

**Od BIM-modela do pametne zgradbe in naprej**  
**From the BIM-model to the smart building and beyond**

prof. dr. Andrej Tibaut <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo - FGPA, UM*

*E-naslov: andrej.tibaut@um.si*

**Povzetek**

Predavanje “Od BIM-modela do pametne zgradbe in naprej” v uvodu predstavi motivacijo za informacijsko modeliranje gradenj (BIM) in sicer na vsakdanjih primerih iz področja grajenega okolja, kjer bi BIM lahko izboljšal učinkovitost del. V nadaljevanju sledi sklop “Pristop BIM: osnovni pojmi in primeri uporabe”, ki pojasni BIM kot metodologijo, metodo in produkt. Prav tako osvetlimo potrebo po odprtem BIM, ki izboljša interoperabilnost med različnimi programi na področju grajenega okolja. V tretjem sklopu “Pametne zgradbe in inštalacije“ predstavimo povezavo med BIM in avtomatizacijo zgradb s pomočjo IOT in standarda KNX. V zadnjem sklopu “Pametna mesta” bo predstavljeno digitalno mesto in združitev metod BIM ter CityGML in CityJSON.

**Ključne besede:** BIM-model, pametne zgradbe, pametne inštalacije, IOT, KNX

**Razvrstitev:** Strokovni članek

**Predstavitev inovativnega sistema za ogrevanje in hlajenje skoraj nič-energijske stavbe**  
**Presentation of innovative system for heating and cooling of nearly zero energy building**

Simon Muhič<sup>1,2,3</sup>, Matej Dulc<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo eksergije d.o.o., Slovenija*

<sup>2</sup>*SIMUTEH, Slovenija*

<sup>3</sup>*Univerza v Novem mestu Fakulteta za strojništvo, Slovenija*

*E-naslov: simon.muhic@inoveks.si*

<sup>4</sup>*Dulc d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: matej@dulc.si*

**Povzetek**

V prispevku prikazujemo primer dobre prakse inovativnega sistema za ogrevanje in hlajenje stavb, ki pri svojem delovanju dosega izjemne rezultate glede energetske varčnosti. Po letu 2018 bi sicer morali biti vsi novi javni objekti, zgrajeni v Republiki Sloveniji, skladni z zahtevami za skoraj nič-energijske stavbe, po letu 2020 pa bi morali zahtevam za skoraj nič-energijske stavbe zadostiti tudi vsi ostali objekti. Skladno z veljavnim Akcijskim načrtom za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020 (AN sNES), ki je bil sprejet leta 2015, je za doseganje kriterija skoraj nič-energijske stavbe določena zahteva glede potreb za delovanje stavbe (ogrevanje, hlajenje, klimatizacija, topla voda in razsvetljava) in določena največja raba primarne energije gleda na tip stavbe, hkrati pa mora biti v energetske oskrbi zagotovljen minimalni delež obnovljivih virov energije glede na skupno dovedeno energijo v višini 50 %. Eden od primerov dobre prakse na tem področju je vsekakor prva srednja šola v Sloveniji, ki ima vgrajen sistem SOLINTERRA, ki ima za svoje delovanje in nadzor integriranih preko 300 različnih senzorjev. Sistem večinoma uporablja sončno energijo za ogrevanje ter zemljo kot topli zemeljski hranilnik toplote. Za hlajenje se uporablja energija podtalnice. Stavba z uporabno površino okoli 5000 m<sup>2</sup> deluje vse od leta 2014. Rezultati analize delovanja stavbe in sistema za leta 2015, 2016 in 2017 kažejo, da je stavba za svoje obratovanje letno potrebovala povprečno 81,2 MWh hladu in 95,6 MWh toplote. Pri tem je bilo za zagotavljanje toplote, hladu in prezračevanje potrebnih v povprečju 36,8 MWh električne energije. Stavba s površino 5200 m<sup>2</sup> tako potrebuje povprečno 7 kWh/m<sup>2</sup> električne energije na leto oziroma 17,5 kWh/m<sup>2</sup> primarne energije na leto, kar je bistveno manj, kot predpisuje AN sNES, ki za mejo za novo nestanovanjsko stavbo določa maksimalno rabo 55 kWh/m<sup>2</sup> primarne energije na leto.

