

УНИВЕРЗИТЕТ „УНИОН - НИКОЛА ТЕСЛА“ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА ГРАДИТЕЉСКИ МЕНАџМЕНТ

Број: 3652

Београд, 06.11.2017.године

ИЗВЕШТАЈ КОМИСИЈЕ ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
-обавезна садржина-

I. ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију Наставно-научно веће ФАКУЛТЕТА ЗА ГРАДИТЕЉСКИ МЕНАџМЕНТ Универзитета „УНИОН-НИКОЛА ТЕСЛА“ У Београду на седници одржаној 04.09.2017. године</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> <p>1. Др Славко Божиловић, редовни професор - Емеритус, ужа научна област Менаџмент за коју је изабран у звање 28.10.2011. године, Факултет за градитељски менаџмент, Универзитет “Унион-Никола-Тесла”, Београд, председник комисије</p> <p>2. Др Дубравка Мијуца, редовни професор, ужа научна област Пројектовање и конструкције, за коју је изабрана у звање 01.11.2011. године, Факултет за градитељски менаџмент, Универзитет “Унион-Никола-Тесла”, Београд, ментор</p> <p>3. Др Зоран Цекић, редовни професор, ужа научна област Менаџмент за коју је изабран у звање 28.10.2011. године, Факултет за градитељски менаџмент, Универзитет “Унион-Никола-Тесла”, Београд,члан</p> <p>4. Др Сузана Копривица, редовни професор, ужа научна област Пројектовање и конструкције, за коју је изабран у звање 01.06.2012. године, Факултет за градитељски менаџмент, Универзитет “Унион-Никола-Тесла”, Београд,члан</p> <p>5. Др Xiaoqin Sun, доцент, Changsha University of Science & Technology, Faculty of Energy and Power Engineering Changsha, Kina, члан</p>
II. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Jovana Đorđa Jovanović</p> <p>2. Датум рођења, општина, Република: 10.09.1990. године, Podgorica, Crna Gora</p> <p>3. Датум одбране, место и назив дипломског мастер рада (магистарске тезе –опционо) 02.07.2014.g., Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, "Idejni projekat čelične konstrukcije višespratne poslovne zgrade"</p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање – мастер (магистра наука- опционо) Грађевинско инжењерство, modul Konstrukcije, Master inženjer građevinarstva, akademske studije</p>

III. НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

"Unapređenje performansi energetski efikasnog projektovanja eksperimentalnim i simulacionim istraživanjima PCM materijala i ugradnjom fotonaponskih sistema u omotače građevinskih objekata"

IV. ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Doktorska disertacija "Unapređenje performansi energetski efikasnog projektovanja eksperimentalnim i simulacionim istraživanjima PCM materijala i ugradnjom fotonaponskih sistema u omotače građevinskih objekata" sadrži 132 strane, podeljene u šest poglavlja, 8 tabela, 46 slika sa dijagramima, šemama i fotografijama i 112 referenci citiranih u tekstu disertacije i navedenih u poglavlju Literatura.

V. ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

U poglavlju 1 "Uvod" kandidat analizira jedan od najvećih problema sa kojim se susreće čovečanstvo u 21. veku, a to je problem energije, tj njene proizvodnje i potrošnje. Ovaj problem kompleksno utiče na kvalitet života kako pojedinca, tako i država, odn. ljudske vrste uopšte. Oko 40 % svetske potrošnje energije otpada na građevinske objekte, pri čemu ovaj deo utrošene energije ima značajan uticaj na okolinu proizvodeći skoro 25% globalne emisije CO₂, a time doprinoseći globalnom zagrevanju. U ovom poglavlju kandidat definiše predmet i cilj istraživanja koji se odnosi na unapređenje performansi energetske efikasnosti putem dva najsavremenija modula projektovanja održivog građevinarstva: fotonaponskih panela i PCM materijala kao konstruktivnih elemenata. Jasno je ukazano na metode i sadržaj istraživanja putem eksperimenta u laboratoriji i simulacije na odgovarajućem softveru, kao i očekivane rezultate, značaj i doprinos rada.

U poglavlju 2 "Principi energetske efikasnosti u građevinarstvu" su analizirani principi energetske efikasnosti i potencijalne energetske uštede u građevinskom sektoru. Dat je pregled građevinskih normativa Evropske komisije za standardizaciju. Razmotreni su indikatori za ocjenu energetske efikasnosti, forme geometrije energetski efikasnih objekata, kao i faktori od bitnog uticaja na energetske efikasnost objekata.

