



Istraživački seminar o energetske učinkovitim zgradama

Vrijeme i mjesto održavanja: ponedjeljak 16. veljače 2015. od 09:15 do 17:00, Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva (Unska 3, Zagreb), Siva vijećnica

Institucije sudionici: sastavnice Sveučilišta u Zagrebu Arhitektonski fakultet (ArhF)
Građevinski fakultet (GF)
Fakultet strojarstva i brodogradnje (FSB)
Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER),
te Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) i Hrvatski geološki institut (HGI)

Problematika energetske učinkovitih zgrada obuhvaća niz područja: arhitektura, građevina, strojarstvo, elektrotehnika, informacijsko-komunikacijske tehnologije, uz specifičnu potporu iz ostalih područja poput meteorologije ili geologije. U sklopu Fonda za ulaganje u znanost i inovacije kojeg sufinancira Europski fond za regionalni razvoj provode se dva projekta u području energetske učinkovitih zgrada: [ENHEMS-Buildings](#) (Unapređenje kapaciteta istraživanja, razvoja i transfera tehnologije vezanih uz sustave za gospodarenje energijom u zgradama) i [Geothermal Mapping](#) (Istraživanje i promocija plitkih geotermalnih potencijala u Republici Hrvatskoj). Bitan element ovih projekata je i otvaranje mogućnosti integracije razvijenih metoda s metodama drugih područja aktivnih u problematici energetske učinkovitih zgrada, te identifikacija zajedničkih tema za provedbu daljnjih istraživanja.

09:15 Otvaranje istraživačkog seminara

09:20 M. Vašak (FER): **Rezultati projekta ENHEMS-Buildings i povezana istraživanja za integraciju zgrada u napredne energetske mreže**

09:50 V. Soldo (FSB): **Rezultati projekta Geothermal Mapping i plan daljnjih istraživanja**

10:20 M. Jošić (ArhF): **Interdisciplinarno planiranje i projektiranje Campus LivingLab**

10:50 I. Banjad-Pečur (GF): **Jačanje suradnje istraživača i industrije kroz inovativne proizvode u građevinarstvu**

11:20 Pauza za kavu

11:40 A. Starčić (FER): **ENHEMS-Buildings instalacija u neboderskoj zgradi FERa: baza podataka, identifikacija toplinskih modela zona i toplinskih poremećaja u zoni**

12:00 A. Martinčević (FER): **ENHEMS-Buildings: Identifikacija toplinskog modela zgrade i toplinskih poremećaja**

12:20 A. Martinčević (FER): **ENHEMS-Buildings: Prediktivno upravljanje potrošnjom energije u zonama zgrade**

12:40 T. Tomiša (FER): **Suvremena mjerila energije za poslovne i stambene zgrade**

13:00 Pauza za ručak

14:00 K. Urumović, S. Borović, J. Terzić (HGI): **Hidrogeološka i geotermijska problematika kod izvedbe izmjenjivača u tlu**

14:20 L. Lepoša (FSB): **Rezultati distribuiranog mjerenja toplinskog odziva tla-DTRT**

14:40 M. Grozdek (FSB): **Tehnoekonomska analiza primjene dizalica topline**

15:00 L. Boban (FSB): **Utjecaj toplinskih svojstava tla na optimiranje polja bušotina**

15:20 Pauza za kavu

15:40 B. Milovanović (GF): **Croskills – kvaliteta izvedbe zgrada s aspekta energetske učinkovitosti**

16:00 K. Horvath (DHMZ): **Meteorološka potpora energetske učinkovitom zgradarstvu**

16:20 A. Stanešić (DHMZ): **Operativna prognoza i prognostički produkti DHMZ-a**

16:40 **Zaključci radionice: Mogućnosti i potrebe zajedničkih istraživanja i razvoja**

17:00 **Kraj seminara**





Izvešće i zaključci s održanog Istraživačkog seminara o energetske učinkovitim zgradama

Seminar je održan u skladu s agendom prikazanom gore, te je na njemu prisustvovalo oko 50 sudionika.

