

„KGH“
za studente„KGH“
za studente

INTEGRALNO

ODRŽIVO PROJEKTOVANJE ZGRADA NA PRIMERU IDEJNOG PROJEKTA BIBLIOTEKE MANSUETO U ČIKAGU, SAD

TAMARA BAJC*, MILENA STEVANOVIĆ**, NIKOLA MILETIĆ*,
OGNJEN STAMENKOVIĆ*, NEVENA KRAJNOVIĆ**, FILIP VRANIĆ***,
MARKO OPAČIĆ***, JELENA SVORCAN*, MILICA JOVANOVIĆ
POPOVIĆ**; *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu;
**Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu;
***Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu

Koncept integralnog održivog projektovanja obuhvata sledeće: arhitekturu, strukturu, funkcionalnost objekta, protivpožarnu zaštitu, materijale, akustiku, potrošnju energije, kvalitet vazduha u zgradama, unutrašnje uslove ugodnosti itd. [2]. Pre svega je osmišljen sa idejom timskog projektovanja zgrada, gde se inženjeri svih struka udružuju od samog početka projektovanja, da bi se, kroz sve faze projektovanja, približilo zahtevima „zero energy“. Uz smanjenje potrebe za energijom i primenu obnovljivih izvora energije, postiže se balans između očuvanja čovekove okoline, potrošnje energije i optimalnih uslova ugodnosti za boravak čoveka. U radu je predstavljeno idejno rešenje projekta biblioteke Mansueto u Čikagu, SAD, koje je bilo zadatak Međunarodnog studentskog takmičenja ASHRAE 2012. godine. Ovim projektom je tim studenata Beogradskog univerziteta: Tamara Bajc, Milena Stevanović, Nikola Miletić, Ognjen Stamenković, Nevena Krajnović, Filip Vranić i Marko Opačić, uz nadzor prof. dr Milice Jovanović Popović, dipl. inž. arh., i asistentkinje Jelene Svorcan, dipl. inž. maš., osvojio prestižnu treću nagradu na ASHRAE-ovom takmičenju

KLJUČNE REČI: integralno održivo projektovanje; obnovljivi izvori energije; pristup „zero energy“; međunarodno studentsko takmičenje ASHRAE-a

INTEGRATED SUSTAINABLE BUILDING DESIGN ON THE EXAMPLE OF THE PRELIMINARY DESIGN OF MANSUETO LIBRARY IN CHICAGO, THE USA

The Integrated Sustainable Building Design approach includes: architecture, structure, function, fire protection, acoustics, materials, energy use, indoor air quality, indoor comfort, etc. [2] This concept is designed as a team approach to the building design, where engineers of different branches work together from the very beginning of the project, in order to meet Zero energy requirements in all the design stages. The balance between the environment protection, reduction of energy consumption and optimal indoor environment/comfort can be achieved by minimizing energy demands and by using renewable energy sources. The paper deals with the conceptual (preliminary) design of Mansueto library in Chicago, the USA, which was an assignment of the International ASHRAE Student Design Competition in 2012. The Belgrade University team won the third place with this design. The team consisted of the following members: Tamara Bajc, Milena Stevanović, Nikola Miletić, Ognjen Stamenković, Nevena Krajnović, Filip Vranić, Marko Opačić, the supervisor Professor Milica Jovanović Popović, PhD in architecture and the teaching instructor Jelena Svorcan, M.S. in mechanical engineering

KEY WORDS: integrated sustainable building design; renewable energy sources; "Zero energy" approach; International ASHRAE 2012 student design competition