Predmet doktorske disertacije u poglavlju 3 "Analiza energetske efikasnosti Trombovog zida sa ugrađenim fotonaponskim modulima" je ocena energetske efikasnosti pri primeni fotonaponskih (PV-PhotoVoltage) modula u Trombovom zidu (takozvani PV-Trombov zid), sa aspekta proizvodnje električne energije, tj stepena iskorišćenja PV modula, što je u današnje vrijeme veoma aktuelna tema. Električna energija proizvedena putem PV panela, integrisanih u PV-Trombov zid, analizirana je putem System Advisor Model (SAM) softvera. Izborom lokacija panela, tj. gradova (Podgorica i Changsha), gdje je PV lociran, izabrani su automatski i fajlovi sa realnim parametrima klimatskih, vremenskih prilika za tu lokaciju (solarna iradijacija, temperatura ambijenta, vetar, itd.) kojima se datoteke SAM-a snabdevaju u vremenskim sekvencama od 1h. Pri simulaciji i proračunu su uzeti u obzir i drugi relevantni podaci iz datoteka SAM-a koji se odnose na PV (konkretni izabrani tip PV modula, odn. panela,

sa odgovarajućim kataloškim parametrima, uglovi nagiba PV, radne temperature PV modula, itd.). Doprinos ovog dela disertacije se ogleda u činjenici da su na osnovu navedenog simulacionog softvera određeni optimalni fiksni uglovi nagiba PV modula, pri kojima je najveća srednja godišnja i srednja mesečna vrednost generisane električne energije od strane PV modula. Dokazano je da stepeni korisne snage PV modula korišćenog u Trombovom zidu, iznose svega 65% i 54.8% (vrednosti na godišnjem nivou), u odnosu na korišćenje PV modula pri optimalnim uglovima nagiba. Navedeni podaci se odnose na lokacije PV modula u Podgorici i Changsha, respektivno. Takodje, na mesečnom nivou, najveća srednja mesečna proizvodnja električne energije odgovara optimalnim vrednostima ugla nagiba koji se menjaju od meseca do meseca, i koji su bitno različiti od ugla nagiba PV modula u Trombovom zidu. Na osnovu toga dokazano je da je primena PV modula u Trombovom zidu, sa aspekta stepena iskorišćenja PV modula, sa niskim stepenom iskorišćenja, odn. niskom energetsom efikasnošću, a samim tim da je neracionalna. Stoga je i sa ekonomskog aspekta, investicija u ugradnju PV modula u Trombov zid, bitno manje isplativa u odnosu na slučaj kada se PV modul koristi pod optimalnim ili bliskim optimalnom uglu nagiba. Sa aspekta veće proizvodnje električne energije korisnije je instalirati PV module ne u Trombovom zidu, nego na drugom mjestu van Trombovog zida, obezbeđujući optimalan ugao nagiba, odn. maksimalnu proizvodnju električne energije. Takođe, dokazano je da je uticaj porasta radne temperature PV modula na količinu proizvedene električne energije zanemarljiv, pogotovo u poređenju sa uticajem ugla nagiba PV modula.

Poglavlje 4 "Unapređenje performansi energetski efikasnog projektovanja eksperimentalnim istraživanjima PCM materijala ugrađenog u omotače građevinskih objekata" obuhvata teorijski deo i posebno važan deo eksperimentalnih istraživanja primene, ugradnje PCM (Phase Change Material - fazno-promenljivi materijali, tj. materijali koji menjaju agregatno stanje) u omotače građevinskih objekata. Ugradnja se vrši radi poboljšanja energetske efikasnosti stambenih objekata, u smislu redukcije grejanja i hlađenja, odn. poboljšanja toplotnih performansi i smanjenja energetske potrošnje unutar stambenih objekata. Za istraživanja efekta ugradnje PCM materijala u omotače zgrada korišćen je eksperimentalni metod, a eksperimentalna istraživanja su sprovedena u laboratoriji Univerziteta za nauku i tehnologiju, u Changsha, Kina. Radi ispitivanja prenosa toplote i njegovog uticaja na fluktuacije temperatura, ispitivani su kao uzorci tri gipsana zida uz korišćenje odgovarajuće merne instrumentacije.

Eksperimentalna istraživanja su obuhvatila određivanje optimalnih pozicija izolacionih slojeva sa PCM materijalom (PCM kuglicama) u omotačima građevinskih objekata, tj. pozicija u kojima je maksimalan njihov učinak. Takav učinak podrazumeva optimalnu regulaciju temperature prostorije u smislu postizanja temperaturnog komfora, uz redukciju upotrebe dodatnih sistema za grejanje i hlađenje.

