

Implementacija sustava pametne kuće na primjeru stambene zgrade s više stanova

Implementation of a smart house system on a multi-storey residential building

¹ Boris Šupljika, ² Jurica Trstenjak
¹ Međimursko veleučilište u Čakovcu, Bana Josipa Jelačića 22a, Čakovec
² student Međimurskog veleučilišta u Čakovcu
e-mail: ¹ supljika.boris@gmail.com, ² jtrstenjak@mev.hr

Sažetak: *U radu je prikazan razvoj ideje o povezivanju dviju zasebnih strukovnih grana (arhitekture i računarstva), prijedlog izvedbe projekta korištenjem čeličnog konstrukcijskog elementa (kocke) te oprema bazirana na bežičnoj tehnologiji (Z-WAVE), univerzalne frekvencije za međusobnu komunikaciju/upravljanje pametnim objektom za pojedinu regiju u kojoj se sam objekt nalazi. Kompletiranjem tih triju segmenata dobiven je rezultat „KOCKA“, koji je ujedno „smart“ naravi.*

Razvoj ideje je futuristički i baziran je na jednostavnom izboru određenih građevinskih blokova koji se kombiniraju po željama i potrebama korisnika s već pripremljenim kanalicama za instalacije. Oprema koja se adaptira u završnu konstrukciju je marke Fibaro, te vrši komunikaciju prije spomenutim bežičnim putem (Z-WAVE protokol). Kao primjer su kreirana dva modela projekta „KOCKA“ (model X i model Y), raznovrsni s količinom opreme koju koriste, te naravno cijenom i mogućnostima upotrebe u praksi.

Tehnologija bežičnog povezivanja zasnovana je na radijskoj frekvenciji pod nazivom Z-WAVE. To predstavlja standard koji postoji i koji je opisan u radu, kao i njegova eventualna primjena u futurističkom konceptu gradnje pomoću kocaka. Za demonstraciju jednog segmenta nekog objekta u koji je adaptirana Fibaro oprema, te njegovog upravljanja, spojen je dio opreme te je prikazano upravljanje kroz praktični rad.

Ključne riječi: *smarthouse, Z-WAVE, kocka, arhitektura, Fibaro oprema*

Abstract: *The paper "Implementation of smart home on the example of residential buildings with more flats" develops the idea of connecting two separate professional fields (architecture and computer science), a project using steel construction elements (cubes) and the equipment based on wireless technology (Z -wave) of universal frequency for communication/control of a smart object in the region where the object is located. The combination of these three segments resulted in a "CUBE", which is also "smart". Development of the ideas is futuristic and based on a simple selection of certain building blocks that are combined according to the wishes and needs of users with already prepared installation channels. The equipment being remodelled in the final construction is Fibaro brand and communicates wirelessly with the aforementioned (Z-Wave protocol). As an example, two "CUBE" models (Model X and Model Y) are created, varied in the amount of equipment they use, the price and possibilities of use in practice. The wireless technology based on the radio frequency called Z-Wave is a standard that exists and is described in the paper, as well as its possible applications and future concept of construction using cubes. To demonstrate one segment of an object with Fibaro equipment and its operation, a part of the equipment is connected to show how it functions in practice.*

Key words: *smarthouse, Z-WAVE, cube, architecture, Fibaro equipment*

1. Uvod

Kroz povijest svjedočimo napretku i razvoju različitih područja struke, pa tako i na području računarstva. Životni ritam je sve dinamičniji i sve više se koriste razni oblici tehnoloških unapređenja za olakšavanje obavljanja svakodnevnih obaveza. Tehnologija kao takva postala je neizostavan dio nas samih.

Kroz ovaj rad prezentirana je futuristička ideja o praktičnom putu do pametnog stana. Ideja je da se stan odabire na način da se odabere broj kvadrata stana iz ponuđenih tlocrta (kocke) i paket mrežne opreme za automatizaciju sustava koja koristi bežičnu tehnologiju *Z-Wave*, a isto tako ju je lako adaptirati u bilo koji postojeći objekt i samim time ga pretvoriti u „pametni objekt“.

Na samom kraju rada je opisan postupak postavljanja *Z-Wave* mreže na jednom segmentu objekta u svrhu demonstracije (s Fibaro opremom) rada same *Z-Wave* mreže.

Prilikom izrade ovog rada značajan doprinos dala je tvrtka Pimami d.o.o. (poduzeće za proizvodnju, trgovinu, vanjskotrgovinski promet), generalni zastupnici i uvoznici za

Republiku Hrvatsku za Fibaro i Vimar opremu te im se ovim putem zahvaljujemo na posudbi opreme koja je korištena tijekom provedbe ovog projekta.