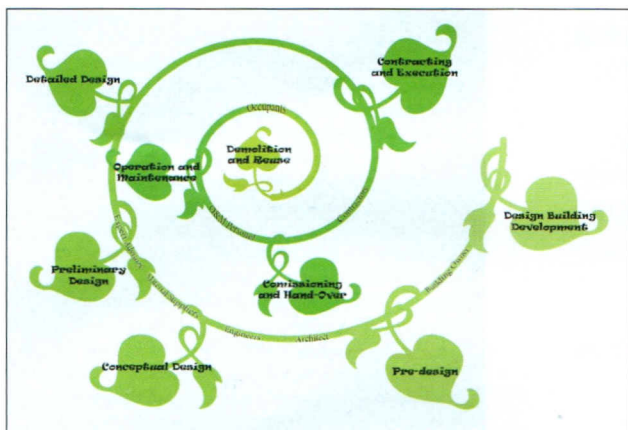
1. Uvod

U radu je predstavljeno idejno rešenje projekta biblioteke „Mansueto“ u Čikagu, SAD, koje je bilo zadatak međunarodnog studentskog takmičenja ASHRAE-a 2012. godine. Na ovom takmičenju, tim studenata Beogradskog univerziteta (sa Arhitektonskog: Milena Stevanović i Nevena Krajinović, uz nadzor prof. dr Milice Jovanović Popović, sa Mašinskog: Tamara Bajc, Nikola Miletić, Ognjen Stamenković i Jelena Svorcan i sa Elektrotehničkog fakulteta: Filip Vranić i Marko Opačić) osvojio je treću nagradu.

2. Integralno održivo projektovanje

Kategorija integralnog održivog projektovanja zgrada je osmišljena sa željom da se ujedine inženjeri različitih struka: arhitekta, mašinci, građevinci i elektrotehničari, u cilju zajedničkog projektovanja održivih, energetski efikasnih zgrada, sa akcentom na udruženom projektovanju u svakoj fazi projekta, od samog početka. Od ovakvog multidisciplinarnog tima se očekuje da projektovanje zgrada bude takvo da se maksimalno smanje potrebe KGH za energijom i drugih tehničkih sistema, da se implementiraju obnovljivi izvori energije, da se teži pristupu „zero energy“, a da sve to bude u skladu sa propisanim standardima. Za potrebe ovog projekta i takmičenja, tim je koristio mnogobrojne standarde ASHRAE-a i softvere za simulaciju termičkog ponašanja zgrade prema standardima ASHRAE-a.

Integralno održivo projektovanje zgrada podrazumeva iterativan proces, počevši od idejnog rešenja do finalne razrade detalja (slika 1). Potrošnja energije i veličina KGH opreme je redukovana bez upotrebe sofisticiranih tehnologija, samo efikasnom integracijom arhitekture i sistema KGH. Integralno projektovanje, pored ovoga, omogućava poboljšanje performansi zgrade koje utiču na očuvanje životne sredine, smanjenje problema gradnje i smanjenje troškova [2].



Slika 1. Proces integralnog projektovanja

Koncept integralnog održivog projektovanja sastoji se od tri faze [2]:

1. koncepta arhitekture zgrade,
2. koncepta strukture zgrade,
3. koncepta očuvanja životne sredine i uštede energije.

Ove koncepte ujedno razvijaju stručnjaci iz svake od ovih oblasti, ali ih ujedno međusobno preklapaju, koristeći znanja



Slika 2. a) Izgled biblioteke Mansueto; b) čitaonica i skladište knjiga – presek

i metode iz svake pojedinačne oblasti, da bi zajednički došli do integralnog rešenja.

3. Projektni zadatak

Projektni zadatak takmičenja ASHRAE 2012. bio je idejni projekat Džo i Rika biblioteke Mansueto u Čikagu, Illinois. Izgradnja biblioteke je počela na jesen 2008 i nastavila se do 2011. god. Univerzitetska biblioteka Čikaga predstavlja najmoderniju istraživačku biblioteku u Severnoj Americi, u kojoj je predviđeno čuvanje celokupne kolekcije knjiga univerzitetskog kampusa, u narednih 20 godina. Arhitekta Helmut Jan je projektovao novi izgled biblioteke, koji će povećati skladišteni prostor za novih 3,5 miliona knjiga, a čiji predviđeni puni kapacitet kampusa je oko 11 miliona primeraka knjiga. Skladište knjiga je predviđeno kao automatsko skladište sa mogućnošću veoma gustog pakovanja knjiga. Zamišljeno je tako da kada se pošalje zahtev za knjigu, robot automatski traži određenu knjigu i specijalnim automatskim uređajem šalje u biblioteku (slika 2a).

Opis biblioteke Mansueto

Projektnim zadatkom, biblioteka je podeljena u dve celine:

1. prizemlje sa čitaonicom i odeljenjem za konzervaciju knjiga i servisnim centrom;
2. automatizovano skladište knjiga na nivoima -1 i -2, sa pomoćnim manipulativnim koridorima i mašinskim salama.

