

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Датум и орган који је именовao комисију Решењем бр. 012-199/29-2019 од 30.05.2019. године, на основу Одлуке Наставно научног већа, а у складу са Статутом Факултета техничких наука, декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки, именовao је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.
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: 1) др Мирјана Малешев , редовни професор – председник, уно: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, датум избора у звање: 28.03.2013. године, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад 2) др Властимир Радоњанин , редовни професор, уно: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, датум избора у звање: 28.03.2013. године, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад 3) др Сениша Марков , редовни професор, уно: Биотехнологија, датум избора у звање: 12.10.2012. године, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, Нови Сад 4) др Зоран Грдић , редовни професор, уно: Грађевински материјали, датум избора у звање: 01.04.2012. године, Универзитет у Нишу, Грађевинско-Архитектонски факултет, Ниш 5) др Мирослава Радека , редовни професор – ментор, уно: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, датум избора у звање: 25.10.2013. године, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад 6) др Милан Мартинов , редовни професор – ментор, уно: Инжењерство биосистема, датум избора у звање: 01.10.1999. године, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Никола, Бранко, Маодуш 2. Датум рођења, општина, држава: 26.04.1984., Глина, Република Хрватска 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Факултет техничких наука, Нови Сад, Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, Дипломирани инжењер заштите животне средине – мастер 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2010. година, Грађевинарство 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Нема 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Нема

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

РАЗВОЈ И ПРИМЕНА БИОКОМПОЗИТНОГ ПЛОЧАСТОГ ТЕРМОИЗОЛАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА НА БАЗИ БИОМАСЕ И МИЦЕЛИЈУМА ГЉИВА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација кандидата Николе Маодуша написана је на 111 страна на српском језику, ћириличним писмом. Дисертација садржи 4 поглавља, 169 литературних навода, 18 табела и 33 слике. На почетку докторске тезе дати су: списак табела, слика и коришћених скраћеница. Рад је електронски обрађен. Докторска дисертација нема прилога и структурирана је кроз следећа поглавља:

1. Увод
2. Материјали и методи
3. Резултати и дискусија
4. Закључци
Литература

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација садржи све неопходне елементе прописане важећим правилницима. Докторску дисертацију чине четири јасно дефинисане целине које су истовремено и поглавља дисертације.

Прво поглавље

Ово поглавље представља увод у којем је кандидат указао на актуелну проблематику у систему управљања отпадом и штетности по животну средину и људско здравље које представљају производни процеси и примена конвенционалних термоизолационих материјала. Истакнута је потреба и оправданост истраживања у области примене алтернативних термоизолационих материјала заснованих на пољопривредним нуспроизводима и мицелијуму гљива. Назначено је да се производњом и применом материјала директно испуњавају примарни циљеви биономије као актуелне политике одрживости Европске Уније. Приказан је кратак преглед карактеристика конвенционалних топлотно изолационих материјала и актуелних законских прописа Европске Уније и Републике Србије у области енергетске ефикасности. Нарочита пажња је посвећена детаљном и свеобухватном прегледу актуелне литературе у области лигноцелулозних термоизолационих материјала. Кроз приказ и анализу великог броја научних радова из области лигноцелулозних термоизолационих материјала, формирана је квалитетна база података на основу које је дефинисан програм сопственог експерименталног истраживања. Закључено је да избор литературе и систематична, јасна и садржајна анализа истраживања у потпуности дају преглед научних достигнућа у области истраживане теме. У доступној литератури пронађено је свега неколико радова о примени нуспроизвода из пољопривредне производње и мицелијуму као везивном средству и који се односе на производњу амбалажног материјала и грађевинских термоизолационих материјала. Поред научних радова за дефинисање сопственог истраживачког програма коришћени су и патенти из области производње биокompatитних материјала заснованих на пољопривредним нуспроизводима и мицелијуму гљива. Пронађен је већи број радова који се баве истраживањем примене нуспроизвода из пољопривреде уз употребу различитих синтетичких и природних везивних средстава за производњу термоизолационих материјала. Нису пронађени радови у којима је детаљније анализирана могућност примене биокompatита као грађевинског термоизолационог материјала, што оправдава избор теме ове докторске дисертације, односно представља иновативно истраживање у овој области. Такође, укратко су приказане теоријске основе биополимерних материјала, са посебним освртом на пшеничну сламу, конопљу и гљиву буковачу, на којима се заснива експериментални део истраживања. На крају првог поглавља јасно су дефинисани предмет и циљеви истраживања, са нагласком на очекиване резултате који се огледају кроз постављене хипотезе. Радне хипотезе су добро и јасно дефинисане.