**Ključne besede:** skoraj nič-energijske stavbe, učinkovita rabe energije, obnovljivi viri energije, SOLINTERRA, učinkovita rabe eksergije

## **Pametni Prostori**

### **Smart Spaces**

Devid Palčič, Milan Susman, Matic Sušnik

*ROBOTINA d.o.o.*

*E-naslov: milan.susman@robotina.com*

*VIVIOT d.o.o.*

*E-naslov: matic@viviote.net*

### **Povzetek**

Že vsaj dvajset let govorimo o pametnih instalacijah, pa to še ni privedlo dosti dlje od bolj ali manj avtomatiziranega upravljanja s svetlobo, toploto in prezračevanjem. Stavbe niso integrirane, sistemi pa niso medsebojno povezani. Kaj je narobe? Kaj manjka, da bodo naše stavbe in zunanji prostori postali varni, učinkoviti, udobni ter bodo aktivno sodelovali z okolico? Koncept pametnih prostorov prinaša prav to. Ne glede na to, ali gre za objekt namenjen bivanju, poslu, zabavi ali bivanju z asistenco, prinašajo rešitve, ki prostor najprej avtomatizirajo, potem povežejo v oblak, oblikujejo digitalne dvojčke, nato pa tem omogočijo sodelovanje z vsemi, ki imajo za to interes in dovoljenje, bistvene spremembe in napredek pri doseganju ciljev. Tako oblikovan pameten prostor, dostop in njegove naprave, lahko preko digitalnih dvojčkov uporabljajo uporabniki, ponudniki storitev, mesto, dobavitelji energije in drugi. HIQ, HEMS, HIQ Universe in VIVIOT zagotavljajo zanesljivo, enostavno, udobno in zlasti učinkovito izkušnjo za vse uporabnike.

**Ključne besede:** Pametni Prostor, HEMS, sodobne instalacije, VIVIOT, HIQ, Cognitive optimization

**Pametne zgrade i pametne mreže – smjernice prema niskougljičnom energetskom sustavu**

**Smart Buildings and Smart Grids – a Path Towards Low/Zero Carbon Energy Systems**

Tomislav Capuder

<sup>1</sup>*University of Zagreb Faculty of electrical engineering and computing, Croatia*

*E-naslov: tomislav.capuder@fer.hr*

**Povzetek**

Predavanje će dati uvid u više aspekata energetske tranzicije, od regulatornih zahtjeva i trendova u energetici do koncepata ključnih za prijelaz na niskougljično društvo, naglašavajući ulogu krajnjih korisnika / pametnih zgrada pri čemu one ne pružaju samo dodatni komfor krajnjim korisnicima, već integrirano i koordinirano rade s ostatkom energetskog sustava. Moguća rješenja biti će prezentirana kroz rezultate projekta Smart Building – Smart Grid – Smart City (3Smart) kroz koji je razvijena platforma za gospodarenje energijom kroz interakciju zgrada i energetskih mreža, uz omogućavanje aktivnog sudjelovanja zgrada na tržištu energije i pružanje usluga fleksibilnosti. 3Smart platforma organizirana je u programske module namijenjene jednostavnoj nadogradnji na postojeće sustave automatizacije u zgradi i mreži. Implementirana je na pilotskim lokacijama u Hrvatskoj, Sloveniji, Austriji, Mađarskoj i Bosni i Hercegovini..

**Ključne besede:** energetska tranzicija, niskougljični energetske sustavi, integrirano upravljanje/pogon, optimizacija, pametne zgrade, pametne mreže

## **Pametne inštalacije v sistemu WiFi direct**

### **WiFi direct home automation**

Mitja Veber<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Šolski center Novo mesto, Slovenija*

*E-naslov: mitja.veber@sc-nm.si*

#### **Povzetek**

Učni načrt je spisek navodil, ki jih delodajalec predpiše predavatelju, na kakšen način naj načrtuje svoje delo, da bo dosegel učne cilje, za predavatelja pa pogosto predstavlja izziv, kako jih bo dosegel z omejenimi resursi. Namen praktičnega izobraževanja ni spoznavanje konkretnih tehnologij, ki jih bo študent uporabljal, ko bo nastopil zaposlitev, pač pa spoznavanje konceptov in razvijanje logičnega ter kritičnega mišljenja. V svojem prispevku povzemam učno okolje, ki je primerno za spoznavanje osnov avtomatizacije pametnih zgradb.