Velika čitaonica ima približno 740 m² (8000 square foot), sa 180 mesta za sedenje, u okviru uzdignute, eliptične, staklene kupole (slika 2b).

Odeljenje za konzervaciju i održavanje knjiga, oko 560 m² (6000 square foot), sastoji se od:

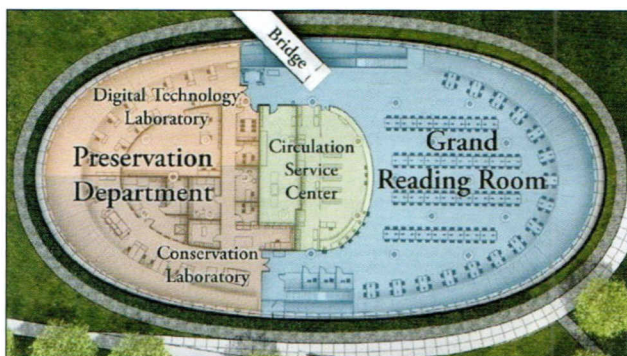
1. laboratorije za konzervaciju koja ima: specijalne sudopere za pranje papira, haube za dim za hemijske tretmane, opremu za korićenje knjiga i pomerljive pultove za rad i
2. digitalne laboratorije koja sadrži: digitalne kamere velikih formata koje se koriste za pravljenje slika visoke rezolucije, unikatnih knjiga i papira koji su suviše osetljivi za konvencionalni tretman konzervacije ili često korišćenje.

Servisni centar se nalazi u centralnom delu prizemlja i u njemu korisnici mogu da uzmu materijale koje su poručili digitalnim sistemom i da dobiju informacije od osoblja biblioteke.

Na nivoima -1 i -2 nalazi se **automatizovano skladište knjiga**: u njemu se knjige skladište više prema veličini nego prema klasifikaciji, sa kapacitetom od 3,5 miliona primeraka (slika 3).

Kriterijumi i ciljevi koji se moraju zadovoljiti projektom

Prvi zadatak sistema KGH je da se njime ostvare konstantna temperatura i relativna vlažnost u prostoru čitaonice i



Slika 3. Osnova prizemlja sa celinama prema nameni

laboratorija. Podzemno skladište knjiga je predviđeno kao hladan prostor, sa niskom relativnom vlažnošću. Biblioteka je uklopljena sa okolnim objektima, sa što manjim uticajem na okruženje. Trebalo je zadovoljiti kriterijume zadate sledećim standardima: ASHRAE standard 189.1-2009 i sistemom ocenjivanja LEED; termički omotač zgrade je projektovan prema standardu ASHRAE 90.1-2010, unutrašnji uslovi komfora (temperatura i relativna vlažnost) su definisani standardom ASHRAE 55-2004 i specifičnim zahtevima za muzejske prostore, ventilacija je projektovana prema standardu ASHRAE 62.1-2010, a potrošnja energije je trebalo da bude 20% manja od potrošnje predviđene standardom ASHRAE 90.1-2010.

Strogo su definisani sledeći unutrašnji uslovi:

- prostorije za arhivsko skladištenje: 60F+/-2F i 30% relativne vlažnosti (tačka rose 29F);
- laboratorije za konzervaciju: 75F i 45% relativne vlažnosti u letnjem režimu (tačka rose 52,2F) i 72F i 45% relativne vlažnosti u zimskom režimu (tačka rose 49,6F);
- čitaonica: 75F i 50% relativne vlažnosti u letnjem režimu (tačka rose 55F) i 72F i 30% relativne vlažnosti u zimskom režimu (tačka rose 38,9F).

4. Orijentacija zgrade, oblik i termički omotač

Projektom zadatkom takmičenja zadata je lokacija Univerzitetske biblioteke u Čikagu. Orijentisana je svojom dužom osom u pravcu sever-jug sa malim odstupanjem od 8°30'6" prema pravcu severozapad.

Prizemlje sa čitaonicom, odeljenjem za konzervaciju i restauraciju i servisnim centrom prekriveno je eliptičnom staklenom kupolom koja se sastoji od niskoemisionih staklenih panela, sa ugrađenim prevlakama koje imaju svojstvo da odbijaju 73% sunčeve toplote, blokiraju 99% UV svetlosti i propuštaju 50% vidljive svetlosti. Ove staklene panele nosi čelična konstrukcija koja je izgrađena u obliku mreže koja prati ose elipse.