Istraživački seminar otvorio je izv. prof. dr. sc. Mario Vašak izlaganjem o konceptu, provedbi i rezultatima projekta ENHEMS-Buildings. Načelno su prikazani postupci estimacije i upravljanja koji se provode na razini potrošnje energije po zonama zgrade. Predstavljen je koncept planiranog daljnjeg razvoja u smjeru integracije optimiranja potrošnje energije u zonama zgrade s razinom centralne proizvodnje toplinske/rashladne energije, te razinom upravljanja tokovima energije u mikromreži zgrade. Projekt ENHEMS-Buildings se u svojoj završnoj fazi fokusira i na optimiranje tokova energije u mikromreži zgrade, a istraživanja koja prirodno slijede uključuju i razinu upravljanja centralnom proizvodnjom toplinske/rashladne energije, s naglaskom na prediktivno upravljanje. Kao jedan od načina centralnog pridobivanja toplinske/rashladne energije ističu se i dizalice topline za koje se pripadni geotermalni resurs detaljno proučava na projektu Geothermal Mapping. Složena dinamika samog geotermalnog resursa zahtijeva napredno upravljanje dizalicom topline za njen efikasan rad, te razmatranje njenog optimalnog rada u interakciji s upravljanjem tokovima energije u zgradi te upravljanjem potrošnjom predstavlja plodno područje za zajednički istraživački rad projektnih timova ENHEMS-Buildings i Geothermal Mapping u narednom periodu. Projekt ENHEMS-Buildings otvara mogućnost sinteze algoritma upravljanja i dinamičke analize rada optimalno upravljane zgrade sa zadanim arhitektonskim, građevinskim i strojarskim parametrima u stvarnim uvjetima eksploatacije, čime daje platformu za suradnju svih struka pri dizajnu i ispitivanju novih rješenja za nisko-energetske zgrade.

Nakon izlaganja diskusija s auditorijem vodila se oko pretpostavljenog scenarija promjena cijena na strani distribucijske mreže te analize potencijalne ekonomske dobiti pri radu optimiranog sustava u usporedbi s klasičnim rješenjima.

U narednom predavanju prof. dr. sc. Vladimir Soldo predstavio je osnovne izvedbe dizalica topline te parametre koji određuju njihove energetske performanse. Ukratko je predstavljen rad istraživačke grupe prof. Solde prije početka projekta Geothermal Mapping, te je kao glavni motiv za njegovo pokretanje istaknuta potreba da se diljem Hrvatske prikupe podatci o parametrima tla potrebni za projektiranje polja bušotina kao izvora/ponora topline za primjenu dizalica topline u sustavima grijanja/hlađenja. Podatci su prikupljeni u bušotinama s osam lokacija, pri čemu su istraživanja bušotina uključivala uzorkovanje tla, ugradnju optičkog mjernog kabela i mjerenje temperature u bušotini optičkim vlaknima po cijeloj dužini (mjerenje koje je po prvi puta bilo izvedeno na ovaj način u Hrvatskoj), te ugradnju bušotinskog izmjenjivača topline i pripadne dizalice topline za pokazni rad. Najavljena naredna izlaganja s projekta potvrdila su orijentaciju projekta na izuzetno važan aspekt u projektiranju i radu sustava dizalica topline s bušotinskim izmjenjivačima, a to su toplinska svojstva tla u Hrvatskoj.

Predavanje prof. dr. sc. Mladena Jošića vezano je uz projekt Hrvatske zaklade za znanost Campus LivingLab koji je odnedavno u provedbi, a tiče se planiranja i osmišljavanja prostora budućeg kampusa Borongaj. Predstavljena su polazišta za interdisciplinarno planiranje koja budući prostor kampusa određuju energetske pozitivnim, CO2 neutralnim ili čak negativnim, te s posebnim naglaskom na funkcionalnost i potrebe budućih korisnika kampusa. Koncepti proizvodnje i distribucije toplinske, rashladne i električne energije zasnovani su na principima dvosmjernog toka i skladištenja energije. U planovima je predstavljen i način pročišćavanja otpadnih voda kampusa te gospodarenja otpadom. Na razini samih građevina predviđa se optimalno vođenje procesa održavanja unutarnje klime, uz čim bolje iskorištavanje uvjeta koja u energetske smislu stvaraju lokalni uvjeti proizvodnje, skladištenja i razmjene energije s mrežom. Prema svojim načelima projektiranje, izvedba i rad kampusa Borongaj jesu višedisciplinarni problemi gdje se integrira struke niza fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Pritom će projekt Campus





LivingLab svojim pomnim planiranjem i promišljanjem integracije različitih struka već u fazi planiranja omogućiti približavanje optimalnim rješenjima, te je otvoren velik prostor za suradnju. Posebice se to odnosi upravo na rezultate projekata ENHEMS-Buildings i Geothermal Mapping.