U eksperimentu je solarno zračenje simulirano stacionarnim i tranzijentnim toplotnim režimom, realizovanim preko grejne folije. U stacionarnom toplotnom režimu, varirane su vrednosti toplotnog fluksa, kao i toplotnog otpora između izvora toplote i sloja sa PCM kuglicama. Nađene su vrednosti toplotnog fluksa i toplotnog otpora (debljina izolacije) pri kojima je maksimalna redukcija temperature u toku dana i maksimalni porast temperature u toku noći, pri korišćenju PCM kuglica. Takođe, identifikovani su opsezi vrednosti toplotnog fluksa i toplotnog

otpora, pri kojima se proces topljenja ne može kompletno obaviti tokom dana, tj. u okviru kojih je funkcionisanje PCM materijala nedelotvorno.

Za slučaj tranzijentnih toplotnih režima, kojima se uspešnije nego stacionarnim simulira realno solarno zračenje u toku dana, analiziran je uticaj PCM kuglica na održavanje unutrašnje temperature prostorije. Za zadati opseg temperatura u okviru koga treba održavati temperaturu prostorije, poređeni su vremenski intervali u toku kojih je nepotrebno uključivanje sistema grejanja i hlađenja (HVAC), za slučaj omotača zgrade sa PCM materijalom i bez njega. Dobijeni eksperimentalni rezultati, za konkretne slučajeve primene PCM materijala u omotaču zgrade, ukazuju na doprinos primene PCM kuglica u smislu značajne uštede energije, odn. redukcije dodatnog grejanja i hlađenja radi održanja toplotnog komfora.

Nađene vrednosti toplotnih flukseva i toplotnih otpora, pri kojima je efikasno delovanje PCM materijala, tj. kada je on u stanju da primi kompletnu latentnu energiju pri topljenju i otpusti je u režimu solidifikacije. kao i analiza ušteda energije pri održavanju temperatura prostorije u granicama toplotnog komfora, mogu korisno poslužiti pri istraživanju i projektovanju omotača zgrada sa ugrađenim PCM materijalom.

U poglavlju 5. " Zaključak" sumirani su zaključci prethodno izvedeni u poglavljima 3 i 4. Ukazano je na rezultate istraživanja koji dokazuju neefikasnost korišćenja PV modula u Trombovom zidu sa spektra stepena iskorišćenja PV modula, odn. njegove energetske efikasnosti. Takođe, ukazano je na značaj dobijenih rezultata eksperimentalnih istraživanja sprovedenih nad PCM materijalom (PCM kuglicama), kojima su identifikovani nivoi toplotnog fluksa i temperaturnog otpora pri kojima je efikasno djelovaje PCM materijala, kao i konkretne uštede u sistemu za grejanje i hlađenje.

Poglavlje 6. "Literatura" obuhvata 112 naslova stranih i domaćih autora sa tematikom iz oblasti održivog razvoja, energetske efikasnosti, fotonaponskih modula i PCM materijala.

V. ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

U disertaciji pod nazivom ""Unapređenje performansi energetske efikasnog projektovanja eksperimentalnim i simulacionim istraživanjima PCM materijala i ugradnjom fotonaponskih sistema u omotače građevinskih objekata" kandidat Jovana Jovanović je tokom sprovedenih istraživanja, posebno u laboratoriji Univerziteta za nauku i tehnologiju, u Changsha, Kina, došla do originalnih i dragocenih naučnih rezultata u oblasti energetske efikasnosti.

Postignuti rezultati predstavljaju originalan doprinos na polju unapređenja energetske efikasnog projektovanja i primene dva najsavremenija modula u održivom građevinarstvu - fotonaponskog modula i PCM materijala.

VI. ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Komisija za ocenu urađene doktorske disertacije pod nazivom "Unapređenje performansi energetske efikasnog projektovanja eksperimentalnim i simulacionim istraživanjima PCM materijala i ugradnjom fotonaponskih sistema u omotače građevinskih objekata" kandidata

Jovane Jovanović, na osnovu analize svih poglavlja disertacije, posebno metodologije, rezultata istraživanja, diskusije i zaključaka, konstatuje da je postavljeni cilj istraživanja u potpunosti ispunjen. Rezultati dobijeni tokom istraživanja i prezentirani u ovoj doktorskoj disertaciji imaju značajnu originalnu vrednost i praktičnu primenljivost.