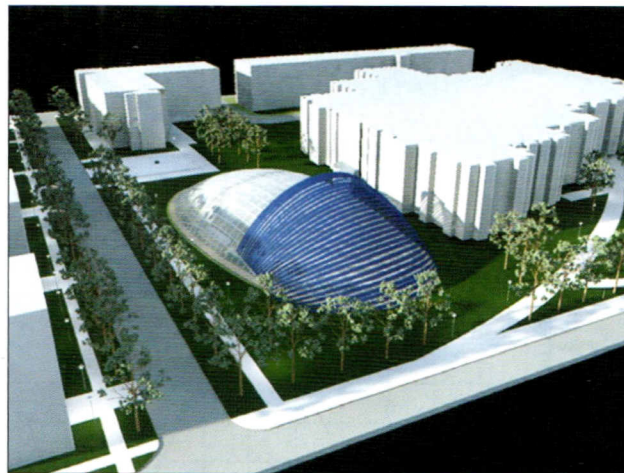
Automatizovano skladište knjiga je pozicionirano ispod zemlje. Biblioteka je povezana sa istočne strane, mostom sa bibliotekom Jozef Regenštajn, što takođe predstavlja jedini ulaz u biblioteku Mansueto, iz sigurnosnih razloga.

5. Idejno rešenje - 3D model staklene kupole

Za prethodno definisanu staklenu kupolu, modelovan je sistem fotonaponskih (PV) traka (slika 4). Sistem je projektovan kao pokretljiv i veoma fleksibilan.

Projektovan je model sa dve čelične šine po kojima trake mogu da se pomeraju, a sve je povezano i upravljano automatskim sistemom upravljanja koji je projektovan da meri

insolaciju i računa ukupnu količinu električne energije koja se može dobiti u tom trenutku. Ako je količina električne energije dovoljna da se pokrene motor koji pomera trake i veća od toga, trake se pomeraju u položaj u kom je moguće ostvariti proizvodnju električne energije za osvetljenje i potrebe sistema KGH. Ako količina sunčevog zračenja nije dovoljna, trake se pomeraju u nulti položaj i obezbeđuju čitaonici dovoljno prirodnog svetla. Za klimatske uslove Čikaga, insolacija je 4–5 kWh/m² dnevno. Klasični PV kolektori imaju prosečnu efikasnost 15%, pa je za instalisanu površinu od 877 m² PV traka moguće proizvesti oko 614 kWh električne energije dnevno.



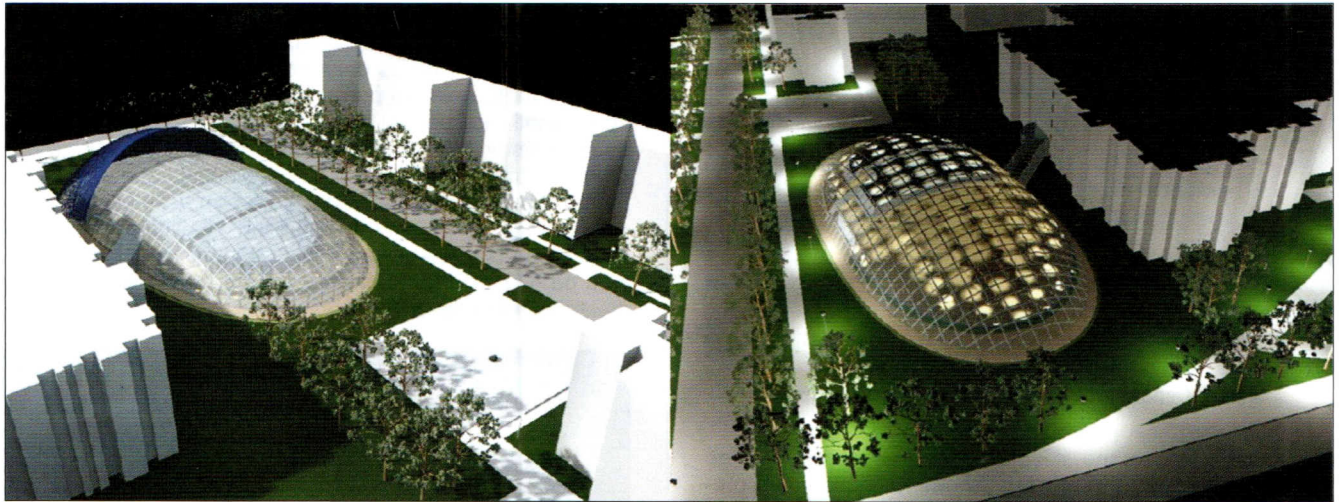
Slika 4. 3D model kupole sa sistemom PV traka