Diskusijom je zaključeno da je potrebno usuglasiti otvorene platforme za modeliranje i razmjenu podataka između različitih struka kako bi se suradnja učinila čim efikasnijom i fokusiranom na ekspertizu pojedinih fakulteta.

Prof. dr. sc. Ivana Banjad Pečur predstavila je svojim izlaganjem inovativni građevinski element Eco-Sandwich razvijen u okviru istoimenog projekta financiranog u okviru programa Eco-Innovation Europske unije. Projekt je usmjeren na sljedeće probleme: (i) smanjenje emisije stakleničkih plinova i povećanja energijske učinkovitosti u zgradama, (ii) učinkovito korištenje resursa uporabom građevinskog otpada pri proizvodnji panela i (iii) smanjenje korištenja reguliranih kemikalija - fenoli i formaldehidi u proizvodnom procesu termoizolacijskih materijala. Razvijen je koncept građevinskog elementa kojim se značajno umanjuje potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO₂ pri cjeloživotnom ciklusu upotrebe u odnosu na postojeća građevinska rješenja jer je postignut značajan udio otpadnog građevinskog materijala u proizvodu koji dodatno pospješuje termoizolacijska svojstva. Rješenje je nagrađeno na nizu inovacijskih i stručnih sajmova tijekom 2014. i 2015. godine.

Diskusija je vođena oko osnovnih termodinamičkih parametara Eco-Sandwich proizvoda te moguće slobode u određivanju debljine uzorka, s ciljem uključenja ovakvog materijala u biblioteku elemenata programa za termodinamičke simulacije rada zgrade u eksploatacijskim uvjetima. Takvi su programi idealna platforma za integraciju rješenja različitih struka u konačni proizvod – zgradu.

Blok izlaganja o istraživanjima na projektu ENHEMS-Buildings otvorio je Antonio Starčić, mag. ing. prikazom provedenih aktivnosti na prilagodbi postojećeg prostora 9. i 10. kata neboderske zgrade FERa kako bi se isti iskoristilo kao mjesto za testiranje koncepata gospodarenja energijom u zgradi razvijanih na projektu ENHEMS-Buildings. Posebno je naglašena potreba za neinvazivnom, jednostavnom i jeftinom nadgradnjom postojećeg sustava automatizacije u zgradi kako bi se poboljšalo energetske i ekonomske performanse zgrade. Objasnjen je koncept prikupljanja svih potrebnih podataka o radu zgrade u centralnu bazu podataka za zgradu koja će kod masovne implementacije u pravilu biti izvedena u oblaku. Također su prikazani rezultati estimacije toplinskih poremećaja u zgradi kao ključnih pokazatelja o načinu korištenja pojedinih zona zgrade pri njenom radu u stvarnim eksploatacijskim i meteorološkim uvjetima, i to korištenjem zasebnih estimacija po zonama zgrade opravdanih za slučaj slabe termodinamičke interakcije između zona.

Diskusijom je propitano uvođenje nekoliko različitih komunikacijskih protokola od pojedinih senzora i aktuatora zgrade do centralne baze podataka, pri čemu su razlozi dijelom ekonomske prirode (npr. korištenje 1-wire komunikacijske tehnologije), a dijelom s ciljem demonstracije mogućnosti integracije heterogenih mreža korištenjem Brightcore platforme. Također je propitan razlog uvođenja dodatnih regulacijskih termički vođenih ventila na ventilokonvektorske aktuatora zona zgrade, pri čemu je istaknuta mogućnost finije, kontinuirane regulacije temperature te ostvarenje ušteda kod isključenja grijanja/hlađenja u zoni zbog mogućnosti mogućnosti izbjegavanja toka zagrijavajućeg/rashladnog medija kroz ventilokonvektor.

