



Универзитет у Београду University of Belgrade
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ FACULTY OF ARCHITECTURE
Булевар краља Александра 73 Bulevar kralja Aleksandra 73
Београд, Србија Belgrade, Serbia



ŠESTI MEĐUNARODNI NAUČNO_STRUČNI SIMPOZIJUM
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2015

ZBORNİK RADOVA_



Универзитет у Београду University of Belgrade
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ FACULTY OF ARCHITECTURE
Булевар краља Александра 73 Bulevar kralja Aleksandra 73
Београд, Србија Belgrade, Serbia

ŠESTI MEĐUNARODNI NAUČNO_STRUČNI SIMPOZIJUM
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2015

Urednik
Milan Radojević

Zbornik radova

10. decembar 2015.

Beograd

ISBN 978-86-7924-154-2

CIP - Каталогизacija u publikaciji -
Nародна библиотека Србије, Београд

721.01(082)(0.034.2)
69(082)(0.034.2)

МЕЂУНАРОДНИ научно-стручни симпозијум Инсталације & архитектура (6 ; 2015 ;
Београд)
Zbornik radova [Elektronski izvor] / Šesti međunarodni naučno-stručni simpozijum
Instalacije & arhitektura 2015, Beograd 10. decembar 2015. ; [organizator] Univerzitet u
Beogradu, Arhitektonski fakultet = [organizer] University of Belgrade, Faculty of
Architecture ; urednik Milan Radojević. - Beograd : Arhitektonski fakultet, 2015 (Beograd :
Arhitektonski fakultet). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemska zahtevi: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Radovi na srp. i
engl. jeziku. - Tiraž 100. - Napomene uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 978-86-7924-154-2

1. Архитектонски факултет (Београд)

a) Зграде - Пројектовање - Зборници b) Зграде - Инсталације - Зборници

COBISS.SR-ID [220359948](#)

Izdavač: Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet

Za izdavača: Prof. dr Vladan Đokić

Recenzenti: Prof. dr Gordana Čosić
Prof. dr Dušanka Đorđević
Prof. dr Milenko Stanković

Urednik: Doc. dr Milan Radojević

Uređivački odbor: Prof. dr Lidija Đokić
Doc. dr Tatjana Jurenić
Mr Milica Pejanović
Doc. dr Miloš Gašić

Tehnički urednici: Doc. dr Tatjana Jurenić
Doc. dr Milan Radojević

Dizajn korica: Asis. Vladimir Parežanin

Štampa: Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija

Tiraž: 100 primeraka



10_decembar_2015

Zbornik je štampan sredstvima Arhitektonskog fakulteta u Beogradu

Organizacioni odbor – Arhitektonski fakultet, Beograd

Doc. dr **Milan Radojević** dipl.inž.arh.
Mr **Milica Pejanović** dipl.inž.arh.
Doc. dr **Tatjana Jurenić** dipl.inž.arh.
Doc. dr **Miloš Gašić** dipl.inž.arh.
Asis. **Vladimir Parežanin** mast.inž.arh.
Svetlana Tolić, dipl.ek.

Programski odbor

Prof. dr **Vladan Đokić**, dipl.inž.arh.
Dekan Arhitektonskog fakulteta - Univerzitet u Beogradu, Srbija
Prof. dr **Milenko Stanković**, dipl.inž.arh.
Dekan Arhitek.-građ.-geod. fakulteta, Banja Luka, Republika Srpska, BiH
Prof. dr **Lidija Đokić**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
Prof. dr **Miodrag Mitrašinović**, dipl.inž.arh.
Parsons School of Design, The New School, School of Design Strategies, Njujork, SAD
Prof. dr **Frangiskos Topalis**, dipl.ing.el.
NTUA – Nacionalni Tehnički Univerzitet, Atina, Grčka
Prof. dr **Balint Bachman**, DLA
Dekan, Pollack Mihály Fakultet Inženjerstva, Univerzitet u Pečuju, Mađarska
Doc. dr **Aleksandar Radevski**, dipl.ing.arh.
Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Arhitektonski fakultet, Skoplje, Makedonija
Prof. dr **Elina Krasilnikova**, Državni Univerzitet za Arhitekturu i Građevinarstvo,
Institut za Arhitekturu i Urbani razvoj, Volgograd, Rusija
Prof. dr **Dražan Kozik**, dipl.inž.maš.
Univerzitet Josipa Jurja Štrossmajera u Osijeku, Maš. fakultet u Slavon. Brodu, Hrvatska
Prof. dr **Florian Nepravishta**
Politehnički Univerzitet u Tirani, Fakultet za Arhitekturu i Urbanizam, Albanija
Prof. dr **Goran Radović**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Podgorici, Arhitektonski fakultet, Crna Gora
Prof. **Srđa Hrisafović**, dipl.inž.arh.
Akademija likovnih umetnosti, Sarajevo, BiH
Prof. dr **Aleksandra Krstić Furundžić**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
Prof. dr **Miodrag Nestorović**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
Prof. mr **Rajko Korica**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
Prof. **Vladimir Lojanica**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
Prof. dr **Vladimir Mako**, dipl.inž.arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija

Prof. dr **Gordana Ćosić**, dipl.inž.arh.

Državni Univerzitet u Novom Pazaru, Srbija

Prof. dr **Dušanka Đorđević**, dipl.inž.arh.

Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija

Prof. mr **Petar Arsić**, dipl.inž.arh.

Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija

Dr **Marina Nenković-Riznić**, naučni saradnik, dipl.pr.planer

Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Srbija

Prof. dr **Jovan Despotović**, dipl.inž.građ.

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Srbija

Prof. dr **Miloš Stanić**, dipl.inž.građ.

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Srbija

Prof. dr **Branislav Živković**, dipl.inž.maš.

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija

Dr **Jeremija Jevtić**, naučni savetnik, dipl.inž.maš.

IMR Institut, Beograd, Srbija

Dijana Kordić, dipl.inž.arh.

JKP Vodovod i kanalizacija, Beograd, Srbija

Ivan Ušljebrka, dipl.inž.arh, RIBA, ARB

IU Building Design Ltd., London, Engleska

Hristo Kitanoski, dipl.inž.arh.

Krin KG, Prilep, Makedonija

Naučno-stručni simpozijum
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2015

SADRŽAJ

Aleksandar Pecić

ENERGETSKA EFIKASNOST ZGRADE TEHNIČKIH FAKULTETA U BEOGRADU.....1

ENERGY EFFICIENCY OF THE BUILDING OF TECHNICAL FACULTIES IN SERBIA.....1

Aleksandar Radevski, Bojan Karanakov

OSVETLJENJE RADNIH PROSTORA7

LIGHTING OF THE WORK SPACES7

Aleksandar Rajčić

REGULATIVA ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADA U regionu I softver „KNAUFTERM2“13

REGULATIONS ON ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN THE REGION AND SOFTWARE
"KnaufTerm 2"13

Aleksandra Nenadović, Žikica Tekić

PROJEKTOVANJE KONSTRUKCIJA PREMA KRITERIJUMU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE –
MATERIJALI I OTPAD19

STRUCTURAL DESIGN ACCORDING TO THE CRITERIA OF ENVIRONMENTAL PROTECTION –
MATERIALS AND WASTE19

Ana Perić

GREEN INFRASTRUCTURE IN SERBIA: AN OVERVIEW OF ENVIRONMENTAL AND SPATIAL
PLANNING POLICIES26

ZELENA INFRASTRUKTURA U SRBIJI: PREGLED POLITIKA U DOMENU ŽIVOTNE SREDINE I
PROSTORNOG PLANIRANJA26

Boris Antonijević, Melanija Pavlović

SANACIJA STARIH OBJEKATA PRIMENOM BAUMIT I KEMA SISTEMA34

RENOVATION OF OLD OBJECTS APPLYING BAUMIT AND KEMA SYSTEMS34

Božidar S. Furundžić

BUILDING CORE AND SHELL CONCEPT: CONSTRUCTION EXAMPLE.....43

KONCEPT JEZGRA I LJUSKE ZGRADE: PRIMER GRADNJE43

Danilo S. Furundžić

SMALL RESTAURANT IN BELGRADE CENTRE: "bg BURGER BAR"49

MALI RESTORAN U CENTRU BEOGRADA: "bg BURGER BAR"49

Dragan Marčetić

SAVREMENI KROVNI OMOTAČ.....55

Naučno-stručni simpozijum
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2015