WiFi direct je protokol, ki ga uporabljajo za povezavo na WiFi usmerjevalnik številne cenovno dostopne IoT naprave, a jih težko povežemo v enoten sistem, zato že pri izvedbi enostavnih nalog trčimo v zid. Skupni imenovalac WiFi direct naprav je njihov nadzor z aplikacijami posameznih proizvajalcev, kar onemogoča njihovo uporabo v enotni standardizirani platformi. Po drugi strani je ogromno IoT naprav zasnovanih na mikrokontrolniku ESP8266 wifi. Če na ESP8266 naložimo programsko opremo Tasmota, lahko IoT naprave različnih proizvajalcev povežemo v enoten sistem, v katerem lahko z napravami upravljamo s spletno aplikacijo, MQTT ali HTTP protokolom. Tasmota je izredno močna programska oprema, ki vključuje številne gonilnike za podporo senzorjev in aktuatorjev, ki jih najdemo v popularnih in poceni napravah s police za avtomatizacijo domov. Omogoča vključevanje naprav v spletno aplikacijo Home Assistant s katero upravljamo z inštalacijo v pametni zgradbi. Osnovni učni sistem lahko zgradimo za ceno nekaj deset Evrov, sistem pa je dovolj enostaven, da s hitrim napredovanjem uporabnikov zbudi zanimanje za področje.

**Ključne besede:** učni načrt, WiFi direct, Tasmota, MQTT, Home Assistant

## **Strojne naprave v pametnih stavbah: Toplotne črpalke**

### **Mechanical devices in smart buildings: Heat pumps**

Mitja Muhič<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Višja strokovna šola, Šolski center Novo mesto*

*E-naslov: mitja.muhic@sc-nm.si*

#### **Povzetek**

Ogrevanje predstavlja enega največjih stroškov tako pri investicijah in predvsem skozi celoten življenjski cikel stavbe. Najpogostejši način ogrevanja pametnih stavb so toplotne črpalke. Toplotna črpalka je naprava, ki prenaša toplotno energijo iz okolice (zrak, zemlja ali voda) v notranjost stavbe. Toplotne črpalke prenašajo toplotno energijo v nasprotni smeri spontanega prenosa toplote tako, da toploto absorbirajo iz hladnega prostora in jo sprostijo v toplejšo. Toplotna črpalka uporablja zunanje mehansko delo za izvajanje prenosa toplotne energije iz vira toplote v stavbo. Najpogosteje zasnova toplotne črpalke vključuje štiri glavne sestavne dele - kondenzator, ekspanzijski ventil, uparjalnik in kompresor. Izkoristek COP toplotne črpalke je odvisen od temperaturnih pogojev in vlažnosti. Izkoristek COP se zmanjšuje z naraščanjem temperaturne razlike med zunanjo in notranjo temperaturo oziroma ob pojavu zamrzovanja.

**Ključne besede:** Pametne stavbe, strojne naprave, strojne inštalacije, toplotne črpalke zrak-voda, zemlja-voda, voda-voda, COP

## **Upravljanje z energijo v zgradbah**

### **Energy management in buildings**

Urban Primožič<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Metronik d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: urban.primozic@metronik.si*

#### **Povzetek**

Zgradbe predstavljajo velik delež porabnikov energije v EU. Večina obstoječih zgradb je starih in posledično tudi energetskega potratnih. Evropska komisija stremi k zmanjšanju porabe energije v zgradbah v naslednjih letih. Sodobni lastniki zgradb se zavedajo prednosti zmanjšanja porabe energije, vendar pa se pogosto ustavi pri izbiri ustreznih in optimalnih ukrepov. Z namenom spremljanja rabe energije in določanja ustreznih ukrepov za zmanjšanje porabe energije, je smiselno vpeljati proces energetskega managementa. Energetski management je proces upravljanja z energijo s ciljem, da zmanjšamo porabo energije v zgradbi in zajema faze: merjenje porabe energije, arhiviranje podatkov, vizualizacija in analiza rezultatov, priprava načrta ukrepov in prioritizacija, izvedba ukrepov in ponovno spremljanje porabe energije za določitev učinkovitosti izvedenih ukrepov. Za učinkovito izvajanje procesa je smiselno vpeljati sistem za energetski management, ki omogoča zajem meritev iz merilnikov preko različnih komunikacijskih protokolov, arhiviranje in izvajanje operacij nad podatki znotraj podatkovne baze ter vizualizacijo podatkov na uporabniku prijazen način. Uporabnik lahko na podlagi zbranih meritev spremlja, kaj se dogaja s porabo energije, določa kritične porabnike energije določa ukrepe za zmanjšanje porabe energije in postavlja cilje, s pomočjo katerih lahko oceni učinkovitost izvajanja celotnega procesa energetskega managementa. Napredni energetski informacijski sistemi poleg osnovnih funkcionalnosti omogočajo tudi naprednejše funkcije kot je npr. normalizacija porabljene energije glede na vremenske podatke, delitev stroškov porabe energije po porabnikih, samodejno generiranje poročil, alarmiranje v primeru previsoke porabe energije ipd. Predvsem v velikih zgradbah, kjer so stroški energije visoki, je energetski informacijski sistem nepogrešljivo orodje za pregled nad porabo energije in zmanjšanje le-te.