Izlaganja o istraživanjima na projektu ENHEMS-Buildings nastavila je Anita Martinčević, dipl. ing. s temama identifikacije termodinamičkih modela zgrade prikladnih za upravljanje, estimacije poremećaja u radu zgrade uzimanjem u obzir punog modela zgrade (sa svim interakcijama između zona), te modelskog prediktivnog upravljanja zgradom. Predstavljena je struktura modela zgrade s dva stanja po zoni te način identifikacije njegovih parametara nederivirajućim Kalmanovim filtrom. Potom je za identificirani model zgrade predstavljen način





Europska unija
Ulagar je u budućnost

estimacije toplinskih poremećaja po zonama u radu uslijed promjene sjenjenja/otvorenosti prozora, prisustva ljudi, toplinski emitirajuće opreme, rasvjete itd., te pripadne performanse postupka estimacije.

Kod prikaza modelskog prediktivnog upravljanja zgradom, koje predstavlja srž sustava za gospodarenje energijom u zgradi koji se razvija projektom ENHEMS-Buildings, prvo su predstavljeni decentralizirani postojeći koncept upravljanja te koncept temeljen na proporcionalno-integracijskom upravljanju snagom grijanja/hlađenja u zoni, kao i potrebno upravljanje na razini svakog ventilokonvektora da bi se implementiralo upravljanje po snazi grijanja/hlađenja. Potom je prikazana usporedba performansi decentraliziranih koncepata upravljanja s prediktivnim upravljanjem. Istaknuto je da su kod grijanja uštede energije u odnosu na decentralizirane koncepte neznatne, a dok kod hlađenja one dosežu razinu 20%. Također su istaknute mogućnosti koje se otvaraju uvođenjem prediktivnog koncepta upravljanja u energetsko gospodarenje zgradom – uzimanje u obzir promjenjivih cijena energije i promjenjive dostupnosti energije za grijanje/hlađenje u zgradi, kao i mogućnosti predviđanja potrošnje energije – sve ove prednosti dolaze do izražaja kod integracije zgrade s lokalnom mikromrežom u naprednu mrežu s velikim stupnjem integracije obnovljivih izvora energije.

Diskusija se u dijelu estimacije modela/poremećaja usredotočila na brzinu estimacije poremećaja u zoni, te mogućnost razlučivanja pojedinih uzroka poremećaja kako bi nakon estimacije mogla uslijediti i odgovarajuća upravljačka akcija – npr. isključenje grijanja/hlađenja u zoni za slučaj detekcije otvorenog prozora ili lošeg korištenja sjenila.

Diskusija o konceptima upravljanja i upotrebi modelskog prediktivnog upravljanja odvijala se u nekoliko smjerova: da je općenito reakcija prediktivnog upravljanja na promjenivu cijenu odnosno ograničenja u dostupnosti energije ustvari tzv. pomak tereta (load shifting), te da se drugačiji zaključci o uštedama postižu kada se u prediktivno upravljanje uključe i centralna jedinica za proizvodnju toplinske/rashladne energije što je naglašeno da se u okviru ENHEMS-Buildings ne radi, već da se učinci pokušavaju ostvariti manipulacijom tokova snage u samim zonama zgrade. Naglašeno je također da bi bilo dobro komparativno istražiti situaciju optimalnog upravljanja s i bez termičkih troputnih ventila na ventilokonvektorima tako da se ekonomski opravda svrha njihovog uvođenja u sustav. Također je bilo razmatrano zašto su različiti učinci prediktivnog upravljanja u sezoni grijanja i sezoni hlađenja, pri čemu je kao uzrok takvog ponašanja detektirano to što u sezoni hlađenja redovno vanjski temperaturni uvjeti u 24-satnom ciklusu budu i ispod i iznad željene temperature u zonama zgrade što daje dodatne mogućnosti ušteda koje se bolje iskorištavaju prediktivnim upravljanjem.

Blok izlaganja istraživača na projektu ENHEMS-Buildings zaključio je prof. Tomislav Tomiša izlaganjem o suvremenim mjerilima energije za poslovne i stambene zgrade. Razmotrena su sadašnja rješenja za mjerenje električne energije, toplinske energije, te utrošenih količina plina i vode, te tehnologije koje se danas upotrebljavaju za daljinsko očitavanje utrošene energije i vode kod velikih potrošača koji su ih u zakonskoj obvezi implementirati na svojim mjernim mjestima. Također su prikazane tehnike mjerenja potrošnje električne energije u višestambenim zgradama koje kod vertikalnih razvoda uglavnom vode na razdjelnike topline. Kao informacijski sustav koji se efikasno nadovezuje na tehnologiju daljinskog očitavanja potrošnje energije i vode naveden je Informacijski sustav gospodarenja energijom (ISGE), te je također prikazan i demonstrator različitih tehnologija daljinskog očitavanja izveden na FERu pod nazivom Baltazar.