CONTEMPORARY ROOF ENVELOPE.....	55
Dragana Vasiljević Tomić	
ZELENA INFRASTRUKTURA	62
GREEN INFRASTRUCTURE	62
Dušan Vuksanović	
EDUKACIJA U OBLASTI ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADA U CRNOJ GORI	68
EDUCATION IN THE FIELD OF ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS IN MONTENEGRO	68
Igor Svetel, Milica Pejanović, Nenad Ivanišević	
BIM - SREDSTVO A NE PRINCIP	74
BIM – A TOOL NOT THE PRINCIPLE	74
Ilda Koca	
STUDIJA SLUČAJA: UNAPREĐIVANJE FUNKCIONALNOG URBANOG OSVETLJENJA KORIŠĆENJEM OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	80
CASE STUDY: IMPROVING FUNCTIONAL URBAN LIGHTING USING RENEWABLE ENERGY SOURCES	80
Jelena Ivanović Šekularac, Nenad Šekularac, Jasna Čikić Tovarović	
PRIMENA BIORAZGRADIVIH MATERIJALA U SAVREMENOJ ARHITEKTURI	86
APPLICATION OF BIODEGRADABLE MATERIALS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE	86
Milan Radojević	
FASILITI MENADŽMENT – JAVNI SANITARNI OBJEKTI U BEOGRADU	92
FACILITY MANAGEMENT – PUBLIC SANITARY FACILITIES IN BELGRADE	92
Milica Jovanović Popović, Ljiljana Đukanović, Miloš Nedić	
UNAPREĐENJE ENERGETSKIH PERFORMANSI ZGRADE "PALATA SRBIJA"	101
ENERGY REFURBISHMENT OF "THE PALACE OF SERBIA"	101
Milica Mirković, Zorana Petojević, Goran Todorović, Radovan Gospavić	
EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE DINAMIČKIH TERMIČKIH PARAMETARA ZIDA ZGRADE METODOM TRANSFER MATRICA	107
EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE DYNAMIC THERMAL PARAMETERS OF A BUILDING WALL BY TRANSFER MATRIX	107
Nevena Simić, Marija Petrović, Mihailo Stjepanović, Predrag Petronijević	
POST-PROJEKTNNA ANALIZA – STUDIJA SLUČAJA ZA LINIJSKI INFRASTRUKTURNI OBJEKAT	113
POST-PROJECT ANALYSIS – CASE STUDY FOR LINE INFRASTRUCTURE FACILITY.....	113

Naučno-stručni simpozijum
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2015

Petar Arsić, Tanja Vrbnik-Brkić, Danilo Arsić	
ZGRADA UPRAVE ZA NEKRETNINE U PODGORICI	119
MONTENEGRO REAL ESTATE ADMINISTRATION	119
Predrag Mihajlović, Ljiljana Stošić	
URBANI MENADŽMENT I UPRAVLJANJE ŽIVOTNOM SREDINOM U GRADU U USLOVIMA PERMANENTNOG INTENZIVIRANJA SAOBRAĆAJA	124
URBAN MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE CITY IN THE CONDITIONS OF THE PERMANENT INTENSIFICATION ROAD	124
Saša B. Čvoro, Malina Čvoro, Una Umićević	
DNEVNO OSVJETLJENJE KAO PARAMETAR KVALITETA U ARHITEKTONSKIM TRANSFORMACIJAMA POSTOJEĆIH OBJEKATA.....	134
DAILY HIGHLIGHT QUALITY PARAMETERS IN THE ARCHITECTURAL TRANSFORMATION OF EXISTING FACILITIES	134
Srđa Hrisafović	
PAMETNA GRADSKA RASVJETA - Master plan osvjetljenja istorijskog jezgra Sarajeva	142
SMART CITY LIGHTING - Lighting Master Plan for the Historical Centre of Sarajevo.....	142
Tatjana Jurenić, Miloš Gašić	
PRIKAZ I ANALIZA ZNAČAJNIH KLASIFIKACIJA SISTEMA I ELEMENATA U SVETSKOJ PRAKSI	148
PREVIEW AND ANALYSIS OF SIGNIFICANT ELEMENTAL CLASSIFICATIONS IN GLOBAL PRACTICE	148
Vangjel Dunovski, Damjan Balkoski	
URBANISTIČKI POKRET URBANOG DIZAJNA.....	153
MOVEMENT IN THE FIELD OF URBAN DESIGN.....	153
Žikica Tekić, Aleksandra Nenadović, Saša Đorđević	
SANACIJA ELEMENATA KROVNE DRVENE KONSTRUKCIJE	157
REPAIR OF WOODEN ROOF STRUCTURE ELEMENTS.....	157
Žikica Tekić, Aleksandra Nenadović, Saša Đorđević	
KONSTRUKCIJA DVOVODNOG KROVA U SISTEMU LKV	163
GABLE ROOF STRUCTURE IN LKV SYSTEM.....	163