Aktuelnost i značaj problema izučavanih u ovoj disertaciji potvrđena je i publikovanjem delova rezultata u do sada 22 objavljenih rada, od kojih su sledeća dva u časopisima sa SCI liste:

Jovana Jovanovic, Xiaoqin Sun, Svetlana Stevovic, Jian Chen: Energy-efficiency gain by combination of PV modules and Trombe wall in the low-energy building design, *Energy and Buildings*, Elsevier, ISSN: 0378-7788, JCR Impact Factor: 4.017, Volume 152, 1 October 2017, Pages 568-576, Original Research Article, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.073>

Ivan Stevovic, **Jovana Jovanovic**, Svetlana Stevovic, (2017) "Sustainable management of Danube renewable resources in the region of Iron Gate: Djerdap 1, 2 and 3 case study", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 28 Issue: 5, pp.664-680, <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2014-0114>;

kao i radova u međunarodnim časopisima:

Jovana Jovanović, Svetlana Stevović, The Prospective Assessment of Zero-Energy Dwellings, *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering* Vol:10, No:5, 2016, pp.648-653, eISSN:2010-3778, pISSN:2010-376X <http://waset.org/publications/10004729/the-prospective-assessment-of-zero-energy-dwellings>

Isak Karabegović, **Jovana Jovanović**, *Zastupljenost obnovljivih izvora energije u svijetu i Evropskoj uniji*, Časopis "Nafta i plin", ISSN 1330-2434, s.73-79, Oktobar 2017.;

a takođe i radova sopštenih na skupovima međunarodnog značaja, štampanih u celini:

Xiaoqin Sun, **Jovana Jovanovic**, Siyuan Fan, Youhong Chu, Shuguang Liao, *Heat Transfer of Building Envelope with Phase Change Material Balls*, 4th International Conference On Building Energy, Environment, COBEE 2018, Feb 5-9, 2018, Melbourne, Australia, accepted for publication

Jovana Jovanović, Svetlana Stevović, *Global warming as a problem of modern humanity*, 3rd International Conference "New Technologies NT-2016" Development and Application, Academy of sciences and arts of B&H, Mostar, Bosnia and Herzegovina, 13-14. may 2016, ISSN: 2303-5668, pp 234-241, <http://www.icnt.robotika.ba>

Jovana Jovanovic: "Dynamic complexity of renewable and nonrenewable energy resources, (in English)", 2nd International Conference "New Technologies NT-2015", Development and Application, Academy of sciences and arts of B&H, Mostar, Bosnia and Herzegovina, 24-25 April, 2015, Proceeding, pp. 319-325, ISSN 2303-5668 <http://www.icnt.robotika.ba>

Svetlana Stevović, **Jovana Jovanović**, Ivan Stevović, *Sustainable project management and innovative green technology models in building*, Civil Engineering - Science and Practice, 6th International Conference, GNP 2016, Žabljak, 7-11 march 2016. ISBN 978-86-82707-30-1, COBISS.CG-ID 29599504, pp 1091-1099.

Jovanović J., Stevović S. Sustainable eco materials and renewable innovations applied in civil engineering", 3rd International Conference "New Functional Materials and High Technology", NFMaHT-2015, 29-30 June 2015, Tivat, Montenegro, UDC 661:574:502 /504:004, ISBN 978-5-905364-10-5, pp 262-269.

VII. KONAČNA OЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Disertacija je napisana u skladu sa obrazloženjem navedenim u prijavi teme.
2. Disertacija sadrži sve bitne elemente u vezi sa predmetom istraživanja i naučnog dela u celini.
3. Disertacija je originalan doprinos nauci po tome što na jedan sveobuhvatan, celovit i metodološki način pristupa problemu i predmetu istraživanja koji je danas jedan od najaktuelnijih u oblasti održivog razvoja, odnosno energetske efikasnosti.

VIII. ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Da se doktorska disertacija pod nazivom "Unapređenje performansi energetski efikasnog projektovanja eksperimentalnim i simulacionim istraživanjima PCM materijala i ugradnjom fotonaponskih sistema u omotače građevinskih objekata" kandidata Jovane Jovanović prihvati, a kandidatu da se odobri usmena odbrana pred imenovanom komisijom.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

1. Др Славко Божиловић, ред. проф. председник комисије
Универзитет "Унион-Никола-Тесла", ФГМ, Београд

2. Др Дубравка Мијуца, ред. проф. ментор
Универзитет "Унион-Никола-Тесла", ФГМ, Београд

3. Др Зоран Цекић, ред. проф., члан
Универзитет "Унион-Никола-Тесла", ФГМ, Београд

4. Др Сузана Копривица, ред. проф. члан
Универзитет "Унион-Никола-Тесла", ФГМ, Београд

5. Др Xiaoqin Sun, доцент, спољни члан
Changsha University of Science & Technology,
Faculty of Energy and Power Engineering Changsha, Kina

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.