Diskusijom pod pauzom napravljen je osvrt na tehnologiju razdjelnika topline za koju je istaknuta potreba za visokom stručnošću pri ugradnji kako bi se mjerenja obavljala pravilno i na fer način prema svim stanarima u zgradi.

Blok izlaganja o provedbi projekta Geothermal Mapping otvorila je Staša Borović, dipl. ing. geol., izlaganjem o hidrogeološkim i geotermijskim aspektima pri izvedbi izmjenjivača topline u tlu. Istaknuta je važnost određivanja



Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Fakulteta elektrotehnike i računarstva te ne odražava nužno gledište Europske unije.



Europska unija
Ulagar je u budućnost

moćnih raspona termičkih parametara podloge u geološki različitim regijama RH kako bi se kvantificirala količina topline koju se dizalicom topline može pridobiti. Prenijeta su iskustva s terena dobivena u sklopu istraživanja na projektu. Potvrđena je različitost u relevantnim svojstvima tla sjeveroistočnog i jugozapadnog dijela Hrvatske, te identificirani uzroci nesigurnosti u predviđanju svojstava tla na mjestu bušotine. Izvijesteno je o dobrom slaganju između laboratorijskog određivanja vodljivosti tla na uzorcima dobivenim jezgrovanjem duž bušotine i provedenih testova toplinskog odziva tla u okviru projekta. Iznimka su lokacije sa značajnim tokom podzemne vode. Diskusija nakon izlaganja fokusirala se na pitanja s kojom točnošću se iz poznavanja vrste tla u nekom podneblju može predvidjeti performanse dizalice topline te eventualno dati smjernice za mjesto bušenja u slučaju značajnijeg predviđenog rasipanja tih performansi zbog nesigurnosti u točnom sastavu i konfiguraciji tla.

U narednom izlaganju koje je održao Leon Lepoša, mag. ing. predstavljene su metode određivanja toplinskog otpora bušotine i toplinske vodljivosti tla nedistribuiranom i distribuiranom metodom provedene u okviru Geothermal Mapping projekta. One služe da bi se moglo odrediti i mogućnosti pridobivanja toplinske energije u radu dizalice topline, ali i da bi se prema njima odredila i odgovarajuća strategija upravljanja dizalicom topline za optimalno iskorištenje. Prikazani su rezultati mjerenja na lokaciji Zadar gdje je istaknuta prednost korištenja distribuirane metode mjerenja budući da se na njoj zbog neujednačenosti toplinskih svojstava tla duž bušotine javlja značajnija pogreška u određivanju toplinskog otpora bušotine i toplinske vodljivosti tla. Tijekom diskusije objašnjena je detaljnije sama izvedba bušotinskog izmjenjivača topline te problematika pravilnog polaganja distribuiranog toplinskog senzora – optičkog vlakna – za točno mjerenje. Raspravljani su također uzroci izrazito neujednačenih toplinskih svojstava duž predmetne bušotine u Zadru koji leže u podzemnim vodenim tokovima.

Doc. dr. sc. Marino Grozdek je u svojem izlaganju predstavio komparativnu tehnokonomsku analizu dizalica topline u nekoliko izvedbi s klasičnim sustavima grijanja/hlađenja temeljenim na plinu odnosno ulju. U investiciji se razmatra i izvedba aktuatora u zonama zgrade (ventilokonvektori, podno grijanje, stropno hlađenje). Razmotreni su scenariji godišnje raspodjele dnevnih maksimuma temperatura tipičnih za kontinentalno i primorsko podneblje (Zagreb i Split). Troškovi ulaganja u sustav grijanja s dizalicom topline razloženi su u ključne sastavne dijelove poput same dizalice topline, bušotinskog izmjenjivača i bušotine. Komparativna analiza provedena je na primjeru obiteljskih kuća u Zagrebu i Splitu. Za oba podneblja pokazani su sumjerljivi iznosi ukupnog troška za grijanje/hlađenje korištenjem dizalice topline zrak-voda i prirodnog plina na razini 20 godina. Pritom su prikazani i omjeri kapitalnih i pogonskih ulaganja kod navedenih rješenja.