Milica Jovanović Popović¹, Ljiljana Đukanović², Miloš Nedić³

UNAPREĐENJE ENERGETSKIH PERFORMANSI ZGRADE "PALATA SRBIJA"

Rezime

Unapređenje energetske performansi zgrada centralne uprave predstavlja obavezu koju propisuje evropska regulativa, sa ciljem da država, na sopstvenom primeru, pokaže spremnost da implementira načela energetske efikasnosti. U skladu sa tim, Republika Srbija, prihvatajući obavezu da usaglasi sopstveno zakonodavstvo sa evropskim, aktuelizuje pitanje energetske obnove sopstvenog građevinskog resursa. U radu će biti prikazane energetske performanse zgrade Palata Srbija i mogućnosti unapređenja njenog termičkog omotača kroz tri predložena nivoa intervencija.

Ključne reči

Energetska efikasnost, termički omotač, energetska unapređenja

ENERGY REFURBISHMENT OF "THE PALACE OF SERBIA"

Summary

The Energy refurbishment of national government building represent necessity prescribed by the European regulation, showing government willingness for implementation of energy efficiency principles as a final goal. Having in mind obligatory legislation harmonization process, Republic of Serbia initiate energy refurbishment of its own building fund. This paper deals with energy performance of The Palace of Serbia bulding, along with possibilities for its thermal envelope improvement within three-level intervention model.

Key word

Energy efficiency, thermal envelope, energy refurbishment

¹ *Dr, redovni profesor, dipl.inž.arh, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, milicajp@arh.bg.ac.rs*

² *Dr, docent, dipl.inž.arh, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, djuli@arh.bg.ac.rs*

³ *Dipl.inž.arh, Beograd, Srbija, nedicmilos@gmail.com*

1. UVOD

Osnivanjem Energetske zajednice Jugoistočne Evrope 2006. Godine, Republika Srbija je prihvatila obaveze sprovođenja mera za povećanje energetske efikasnosti, kao i formiranja nacionalnog zakonodavnog okvira u saglasnosti sa normativima EU. Uzimajući u obzir da su zgrade odgovorne za 40% ukupne potrošnje energije, povećanje energetske efikasnosti u ovom sektoru predstavlja važan segment energetske politike, sa ciljem da se postignu energetske uštede, podstakne korišćenje obnovljivih izvora energije i smanji emisija CO₂. Kao uzorne modele u postupku energetske sanacije, Direktiva 2012/27/EU postavlja zgrade centralne uprave, propisujući odredbu da svaka zemlja članica EU godišnje obnovi 3% ukupne podne površine ovog segmenta građevinskog fonda [1]. Time centralna uprava, kao pokretač energetske politike, na sopstvenom primeru, reprezentuje implementaciju principa energetske efikasnosti. U skladu sa odredbama EU, a u saradnji sa Nemačkom organizacijom za međunarodnu saradnju (GIZ) i Arhitektonskim fakultetom, izrađeni su prvi energetske pasoši za javne objekte centralne uprave: zgradu Skupštine Republike Srbije, zgradu Vlade i Palatu Srbija. U cilju sagledavanja mogućnosti energetskog unapređenja ovih objekata objavljene su dvojezične brošure u kojima su prikazani rezultati energetske obnove [2].