6. Proračun toplotnog opterećenja i potrebne energije za grejanje i hlađenje

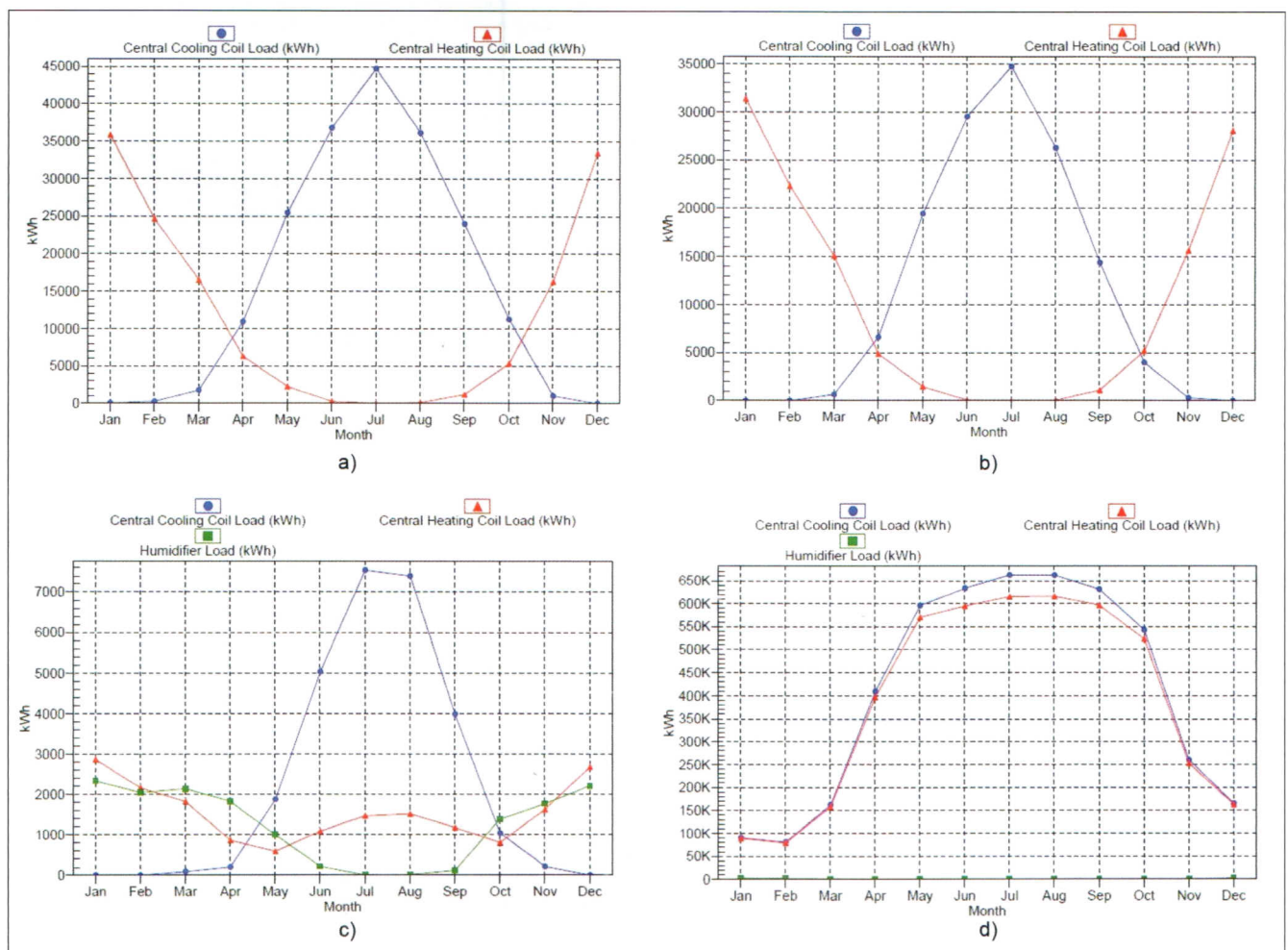
Simulacija toplotnog opterećenja i gubitaka toplote je rađena prema standardu ASHRAE 62.1, pomoću softvera HAP Carrier. Cela biblioteka je podeljena prema zadatim unutrašnjim uslovima ugodnosti na više celina: čitaonicu, odeljenje za konzervaciju sa laboratorijama i skladište knjiga. Za zadate unutrašnje uslove, urađeno je više simulacija za fazu projektovanja pre uvođenja PV sistema traka i za zgradu sa PV trakama (slika 4). Sistem PV traka je osmišljen da pored proizvodnje električne energije ima i ulogu zaštite staklene kupole od prekomernog zagrevanja u letnjem periodu. Na taj način toplotno opterećenje se može smanjiti i do 46 kW u letnjem periodu.

