних и секундарних грана.

Ово поглавље је веома важно с обзиром да је у њему постојећа теорија бифуркација успешно примењена ради решавања постављеног проблема и добијања аналитичких резултата, што ће у наредном поглављу омогућити добијње коначних резултата дисертације. На основу наведеног, комисија сматра да је ово поглавље значајно.

Поглавље **шест** садржи главне резултате ове дисертације. У овом поглављу је детаљно анализиран утицај смичуће крутости и нелинеарности подлоге на тип бифуркација, стабилност и облик последкритичних угиба осе штапа. Добијени резултати су презентовани у виду табела 1-3, слика 7-17 као и дијаграма датих у **додацима А и Б**. Закључено је да у околини сваке двоструке сопствене вредности постоји једанаест различитих последкритичних понашања еластичног штапа у зависности

од параметара смичуће крутости и нелинеарности подлоге. При томе, већи део учених понашања је нов, и није уочен у досадашњим истраживањима у овој области. Такође, као један од нових резултата, показано је да нелинеарност подлоге има већи утицај на појаву различитих послекритичних понашања штапа него смицајна крутост. Овај ефекат је нарочито изражен у случају тврде подлоге.

Комисија сматра да је овај део најзначајнији у дисертацији јер садржи највећи део оригиналних резултата ове дисертације којима се објашњавају поједина интересантна понашања еластичног штапа.

У седмом поглављу су наведени закључци истраживања у оквиру ове дисертације. Конкретно, презентовани су добијени резултати локалне бифуркационе анализе чиме је одређен утицај смичуће крутости и нелинеарности подлоге на тип примарних и секундарних грана бифуркације, њихову стабилност и облик послекритичних угиба осе штапа. Такође су представљени и могући правци даљих истраживања

Комисија сматра да су наведени закључци у складу са раније презентованим резултатима.

Додатак Ц садржи теорему о имплицитној функцији.

Комисија сматра да је овај део неопходан због потпуности дисертације

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

Glavardanov, V.B., Grahovac, N.M., Berecki, A.D., Zigic, M.M., 2020, The influence of foundation nonlinearity on the post-buckling behavior of a shearable rod near double eigenvalues, International Journal of Solids and Structures, 203, 236--248 [M21]

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

У оквиру дисертације одређено је послекритично понашање, са нагласком на секундарне бифуркације, у околини двоструких сопствених вредности, притиснутог еластичног штапа ослоњеног на нелинеарну еластичну подлогу кубног типа. Конститутивне једначине су узеле у обзир ефекат смицања. Сама тема се може сматрати као уопштење резултата добијених у [33] и [48]. То значи да су се као нови физички утицаји појавили нелинеарност подлоге и смицајна крутост штапа. Главни резултати су:

1. Поставка проблема у виду две нелинеарне диференцијалне једначине погодне за бифуркациону анализу.

2. Изведене су две бифуркационе једначине које поседују двоструку Z_2 симетрију.

3. Показано је да су све бифуркације у околини сваке двоструке сопствене вредности виластог типа. При томе и примарне и секундарне бифуркације могу бити суперкритичне или субкритичне у зависности од параметара смичуће крутости и нелинеарности подлоге. Такође, за сваку грану бифуркације одређена је њена стабилност (Табеле 1,2,3 и Слике 15-17). На основу претходних резултата формиран су бифуркациони дијаграми. Показано је да у околини сваке двоструке сопствене вредности постоји једанаест различитих послекритичних понашања штапа (слике А1 - А9) од којих већина до сада није била уочена у постојећој литератури. Такође, утврђено је да за довољно велику нелинеарност подлоге ни примарне а ни секундарне гране бифуркација не мењају ни свој тип ни стабилност. При томе, уочено је да нелинеарност подлоге има већи утицај на појаву различитих послекритичних понашања штапа него смицајна крутост. Као интересантан детаљ примећено је и да секундарне гране могу бити стабилне само у случају тврде подлоге. Резултати из

овогдела представљају оригинални допринос ове дисертације.

4. Показано је да решења нелинеарног проблема која одговарају примарним гранама бифуркације поседују својства симетрије или анрисиметрије. За мешовита решења, која оговарају секундарним гранама приближно је одређен њихов облик (Слике Б1-Б12), чиме је показано како параметри смичуће крутости и нелинеарности подлоге утичу на послекритични облик штапа, т.ј. како се нарушавају својста симетрије и антисиметрије.

На основу наведеног можемо закључити да је у овој дисертацији анализиран значајан и актуелан проблем у инжењерској струци. Дисертација садржи резултате који су оригинални допринос у области послекритичног понашања еластичних штапова. Поменути резултати ће помоћи инжењерима у бољем разумевању физичких феномена који доводе до губитка стабилности уз присуство секундарних бифуркација.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

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

Прегледом докторске дисертације комисија је утврдила да је кандидат јасно и систематично приказао резултате истраживања. Презентација је концизна, и пропраћена значајним бројем графичких илустрација и табела ради боље прегледности и разумевања изложене материје. Мишљење комисије је да је поступак добијања резултата коректан, као и су резултати истраживања тумачени са адекватном аргументацијом. Такође, добијени резултати су оригинални и имају како теоријски тако и практични допринос.

У складу са наведеним, Комисија **ПОЗИТИВНО** оцењује начин на који су резултати приказани и тумачени.

Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма **iThenticate**. Извештај о подударности је показао да је дисертација оригинално ауторско дело кандидата.

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?

Да. Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да. дисертација садржи све битне елементе докторске дисертације, захтеване Статутом Факултета техничких наука и Универзитета у Новом Саду, као и Законом о високом образовању

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Оригинални допринос науци ове дисертације представљају теоријски резултати у области истраживања послекритичног понашања штапова (Поглавља 5 и 6). Конкретно, аналитички су одређени утицаји параметара смичуће крутости и нелинеарности подлоге на појаву, тип и стабилност примарних а нарочито секундарних бифуркација у околини двоструких сопствених вредности. Резултати дисертације показују постојање нових, до сада не представљених у литератури, послекритичних понашања штапа. Поред тога, оригинални допринос представљају и аналитичка приближна решења која описују деформације штапа које одговарају секундарним бифуркацијама.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Комисија сматра да дисертација **нема** недостатака који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу наведеног, комисија предлаже:

да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже одговарајућим органима Факултета техничких наука и Универзитета у Новом Саду, да се докторска дисертација кандидата Армина Берецког под насловом „ Утицај смицања на секундарне бифуркације штапа ослоњеног на нелинеарну еластичну подлогу” **прихвати**, а кандидату **одобри одбрана** докторске дисертације.

Место и датум: Нови Сад, 23. 09. 2021

Академик Теодор Атанацковић,
професор емеритус, председник

др Михаило Лазаревић, редовни
професор, члан

др Бранислава Новаковић, редовни
професор, члан

др Ненад Граховац, ванредни
професор, члан

др Валентин Главарданов редовни
професор, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.