U radu su prikazane mogućnosti unapređenja energetskih performansi zgrade Palata Srbija, intervenisanjem na termičkom omotaču zgrade. Sa istorijskog stanovišta, objekat reprezentuje stvaranje novog, posleratnog, društvenog sistema, a kao graditeljsko delo, svojim oblikovnim karakteristikama, skladnim proporcijama i primenom armiranog betona, prvi put u većem obimu, svedoči o novim projektantskim težnjama i složenim konstruktivnim poduhvatima koji prevazilaze skromne posleratne prilike. Objekat je interesantan za analizu sa stanovišta energetske efikasnosti utoliko pre što u njegovom sklopu preovlađuje materijal loših termičkih karakteristika (armirani beton), na fasadi dominiraju zastakljene površine u neizolovanim alumijumskim ramovima, dok sama zgrada ima razvučenu geometrijsku formu sa nepovoljnim faktorom oblika, uz veliku površinu i zapreminu grejanog prostora.

2. ISTORIJAT, FUNKCIONALNE I OBLIKOVNE KARAKTERISTIKE ZGRADE PALATA SRBIJA

Nekadašnja Palata Federacije, potom Palata saveznog izvršnog veća (SIV), predstavlja jedan od prvih objekata izgrađenih tokom posleratne obnove zemlje na Novom Beogradu. Uz brojne prekide i značajne izmene izvornog konkursnog rešenja, izgradnja je trajala od 1948-1961. Godine, kada je svečano otvorena za prvi konferenciju Ujedinjenih Nacija. Tokom vremena, koristila se kao zgrada najviših državnih organa, počev od nekadašnje FNR Jugoslavije, kada je predstavljala Dom republika i pokrajina, do današnjih dana, kada pod nazivom Palata Srbija stoji u funkciji Vlade Republike Srbije. Projektovana je kao administrativna zgrada za potrebe najviših državnih organa i predstavlja spoj svečanih prostora namenjenih prijemu i zasedanju delegacija i klasičnih radnih prostora administrativnih službi. Izgrađena je kao slobodnostojeći monumentalni objekat na širokom prospektu između bulevara Mihajla Pupina i Nikole Tesle, a po izvornom urbanističkom rešenju, predstavljala je okosnicu centralne ose Novog Beograda.

Zgrada je organizovana kao simetrična figura u obliku latiničnog slova "H", sa središnjim korpusom i dva bočna krila blago zalučena stranica. Raspolaže sa oko 1000 klasičnih kancelarijskih prostora, smeštenih na pet nadzemnih etaža. Svedenom, neoklasicističnom kompozicijom, dominira niži volumen ispred središnjeg korpusa, u kome su na masivnim kolonadama iznad centralnog ulaza i foajea smeštene sale, saloni i drugi prostori za prijem zvanica. U tom delu, nalazi se i svečana dvorana za 2000 zvanica. Upravo se ove delovi zgrade odlikuju raskošnim enterijerskim rešenjima, koja osim bogatog arhitektonskog izraza i materijalizacije, obiluju brojnim delima likovnog i skulptorskog stvaralaštva najistaknutijih jugoslovenskih umetnika tog vremena. Enterijerske obloge variraju od rudimentarno malterisanih površina, do raskošnih obloga od dolomita ili drveta. Komletna fasada je obložena pločama belog bračkog mermera, dok je fasadna stolarija izvedena od tankih aluminijumskih profila, što za je za period nastanka predstavljalo poseban kuriozitet i krajnje savremeno rešenje.

3. POSTOJEĆE STANJE TERMIČKOG OMOTAČA ZGRADE

Zgrada je građena u skeletnom armirano-betonskom sistemu sa fasadnim ispunama od opeke i betonskih panela. Međuspratne tavanice rešene su kao armirano-betonske, rebraste, konstrukcije i ošupljene betonske ploče. Zastakljeni delovi fasadnog omotača rađeni su od dva sloja običnog ravnog stakla u aluminijumskim profilima, izuzev portala na svečanim ulazima, u koje je ugrađeno jednoslojno kaljeno staklo. Krovne lanterne imaju oblik kalote i formirane su od staklenih prizmi. Fasadni zidovi obloženi su pločama bračkog kamena debljine 4cm. Na ravnim krovovima primenjena je bitumenska hidroizolacija sa zaštitnim slojem šljunka, ili betonskih ploča.

Proračun energetske efikasnosti zgrade pokazuje da pripada "F" energetskom razredu, čime ne zadovoljava aktuelne standarde termičke zaštite [3]. Dijagram toplotnih gubitaka elemenata termičkog omotača zgrade ilustruje najveći gubitak toplote kod zastakljenih delova, koji dominiraju u ukupnoj površini fasadnog omotača, a zatim kod spoljašnjih zidova, dok su ostale pozicije značajno manje zastupljene u ukupnim toplotnim gubicima. Prozori su rađeni od aluminijumskih profila bez termičkog prekida koji ne zadovoljavaju aktuelne standarde. Fasadni zidovi su termički izolovani pločama Heraklita, ali u debljinama koje ne ispunjavaju minimalne termičke uslove.