Друго поглавље

У другом поглављу приказан је преглед материјала и метода примењених у оквиру експерименталног дела дисертације и детаљно је разрађен програм истраживања. Истраживање је имало двојак циљ, да развије методу за производњу биокompatитних плочастих термоизолационих материјала, као и да оствари неопходна лабораторијска испитивања са циљем утврђивања могућности примене биокompatита. Описано је лабораторијско постројење и производни процес материјала, са свим неопходним елементима за евентуалну репродукцију истраживања. Детаљно су описане опште методе физичко-хемијске карактеризације материјала, као и стандардне методе за испитивање термоизолационих материјала према којима је биокompatит испитан. На крају поглавља приказан је опис метода моделовања енергетске ефикасности и анализе животног циклуса одабраних зидних конструкција. Прорачун енергетске ефикасности изведен је на примеру модела породичног стамбеног објекта, а изведена је и компаративна анализа животног циклуса биокompatита у односу на конвенционалне термоизолационе материјале. Имајући у виду садржај овог поглавља, закључено је да су план и програм експерименталног истраживања осмишљени тако да добијени резултати омогућавају јасно сагледавање утицаја варијабилних параметара на истраживана својства биокompatита, да је испитивани узорак довољно велик и да обезбеђује добијање поузданих резултата. Констатовано је да се у реализацији експеримента није одступило од плана и програма који су дефинисани у Пријави докторске дисертације. Такође, констатовано је да је приказано довољно података о компонентним материјалима, саставу биокompatита, броју, облику и димензијама узорака и примењеним методама испитивања, тако да је омогућена

поновљивост експерименталних истраживања. Ово поглавље је обogaћено фотографијама које употпуњују слику о спроведеном експерименту, а резултати истраживања су јасно приказани у виду табела и графикона.

Треће поглавље

У трећем поглављу детаљно су приказани резултати истраживања наведених у другом поглављу. Анализиран је утицај свих параметара варираних у првој целини експерименталног дела са освртом на њихов утицај на физичко механичка и хигротермичка својства биокompозита. Приказани су резултати карактеризације биокompозита са дискусијом и компарацијом утврђених вредности у односу на конвенционалне и сличне биокompозитне термоизолационе материјале који могу да се нађу у литератури. Кандидат је на систематичан начин представио резултате моделовања енергетске ефикасности у којима је испитан утицај три типа конструкција објеката применом програмског алата „URSA Građevinska Fizika 2“. Такође, приказани су резултати компаративне анализе животног циклуса биокompозита и појединих конвенционалних термоизолационих материјала применом програмског алата „Sima Pro 8“. На овај начин проверени су енергетски учинак и еколошки утицај биокompозита, као замене за конвенционалне термоизолационе материјале. На крају поглавља, а на основу резултата експерименталног дела истраживања, дефинисане су препоруке за практичну примену биокompозита у стамбеним објектима. Такође, наведени су најважнији недостаци биокompозита на које је неопходно обратити пажњу приликом примене материјала и дефинисани су предлози за превазилажење ових недостатака. Комисија је закључила да је анализа резултата систематично приказана, јасно изложена и спроведена уз примену адекватних метода нумеричке анализе, математичке статистике и теорије вероватноће. Такође је констатовано да ово поглавље садржи квалитетне, добро осмишљене табеле и дијаграме који доприносе бољој и јаснијој анализи добијених резултата. Ово поглавље има изузетан значај и обogaћује докторску дисертацију, јер тематику исте доводи у директну везу са принципима биоeкономије и одрживог развоја у савременом грађевинарству.

Четврто поглавље

У овом поглављу кандидат наводи свеобухватне, уопштене и опширније дефинисане закључке целокупног истраживања, са освртом на постављене хипотезе. Закључци предметног истраживања представљају језгровиту и концизну синтезу јасно и систематично изложених резултата, па се констатује да су критички анализирани постављени хипотезе и испуњени постављени циљеви докторске дисертације. Као посебан квалитет дисертације, на крају закључака дефинисани су правци даљих истраживања са препорукама са највећим научно истраживачким потенцијалом.

На основу ширег списка литературе уочава се да је кандидат приликом израде докторске дисертације користио савремене резултате истраживања из проблематике која је проучавана у дисертацији.