**Ključne besede:** upravljanje z energijo, energetski informacijski sistem, centralni nadzorni sistem, merjenje porabe energije

## **Prva pametna certificirana Active house hiša v Sloveniji**

### **First smart certified Active house in Slovenia**

Peter Verščaj<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*Go4Panda d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: peter@go4panda.comi*

#### **Povzetek**

Z uvajanjem tehnologij in znanja tudi v naše domove, nam omogoča uresničevati obvezo do prihajajočih generacij in to je ustvarjati stavbe, z minimalnim vplivom na okolje. Pametne rešitve Go4Panda predstavljajo pomemben del tega, saj celoten mozaik različnih rešitev na področju trajnostne gradnje in bivanja brez emisij, združujejo v enoten in intuitivno povezan sistem. Tako lahko z nizkimi stroški obratovanja in vzdrževanja dosegamo najvišjo stopnjo bivalnega ugodja. Te rešitve so vgrajene tudi v vzorčno hišo Lumar, prvo hišo s certifikatom aktivne hiše (Active House) v Sloveniji in kot take predstavljajo standard za naprej.

Koncept gradnje LUMAR hiš (ZERO EMISSION LIVING®) predstavlja trajnostni koncept gradnje, kar potrjuje tudi certifikat po certifikacijskih shemi Active House. Certifikacijski sistem Active House je organiziran na treh glavnih principih, princip ugodja, energije in okolja. Vizija, ki se izraža skozi vse tri principe je načrtovanje stavb, ki dajejo več, kot porabijo (“Buildings that give more than they take”).

Pametne inštalacije v Lumar aktivni hiši omogočajo enostavno upravljanje sistemov hišne tehnike, nadzora nad bivalnim ugodjem ter dodatne varnosti. Sistem je uporabniku prijazen z možnostjo prednastavitev posameznih scenarijev s pomočjo katerih hiša sama poskrbi za prijetno bivalno ugodje in posledično tudi manjšo porabo energije. S pametnimi rešitvami vplivamo na bivalno okolje (optimalna osvetljenost in temperatura, zagotavljanje svežega zraka in zagotavljanje akustičnega ugodja), na energetske učinkovitost (ogrevanje in hlajenje, topla voda in prezračevanje) ter z minimalnimi vplivi na okolje z uporabo ustreznih materialov in analiziranjem. Dodaten doprinos pametnih inštalacij se odraža tudi v večji varnosti objekta, senzorji za izliv vode, gibanja, odprtih vrat in požarni senzorji bodo opravljali nalogo “varuha” hiše tudi ko je hiša prazna.

**Ključne besede:** pametni dom, pametna hiša, Go4Panda, Lumar, Aktivna hiša, nizkoenergijska hiša



## Sodobne zgradbe in sistemi upravljanja

### Modern buildings and

Aleš Gračnar

<sup>1</sup>Weishaupt Slovenija

*E-naslov: ales.gracnar@weishaupt.si*

#### **Povzetek**

Visoka energijska učinkovitost stavb predstavlja precejšen izziv, ki se ga je potrebno lotiti celostno. Sodobni standardni gradnje zahtevajo vse več sistemov, ki morajo delovati kot celota. Zato je nujno nuditi celostne rešitve in sistemsko integracijo vseh vgrajenih sistemov ne glede na proizvajalca vgrajenih naprav.

Poraba energije v tipični poslovni stavbi predstavlja precej visok delež tekočih stroškov. Vedno višje cene energentov neposredno vplivajo na povečevanje tekočih stroškov. Vse več investitorjev in lastnikov objektov se tega dobro zaveda in so pripravljeni vložiti svoj čas in sredstva v načrtovanje upravljanja ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in ostalih sistemov, ki v sinergiji z energijsko varčno gradnjo dodatno pripomorejo k boljšemu nadzoru delovanja sistemov in znižanju energijskih stroškov.

Poleg tega sodobni sistemi upravljanja povečujejo udobnost in varnost bivanja. Moramo se zavedati, da večina svojega časa preživimo v zaprtih prostorih, zato je kvaliteta bivanja v teh izredno pomembna.