4. UNAPREĐENJE TERMIČKOG OMOTAČA ZGRADE

Predlog energetske sanacije rukovođen je činjenicom da objekat ima status Kulturnog dobra, što je u velikoj meri opredelilo način i nivo predloženih intervencija.

Prvi nivo unapređenja podrazumeva minimalne mere sanacije, na jednom elementu zgrade, kojima bi se poboljšao energetski razred najmanje za jednu klasu, prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada [4].

Drugi nivo unapređenja obuhvata optimalne mere intervenisanja na elementima termičkog omotača sa najvećim toplotnim gubicima. To podrazumeva skup lako izvodljivih mera, koje ne zahtevaju velike građevinske intervencije.

Treći nivo unapređenja teži postizanju najvišeg mogućeg energetskog razreda, uz mere sanacije koje ne ugrožavaju status zaštićenog objekta.

Predloženim unapređenjima obuhvaćen je samo termički omotač zgrade, dok sistemi grejanja i pripreme sanitarne tople vode nisu bili predmet intervencije.

4.1. PRVI NIVO UNAPREĐENJA

Prvi nivo unapređenja fokusiran je na zastakljene delove fasadnog omotača, koji predstavljaju izvore najvećih toplotnih gubitaka. Zamena fasadne stolarije ne bi ugrozila status zaštićenog objekta, a ukupne energetske performanse bile bi značajno poboljšane. U skladu sa tim, predložena je ugradnja novih aluminijumskih prozora i vrata sa termičkim prekidom i dvoslojnim, termoizolacionim, niskoemisionim staklo-paketom, punjenim kriptonom. Na ovaj način, prepolovljeni su toplotni gubici u domenu elemenata prozora i vrata, a zgrada je iz "F" energetske razreda prešla u "D" energetski razred, uz smanjenje ukupne potrebne energije za grejanje na godišnjem nivou za 39%, u odnosu na početno stanje.

Energetska sanacija transparentnih delova fasade nije obuhvatila staklene lanterne i kupolu u centralnom delu objekta, čijim bi se zastakljivanjem termoizolacionim staklo-paketima moglo dodatno uticati na smanjenje potrebne energije za grejanje. Međutim, ova intervencija bi zahtevala demontažu unutrašnje enterijerske obrade, koja ima izuzetne umetničke vrednosti i čija zaštita je od primarnog značaja za ukupni izgled objekta.

4.2. DRUGI NIVO UNAPREĐENJA

Drugi nivo unapređenja, pored zamene prozora, obuhvatio je međuspratne konstrukcije koje se graniče sa spoljašnjim, ili unutrašnjim negrejanim prostorima. Izolovani su ravni krovovi, tako što su odstranjene postojeće finalne obloge (šljunak i betonske ploče sa slojem peska) i na postojeće slojeve bitumenske hidroizolacije je postavljena kamena vuna debljine 15cm, kao i nova hidroizolacija od sintetičkih traka (EPDM). Pored toga, izolovane su međuspratne konstrukcije iznad natkrivenih prolaza (pasarele-pešački mostovi i deo iznad ulaznog centralnog korpusa), kamenom vunom debljine 8cm i postavljeni novi spuštene plafoni. Sa tavanica između podruma i prizemlja odstranjeni su tršćani plafoni, postavljena kamena vuna debljine 10cm i ugrađen novi plafon od gips kartonskih ploča. Ovim postupcima nije poboljšan energetski razred objekta, ali je potrebna energija za grejanje smanjena za dodatnih 6% u odnosu na prethodni nivo (45% u odnosu na početno stanje).