U okviru diskusije nakon izlaganja raspravljena je situacija uravnoteženja toplinske energije ljeta/zima za optimalno iskorištenje dizalice topline. Povezano s time, prodiskutiran je i učinak projektiranja dizalice topline na nešto manju toplinsku snagu u odnosu na najveće toplinske zahtjeve tijekom godine i planiranja pomoćnih izvora topline (hibridna izvedba), s ciljem smanjenja investicijskih troškova i dobivanja čim većeg sezonskog toplinskog množitelja.

Posljednje izlaganje iz bloka vezanog uz projekt Geothermal Mapping održao je Luka Boban, mag. ing. s temom projektiranja/optimiranja polja bušotina za dizalice topline s izvorom/ponorom u tlu. Pregledno je opisan cijeli niz utjecajnih faktora za navedeno projektiranje, a poseban naglasak dan je na potrebne informacije o toplinskim svojstvima tla. Istaknuta je važnost pravilnog dnevnog i sezonskog rada/upravljanja dizalicama topline za postizanje dobrog sezonskog toplinskog množitelja. Razmotreni su tehnički propisi za manje i veće snage dizalica topline, pri čemu je istaknuto da je kod sustava većih snaga nužno za pravilan odabir obaviti višegodišnje simulacije rada sustava. Prikazana je usporedna analiza osjetljivosti potrebnih parametara bušotine na toplinska svojstva tla:





Europska unija
Ulaganje u budućnost

toplinsku vodljivost tla, toplinski otpor bušotine i nedinutu temperaturu tla – značajan utjecaj za ostvarenje željenog sezonskog toplinskog množitelja motivira potrebu za čim preciznijim određivanjem navedenih svojstava. Također je provedena detaljna analiza rada dizalice topline s poljem bušotina kod različitih izmjerenih vertikalnih profila toplinskih svojstava tla. Zaključno, istaknuta je velika važnost dodatnih sustava uz dizalicu topline koji povećavaju ukupne performanse sustava: hibridni sustavi za vršna opterećenja, dodatni toplinski spremnici za toplinski neuravnotežene sustave, upravljanje sustavom te detaljno modeliranje i optimiranje sustava. Posebice optimalno upravljanje dizalicom topline uz navedena proširenja predstavlja izazove na kojima bi bilo dobro uklopiti ekspertize optimalnog upravljanja i tehničkog poznavanja sustava što predstavlja značajan potencijal za suradnju istraživačkih timova projekata ENHEMS-Buildings i Geothermal Mapping.

Diskusijom se produbila rasprava o pojedinim utjecajnim faktorima na projektiranje sustava, s posebnim naglaskom na sezonsko uravnoteženje potreba za grijanjem i hlađenjem koje se opslužuje dizalicom topline, te načinima kako se to uravnoteženje može ostvariti.

Posljednji blok izlaganja otvorio je dr. sc. Bojan Milovanović izlaganjem o potrebi podizanja kompetencija radnika i obrtnika koji izvode građevinske radove na objektu, pogotovo u svjetlu izvedbe energetski efikasnih zgrada. Statistikom se jasno upućuje na problem kako je kvalificiranih radnika u Hrvatskoj i EU sve manje i manje, te se radna mjesta popunjavaju nekvalificiranim radnicima. Kod izvedbe radova na objektu koji treba zadovoljiti standarde niskoenergetskog ili pasivnog objekta detalji izvedbe postaju izuzetno važni i ključni za ostvarenje zadanih energetskih performansi. Ovo je ilustrirano na primjeru nepreciznih i nestručnih izvedbi koje rezultiraju infiltracijom vanjskog zraka u unutrašnjost objekta čime pridonose kondenzaciji vlage u slojevima građevinskog materijala i narušavanjem toplinskih performansi prostora. Pritom je vrlo važna kontrola izvedbe i detekcija navedenih pojava za niskoenergetske objekte. Kao metoda prikladna za to nameće se infracrvena termografija čija je upotreba pokazana na nizu primjera. U objektima s većim stupnjem automatizacije (temperaturni senzori / aktuatori) zanimljivom može biti i mogućnost primjene on-line estimatora toplinskih poremećaja u zoni pri radu zgrade – poput onih koje se razvija na projektu ENHEMS-Buildings – koji daju mogućnost stalnog nadzora te također i rane detekcije degradacije toplinskih svojstava zgrade.