Programska oprema in krmilni sistemi upravljajo z napravami in ključnimi sistemi ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in razsvetljave glede na nastavljene parametre, urnike in ter prisotnost oseb v prostoru. Na ta način zagotavlja energijsko varčnost in zelo visoko stopnjo ugodja skozi vse leto. Programska oprema sledi dogajanju in lahko opozori upravjalce in vzdrževalce na morebitne težave, še preden se zgodijo.

Integracija različnih sistemov ogrevanja in stalno spremljanje okolja, distribucije energije in njene proizvodnje zagotavljanja kvaliteto in varnost bivanja ter nadzor porabe energije. Rešitve upravljanja so dovršene šele takrat, ko investitorju iz meseca v mesec pomagajo pri zniževanju obratovalnih stroškov zgradbe.

**Ključne besede:** upravljanje z energijo, ogrevanje, hlajenje, razsvetljava, prezračevanje

## **Pametne zgrade – KNX u primjeni**

### **Smart Buildings – KNX in use**

Davorin Tadić

<sup>1</sup>*Far Point d.o.o., Croatia*

*E-naslov: davorin.tadic@farpoint.hr*

#### **Povzetek**

Izlaganje će kroz nekoliko konkretno izvedenih projekata prikazati način i mjesto primjene KNX sustava u pametnim zgradama, ostvareni dodatni komfor uz uštedu energije. Cilj je predočiti da pametne kuće/zgrade nisu samo sustavi daljinskog nego automatskog upravljanja pojedinim »rutinskim« dnevnim operacijama te ukazati na pojedine tipične pogreške prilikom projektiranja i izvođenja instalacija. Kako optimalno odrediti opremu te pozicije uređaja kao što su termostati, senzori pokreta, magneti, aktuatori za rolete itd.

**Ključne besede:** energetska učinkovitost, integrirano upravljanje, optimizacija, pametne zgrade, knx

**Primer dobre prakse: Zgradba CNS inovativnega sistema za ogrevanje in hlajenje skoraj nič-energijske stavbe**

**An example of good practice: The BMS structure of innovative system for heating and cooling of nearly zero energy building**

Luka Rajšelj<sup>1</sup>, Simon Muhič<sup>2</sup>, Matej Dulc<sup>3</sup>

*<sup>1</sup>IKU d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: luka@iku.si*

*<sup>2</sup>Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo energije d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: simon.muhic@inoveks.si*

*<sup>3</sup>Dulc d.o.o., Slovenija*

*E-naslov: matej@dulc.si*

**Povzetek**

Predstavljamo zgradbo CNS inovativnega sistema za ogrevanje in hlajenje skoraj nič-energijske stavbe (SOLINTERRA). Prva, s sistemom SOLINTERRA opremljena stavba v Sloveniji in svetu je Medpodjetniški izobraževalni center v Novi Gorici. Sistem tekom poletja z energijo podtalnice zagotavlja hlajenje 5200m<sup>2</sup> velikega objekta, hkrati pa vso sončno energijo akumulira v zemeljski hranilnik toplote. Pozimi se akumulirana energija uporablja za ogrevanje objekta. Toplota oz. hlad se v objekt dovajata preko treh vej; temperaturna bariera, jedro in konvektorji. S tovrstnim načinom ogrevanja / hlajenja dosegamo izjemne izkoristke, saj je v povprečju potrebne manj kot 7kWh el. energije na m<sup>2</sup> površine letno. Delovanje sistema zagotavlja preko 300 vgrajenih senzorjev, katerih jedro predstavlja krmilnik CyBro. Krmilna oprema je dislocirano razporejena po objektu, tako da je potrebno ožičenje zmanjšano na minimum. Krmilje na podlagi podatkov s senzorjev vseskozi preračunava optimalne pogoje za vodenje aktuatorjev (obtočne črpalke, mešalni ventili, konvektorji prostorske regulacije,...). Praktično vsi aktuatorji omogočajo zvezno regulacijo, kar izkoristke delovanja približa 100%.

Za nadzor in upravljanje je zgrajena namenska SCADA aplikacija, ki deluje tako v lokalni mreži, kot preko interneta. Analitiko omogoča Web-scada aplikacija, ki skrbi za arhivske bloke. Alarmni blok samodejno zazna kakršnokoli anomalijo v delovanju in o njej obvesti skrbnike sistema.

**Ključne besede:** učinkovita raba energije, izkoristek, krmilnik CyBro, pametne zgradbe, CNS