7. Sistem KGH

Specifični uslovi koji su zadati za biblioteku Mansueto, sa namenom čuvanja i konzervacije vrednih zbirki univerzitetskih knjiga, zahtevaju projektovanje veoma složenog sistema klimatizacije, koji će u potpunosti zadovoljiti potrebe uslova u pogledu relativne vlažnosti, održavanja temperature, filtracije vazduha, sa minimalnim rizikom da se ošteti kolekcija knjiga i sa razumnim troškovima. Potrebno je obezbediti konstantnu cirkulaciju vazduha, da bi se obezbedila dobra cirkulacija kroz prostor gde se čuva vredna zbirka [10]. Idejnim rešenjem su predložene tri klima-komore koje služe za pripremu vazduha za tri odvojene celine, različite namene i zadatih unutrašnjih uslova: skladište knjiga, čitaonica i laboratorije. Rad klima-komora kontroliše sistem automatskog upravljanja, čiji su algoritmi, kao i algoritmi upravljanja radom PV sistema dati u projektu. Potrebne količine dovodnog i odsisnog vazduha su proračunate prema preporukama za muzejske prostore i standardima ASHRAE-a. Kanalski razvod i dispozicija oprema je takođe prikazana u projektu.



Slika 5. 3D model kupole – izgled danju (levo); izgled noću (desno)



Slika 6. Simulacija potrebne energije za grejanje i hlađenje za a) čitaonicu, b) odeljenje za konzervaciju, c) laboratorije, d) automatsko skladište knjiga