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

1. **Maoduš, N.**, Agarski, B., Kočetov Mišulić, T., Budak, I., Radeka, M., 2016. Life cycle and energy performance assessment of three wall types in south-eastern Europe region. Energy and Buildings 133, 605–614. doi:10.1016/j.enbuild.2016.10.014 **(M21)**
2. **Maodus N.**, Radeka M., Kočetov Mišulić T.: "Energy performance of typical residential buildings in SEE construction sector", Construction of Unique Buildings and Structures, 2014, ISSN 2304-6295 **(M24)**
3. **Maoduš N.**, Radeka M., Kočetov Mišulić T.: Energy related aspects of typical residential buildings in Serbia, 5. Građevinarstvo nauka i praksa, Žabljak: Univerzitet Crne Gore – Građevinski fakultet Podgorica, 17-21 februar, 2014, PP. 1625-1632, ISBN 978-86-8277--23-3 **(M33)**

VII ZAKЉUČCI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Имајући у виду негативне утицаје конвенционалних синтетичких ТИ материјала на животну средину и људско здравље анализирана је могућност производње и примене нове врсте биокомпозитног ТИ материјала заснованог на пољопривредним нуспроизводима и мицелијуму гљиве буковаче са циљем замене класичних ТИ материјала у стамбеним објектима. За производњу биокомпозита тестирана је употреба пшеничне сламе и конопље као основног супстрата и мицелијума буковаче као везивног средства, као потенцијалног решења за недостатке конвенционалних синтетичких ТИ материјала. Детаљно су испитане карактеристике произведеног биокомпозита према важећим EN и ISO стандардима у области ТИ материјала. Дефинисани су модели породичних стамбених објеката са конвенционалним ТИ материјалима и биокомпозитом на којима је изведена анализа енергетске ефикасности. Такође, дефинисани су модели три типа зида са конвенционалним ТИ материјалима и биокомпозитом за компаративну оцену утицаја на животну средину.

На основу литературних извора дефинисан је програм експерименталног истраживања дисертације који се састоји из две целине. Прву целину чини испитивање параметара за производњу биокомпозита. Кроз 17 серија експеримента варирано је 11 различитих параметара који утичу на квалитет биокомпозита. Другу целину чине морфолошка, механичка, физичко-хемијска и хигротермичка испитивања биокомпозита, као и моделовање енергетске ефикасности и поједностављена компаративна процена утицаја биокомпозита на животну средину. У првом делу експеримента утврђен је сет параметара за производњу биокомпозита задовољавајућег квалитета. Такође је утврђено да, због начина на који се биокомпозит преводи у инертно стање, примена вегетативног ткива гљива као везивног средства не омогућује ширење спора као потенцијалног алергена. Овим је прва хипотеза у дисертацији потврђена, иако производни процес биокомпозита није оптимизован, производна метода је успешно потврђена кроз све серије изведених експеримената. У другом делу експеримента утврђено је да су механичка својства биокомпозита упоредива су са својствима EPS-а и да су обе врсте биокомпозита погодне за примену код система градње где неће бити изложени већим механичким напрезањима. Биокомпозит није подобан за радне услове средине са вредностима релативне влажности изнад 75 %, те је она дефинисана као гранична вредност за његово складиштење и примену. На основу вредности коефицијента топлотне проводљивости сврстава се у праве ТИ материјале, а најсличнији је плочама заснованим на експандираној плути. Има знатно бољу пермеабилност према воденој пари у односу на конвенционалне плочасте ТИ материјале (EPS, XPS, PU) и незнатно слабију пермеабилност у поређењу са влакнастим материјалима попут минералних вуна. Пиролитичком термичком декомпозицијом биокомпозита указано је да је материјал стабилан на температури до 250 °C када долази до декомпозиције главних компоненти лигноцелулозних материјала - хемицелулозе, целулозе и делимичне декомпозиције хитина и лигнина. На основу резултата овог дела истраживања, друга хипотеза је делимично потврђена због могућности појаве микроорганизама на површини материјала у условима повишене влажности. Анализом енергетске ефикасности може да се закључи да модели са биокомпозитом имају занемарљиво веће енергетске губитке и сходно томе више GHG емисије у односу на моделе са класичним ТИ материјалима и да тип зидне конструкције има значајан утицај на енергетске губитке објеката. У односу на EPS и овчију вуну биокомпозити пружају бољу топлотну стабилност елемента спољног зида. Анализа животног циклуса модела указала је да биокомпозит има мање штетан утицај на животну средину са аспекта GHG емисија од појединих конвенционалних, синтетичких ТИ материјала, али не и од свих, како је очекивано. Овим је трећа хипотеза дисертације делимично потврђена, што је резултат повишених GHG емисија у току фазе сушења материјала због не оптимизованог производног процеса.