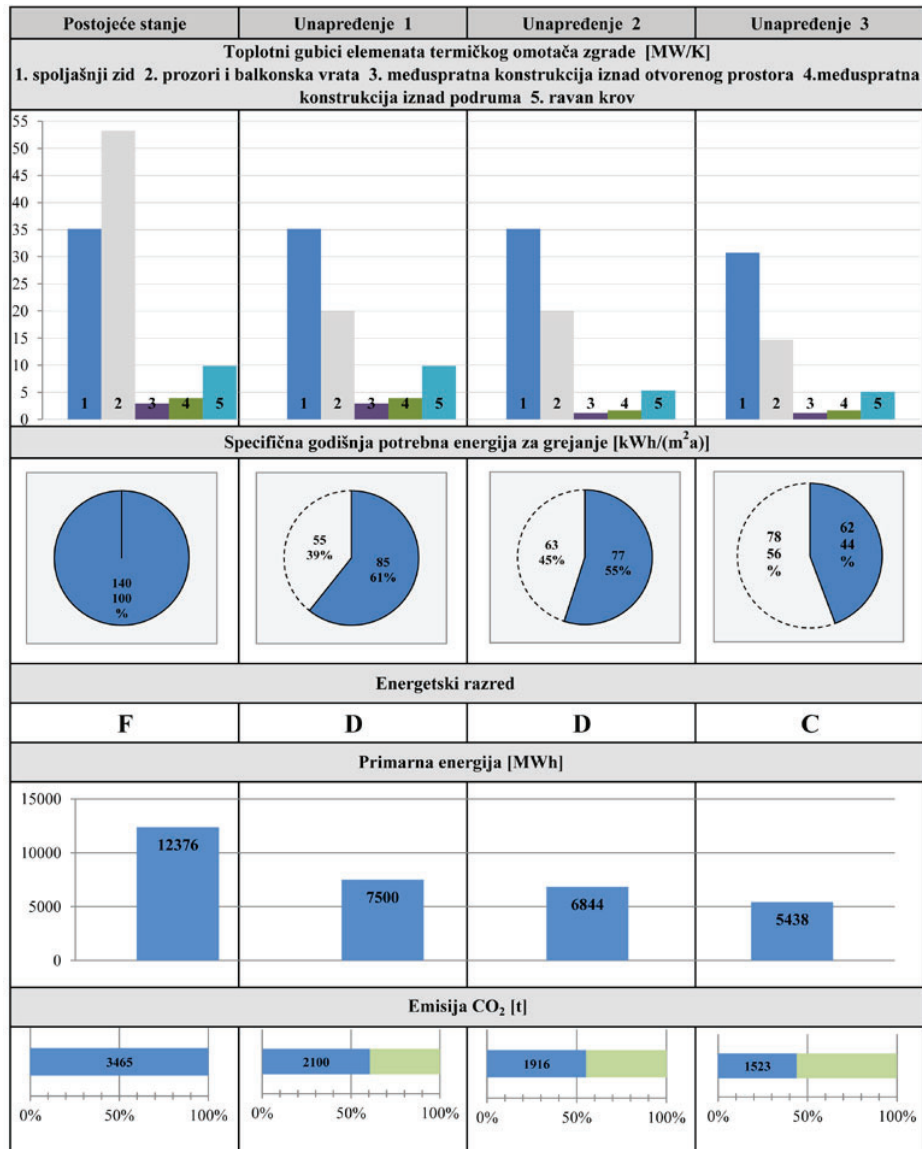
Iako su toplotni gubici spoljašnjih zidova veći nego kod međuspratnih konstrukcija, njihova energetska sanacija zahtevala bi demontažu fasadnih kamenih ploča, ili intervencije na zidovima sa unutrašnje strane, što je ograničavala reprezentativna enterijerska obrada koja zauzima veliki deo unutrašnjih zidnih površina.

4.3. TREĆI NIVO UNAPREĐENJA

Treći nivo unapređenja teži maksimalnom povećanju energetske efikasnosti, sa ciljem postizanja energetske razreda "C". Predviđena je ugradnja aluminijumskih prozora sa izuzetnim termičkim karakteristikama: profili sa termičkim prekidom, zastakljeni troslojnim, termoizolacionim, niskoemisionim staklo-paketom punjenim kriptonom. Međuspratne konstrukcije izolovane su kao u prethodnom postupku (nivo 2), a dodatno su izolovani i spuštene plafoni oko lanterni. Pored toga, u cilju postizanja višeg energetske

razreda, izolovani su i fasadni parapeti koji nemaju posebne enterijerske obrade i čije izolovanje ne bi ugrozilo zaštićeni status objekta. Primenjena je kamena vuna debljine 10 sm sa unutrašnje strane zida, sa enterijerskom oblogom od gips-kartonskih ploča. Kao posebnu meru sanacije treba istaći popunjavanje šupljina u okviru pojedinih fasadnih zidova "uduvavanjem" granula ili vlakana termoizolacije, što ne bi dovelo do oštećenja unutrašnjeg završnog sloja zida. Ovim merama objekat je prešao u "C" energetske razred uz postignute uštede energije od 56% u odnosu na početno stanje.