Diskusija nakon predavanja vodila se o nizu preporuka za kvalitetnu izvedbu ovojnice zgrade u pogledu sprečavanja kondenzacije vlage, smanjenja toplinskih mostova i nekontroliranog propuštanja kroz ovojnicu zgrade.

Predavanje doc. dr. sc. Kristiana Horvatha pripada grupi izlaganja s ENHEMS-Buildings projekta, a u njemu je istaknuta važnost meteorološke djelatnosti za problematiku projektiranja, verificiranja i upravljanja energetski efikasnih zgrada. Meteorološki inputi za projektiranje i verificiranje performansi energetski efikasnih zgrada ugrađeni su u važeću regulativu. U projektu ENHEMS-Buildings naglasak je međutim upravo na segmentu korištenja meteoroloških produkata za efikasno upravljanje zgradom. Projekt je usmjeren na uspostavu postupaka prognoziranja sunčeve dozračenosti za lokaciju zgrade kao i na procjenu nesigurnosti same prognoze. Pritom je projektom radi verifikacije i unapređenja postupaka prognoziranja unapređena mreža meteoroloških mjerenja sunčeve dozračenosti u Hrvatskoj. Predstavljani su postupci te rezultati verifikacije prognoze sunčeve dozračenosti za lokaciju Zagreb Maksimir. Očekuje se da će rezultati dobiveni projektom na području prognoziranja meteoroloških prilika za zadanu lokaciju otvoriti mogućnosti prediktivnog upravljanja sustavima upravljanja klimom u unutarnjim prostorima na energetski efikasan način.

U okviru diskusije detaljnije su razjašnjeni izvori podataka koje se koristi za produciranje numeričke prognoze, te je istaknut značaj kvalitetnih lokalnih mjerenja koje je moguće integrirati u sustav prognoziranja.





Dr. sc. Antonio Stanešić u svojem je izlaganju detaljnije prikazao proceduru izrade operativne prognoze u DHMZ za koju su važne odrednice pouzdanost i pravovremenost kako bi se mogla svakodnevno koristiti za niz svrha – od vođenja autocesta do predviđanja proizvodnje iz vjetroelektrana. Pritom je naročito istaknuta velika potreba za računalnim resursima koje je nužno neprestano nadgledati. Trenutno se prognoza izrađuje 4 puta dnevno za 72 sata unaprijed u 3-satnoj vremenskoj rezoluciji, te se neprestano verificira i pohranjuje za potrebe naknadnih analiza što, uz navedenu potrebnu računsku moć, zahtijeva i značajne memorijske kapacitete za trajnu pohranu. Operativno se prognoza trenutno izdaje na prostornoj skali 8x8 km koja se zbog sve izraženijih potreba operativno profinjuje na 4x4 km. Pritom se smanjuje i vremenski korak prognoze i povećava broj vertikalnih nivoa na kojima se obavlja prognoza što uvišestručuje (24x) potrebne računalne resurse.

Zaključno, radionicom je, kako je gore navedeno, identificiran izuzetno velik prostor za suradnju na području projektiranja, analize i upravljanja energetski efikasnim zgradama, posebice uzimajući u obzir njihovu integraciju i interakciju s neposrednim okolišem i naprednim energetskim mrežama. Ovaj će se prostor nastojati u narednom periodu popuniti zajedničkim znanstveno-istraživačkim projektima i zajedničkim transferom razvijenih tehnologija prema hrvatskom gospodarstvu. Projektom ENHEMS-Buildings predviđeno je i osnivanje otvorene organizacije BEMS-TTC (Building Energy Management System Technology Transfer Centre) kojoj je namjena da pospješi navedene aktivnosti zajedničkog istraživanja, razvoja i transfera tehnologije oslanjajući se na paradigmu zgrade kao dinamičkog sustava uklopljenog u dinamičan okoliš.