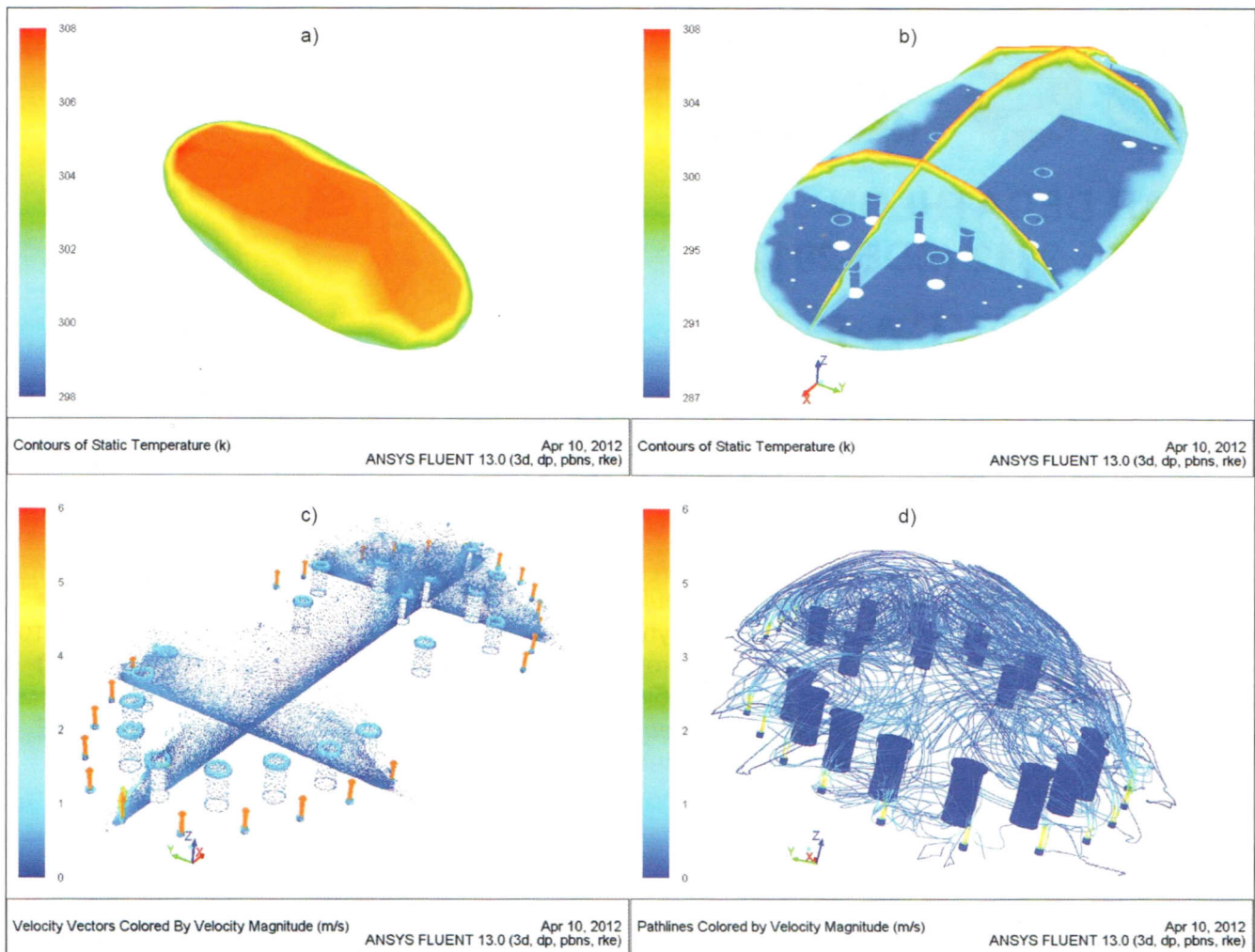
8. Simulacije CFD

Simulacije u softverskom paketu Ansys Fluent su urađene za spoljašnje i unutrašnje uslove. Dobijena su temperaturna i brzinska polja za klimatske karakteristike Čikaga i zadate unutrašnje parametre. Za projektovani sistem klimatizacije i izračunate brzine ubacivanja i odsisavanja vaz-

duha i protoke, dobijena su temperaturna i brzinska polja (slika 7).

Zaključak

Integralno održivo projektovanje zgrada predstavlja praktičan način objedinjavanja multidisciplinarnih znanja iz obla-



Slika 7. a) Temperaturno polje sa spoljašnje strane kupole, b) temperaturno polje unutar kupole, c) vektori brzine unutar kupole sa elementima za ubacivanje i odsis vazduha, d) strujnice brzinskog polja unutar kupole sa elementima za ubacivanje i odsis vazduha

sti arhitekture, mašinstva, elektrotehnike i građevinarstva. Pruža mogućnost razmene ideja, znanja i kreativnosti, od samog početka procesa projektovanja, kroz svaku njegovu fazu, do samog kraja, kroz izraženi timski duh, a sve radi dostizanja ciljeva „zero energy“, očuvanja životne sredine, smanjenja potrošnje energije, racionalnih troškova i investicija.

Prateći ove smernice, tim Beogradskog univerziteta je uspeo da projektuje idejno rešenje biblioteke Mansueto u Čikagu koja je, prema sertifikaciji LEED dobila 110 poena (Gold leed). Za ovaj projekat tim je nagrađen trećim mestom na prestižnom studentskom takmičenju ASHRAE 2012.

Literatura

[1] *** The Mansueto library project, ASHRAE Student Design competition 2012, ISBD, University of Belgrade team project.

- [2] *** Integrated Building Design (Heiselberg, P., Integrated Building Design, Lecture Notes No. 017).
- [3] *** ASHRAE Tools for LEED® v2.2. which include beside Advanced Energy Guides.
- [4] *** ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (I-P edition).
- [5] *** 90.1-2007 User's Manual.
- [6] *** ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- [7] *** 62.1-2010 User's Manual.
- [8] *** ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- [9] *** ANSI/ASHRAE Standard 189.1-2009, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings.
- [10] *** ASHRAE Handbook.

kgH