Дефинисани су и правци даљих истраживања где су процес сушења материјала и врста примењене биомасе идентификован као параметри са највећим научноистраживачким и потенцијалом за оптимизацију и унапређења. Такође предложено је да се испита могућност заштите произведеног материјала од утицаја влаге хемијским средствима која су мање штетна по животну средину су, а такође се предлажу и *in situ* истраживања на мањим тест објектима као би се проценило понашање биокомпозита у реалним условима.

Истраживање пружа значајну почетну основу за сва будућа истраживања усмерена ка употреби биокомпозитних ТИ материјала у грађевинарству.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Прегледом докторске дисертације Николе Маодуша, комисија закључује да је приказ дисертације јасно структуриран, прегледан, систематичан и да је примењен адекватан научни приступ. Резултати сопственог експерименталног истраживања адекватно су аргументовани и презентовани на разумљив и коректан начин. Анализа резултата је систематично приказана, јасно изложена и спроведена уз примену адекватних метода нумеричке анализе и математичке статистике, а изведени закључци вредновани су коришћењем научно признатих критеријума из анализиране литературе и проистичу из добијених резултата истраживања. Дефинисане су препоруке за практичну примену биокмпозита у стамбеним објектима и предложени су и правци даљих истраживања. Техничка обрада свих поглавља докторске дисертације је на високом нивоу. Дисертација је обogaћена квалитетним фотографијама које употпуњују слику о спроведеном експерименталном истраживању. Јасно написан текст пропраћен је табелама и дијаграмима који доприносе квалитетнијој и јаснијој анализи добијених резултата. Комисија сматра да укупан рад кандидата, по свом карактеру и обиму, у потпуности одговара дефинисаној теми и наслову и такође сматра да ће резултати овог истраживања имати примену у грађевинској пракси и у будућим научним истраживањима из ових области.

Напомена: докторска дисертација је у библиотеци ФТН-а прошла проверу плагијарности применом софтвера „iThenticate“, који је показао да степен подударности са другим публикацијама износи 2 % (према упутству произвођача све испод 15% је оригиналан рад). Тестирање је показало да докторска дисертација кандидата Николе Маодуша представља оригинално ауторско дело, али је аутор, свеједно, одређене реченице кориговао у складу са резултатима провере софтвером.

У складу са наведеним Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Да. Комисија је констатовала да је дисертација Николе Маодуша у целини написана у складу са образложењима наведеним у пријави теме. Испоштован је програм истраживања, изведено је планирано експериментално истраживање, проверене су хипотезе и изведени адекватни закључци. У оквиру теоријско-истраживачког дела дисертације, у циљу боље припреме за анализу резултата сопственог експерименталног истраживања, утврђена је расположивост пољопривредних нуспроизвода на територији АП Војводине.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Докторска дисертација својим насловом, садржајем, резултатима истраживања и начином тумачења резултата садржи све битне елементе који се захтевају у радовима овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Докторска дисертација кандидата Николе Маодуша је оригинални теоријско-експериментални научни рад на тему примене биокмпозитних термоизолационих плоча заснованих на пољопривредној биомаси и мицелијуму гљива. Детаљном анализом досадашњих истраживања у области примене биокмпозитних термоизолационих материјала закључено је да је ова научна област недовољно истражена. Научни допринос дисертације је двојак и огледа се у дефинисању методе за производњу биокмпозитних термоизолационих плочастих материјала заснованих на биомаси без употребе синтетичких везивних средстава. Даље, изведена је детаљна карактеризација новог биокмпозита на основу које је могуће дефинисати његову практичну примену, а још важније, његов даљи развој и оптимизацију, што подразумева изналажење нових примена у стамбеним објектима. Биокмпозит задовољава техничке захтеве за уградњу у стамбеним објектима под одређеним условима и има мањи утицај на здравље људи и животну средину од појединих конвенционалних термоизолационих материјала. На овај начин, предметна истраживања високо су цењена и у научној и у стручној јавности.

Из наведеног Комисија је закључила да је у дисертацији остварен научни допринос у области њеног истраживања.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

На основу детаљне анализе рада кандидата комисија констатује да су испуњени постављени циљеви и да дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

- да се докторска дисертација „Развој и примена биокompatитног плочастог термоизолационог материјала на бази биомасе и мицелијума гљива“ прихвати, а кандидату, Николи Маодушу, одобри одбрана
- да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни односно измени) или
- да се докторска дисертација одбија

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Мирјана Малешев, редовни професор, председник

др Властимир Радоњанин, редовни професор, члан

др Синиша Марков, редовни професор, члан

др Зоран Грдић, редовни професор, члан

др Мирослава Радека, редовни професор, ментор

др Милан Мартинов, 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.