Tabela 1. Unapređenje termičkog omotača zgrade-energetski bilans



5. ZAKLJUČAK

Sprovedeno istraživanje ukazuje na mogućnosti postizanja značajnih energetske uštede specifične godišnje potrebne energije za grejanje zgrade, ukupne količine primarne energije, kao i smanjenja emisije CO₂. Iako se u velikoj meri radi o objektima koji predstavljaju vredne, često zakonom zaštićene celine, činjenica da se uglavnom radi o objektima izgrađenim pre donošenja prvih propisa u oblasti termičke zaštite, otvara brojne mogućnosti korekcije energetskog bilansa zgrade. Ovo se prvenstveno odnosi na mogućnost intervencije na onim segmentima termičkog omotača, čija pozicija i sklop omogućavaju primenu mera energetske sanacije, bez uticaja na konačni izgled i status objekta. Na primeru objekta Palace Srbija, već pri prvom nivou unapređenja, koji je podrazumevao intervenciju na samo jednom elementu omotača sa najvećim toplotnim gubicima, pokazano je ukupno smanjenje energije za grejanje od čak 40%. Predložena je zamena zastakljenih fasadnih elemenata (prozora i zastakljenih vrata) izrađenih od običnih aluminijumskih profila sa dvostrukim ravnim staklom, a čiji su termički gubici najzastupljeniji u ukupnom energetskom bilansu. U narednim nivoima unapređenja, kroz intervencije na ravnim krovovima i neizolovanim međuspratnim konstrukcijama (drugi nivo), a potom i na pojedinim fasadnim zidovima (treći nivo), koji zauzimaju značajne površine termičkog omotača, dodatno je smanjena potrošnja energije za 6, odnosno za 9% u odnosu na prethodne nivoe. Iako relativno skromni, ovi rezultati predstavljaju značajan doprinos u pogledu ukupnih energetske uštede na nivou zgrade, budući da se radi o pozicijama termičkog omotača koje, zbog posebnog režima zaštite objekta, značajno ograničavaju izbor potencijalnih intervencija. U slučaju Palace Srbija, ovo se prvenstveno odnosi na nemogućnost intervenisanja na fasadnim zidovima sa spoljašnje strane, kao i na selektivno postavljenje termoizolacije sa unutrašnje strane u prostorima koji nemaju reprezentativnu enterijersku obradu.

Konačno, iako su predložena unapređenja uticala su na smanjenje potrošnje specifične potrebne energije za grejanje zgrade i emisije CO₂ za više od 50% u odnosu na postojeće stanje, treba istaći da time nisu u potpunosti iscrpljene sve mogućnosti intervenisanja na termičkom omotaču. Primera radi, dodatne uštede mogle bi se ostvariti intervenisanjem u podrumskoj etaži postavljanjem termoizolacije na podrumski zid i konstrukciju poda na tlu, kao i na ostalim pozicijama omotača čija energetska sanacija ne bi ugrozila izvorno stanje i prepoznatljiv izgled zgrade. Sa druge strane, treba istaći da objekat svojom organizacijom na parceli, geometrijom i krovnim površinama omogućava široku primenu alternativnih izvora energije (fotonaponske ćelije i geotermalna energija), iako njihova primena, prema važećoj regulativi, ne utiče na energetski razred.

LITERATURA

- [1] "Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency", Official Journal of the European Union, vol.55, 14.11.2012, 1-57.
- [2] M.Jovanović Popović, L.J.Đukanović, M.Nedić: "Energetska efikasnost javnih objekata, postojeće stanje i mogućnosti unapređenja", dvojezične brošure, Nemačka saradnja, GIZ, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2015.
- [3] „Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada“, Službeni glasnik Republike Srbije, br.61/2011.
- [4] „Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada“, Službeni glasnik Republike Srbije, br.61/2011.