2. Što je *smarthouse*

U moderno doba izgradnje stambenih objekata u većini zemalja domovi su standardno opremljeni električnom mrežom, rasvjetom, alarmnim sustavom i eventualno zvonom na vratima. Počeci primjene automatizacije se odnose na korištenje računala i informacijske tehnologije za kontrolu kućanskih aparata i ostalih „umreženih“ sustava (kao što su prozori i rasvjeta). Kako se povećava broj uređaja koji se mogu kontrolirati, tako je implementacija sustava pametne kuće u objekt sve poželjnija i pristupačnija na tržištu. Na primjer, ako nitko ne bi trebao biti kod kuće i alarmni sustav je postavljen, sustav automatizacije može upozoriti vlasnika ili hitnu službu ukoliko detektira uljeza.

Sustavi mogu varirati od jednostavnog daljinskog upravljanja rasvjetom do složenih računala s različitim stupnjem inteligencije i automatizacije. Elementi sustava automatizacije; senzori (temperaturni, senzor pokreta, senzor poplave...); kontroleri, odnosno kontrolne jedinice; pogoni (poput motornih ventila, prekidači za svjetlo i motori za otvaranje prozora); tehnika spajanja sustava (žično ili bežično); te sučelja (između korisnika i automatiziranog sustava i/ili između adaptiranih elemenata).

„*Smarthouse*“ je bilo koja vrsta objekta (stan, kuća, zgrada, vikendica, apartman, hotelska soba, garaža...) u koji je ugrađen neki od sustava za automatizaciju s ciljem nadzora, upravljanja i/ili kontrole električno umreženih uređaja samog objekta (Dunkels, Vasseur).

3. Bežična tehnologija upravljanja sustavom

Z-Wave je otvoreni bežični standard. Radio (fizički) i MAC¹ (mrežni) sloj protokola je standardiziran i dostupan pod nazivom G.9959. *Z-Wave* protokol/tehnologija je bazirana na bežičnoj komunikaciji radiofrekvencijskog signala namijenjena za kontrolu, nadzor te provjeru stanja preko aplikacija, okoline u kojoj se koristi. *Z-Wave* koristi različite frekvencijske pojaseve u pojedinim dijelovima svijeta.

Svi *Z-Wave* uređaji moraju biti certificirani, pa samim time osiguravaju međusobnu nesmetanu komunikaciju pojedinih *Z-Wave* komponenti, dok istodobno čine jednu jedinstvenu kućnu mrežu. Ova tehnologija koristi frekvencijski pojas od 868.42 MHz koji

¹ MAC – *Media Access Control* (jedinstvena adresa mrežne komponente)

pripada SRD-u (*Short Range Device* – „uređaji kratkog dometa“), a licencirana je za aplikacije koje se koriste za upravljanje pametnih kuća/objekata u Europi, Africi i dijelovima Azije (<http://www.vesternet.com/resources/technology-indepth/understanding-z-wave-networks>).

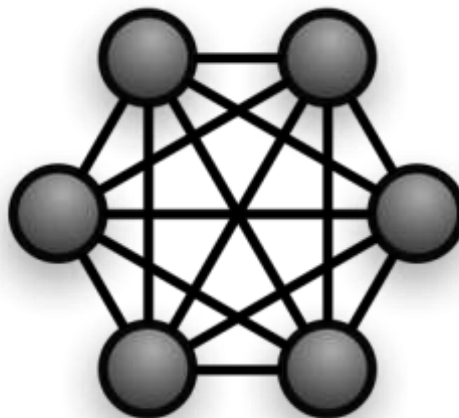
Svaka *Z-Wave* mreža je identificirana s vlastitim identitetom, a svaki uređaj u mreži je identificiran s identitetom pojedinog čvora u mreži.

Mrežni ID (*Home ID*) je identifikacija svih pripadajućih čvorova jedne logičke *Z-Wave* mreže. Duljine je 4 bajta odnosno 32 bita, a dodijeljen je svakom pojedinom uređaju od strane primarnog kontrolera. Čvorovi s različitim mrežnim ID-om međusobno nemaju mogućnost komunikacije. Node ID je adresa čvora u mreži; duljine je 1B, odnosno 8 bita. U mreži ne postoje dva čvora s istom/identičnom adresom.

Z-Wave koristi *mesh*² topologiju mreže i ima jedan primarni kontroler koji je zadužen za putanju paketa i sigurnost mreže. Poruka od čvora A do čvora C je uspješno dostavljena, iako čvorovi međusobno nisu u dometu, koristeći pri tome čvor B (čvor koji je između).

Ako preferirana ruta od A do C nije dostupna, slanje paketa/poruke se šalje dok se ne pronađe odgovarajuća ruta do cilja, odnosno u ovom primjeru čvora C. Samim time *Z-Wave* mreža ima veći domet nego pojedina komponenta mreže s radijskim dometom, samo što može doći do zanemarivog kašnjenja pojedinog paketa do cilja i dobivanja željenog rezultata zbog brojnih preskoka (engl. *hopova*).

Slika 1. MESH topologija.



Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking.

Z-Wave tehnologija olakšava nadzor, upravljanje te postavljanje sigurnosnih postavki pametnog objekta, odnosno sustava u pametnom objektu. Lako je dostupna na tržištu, a

² *Mesh* – Unakrsna topologija mrežne arhitekture.

prilikom instalacije nisu potrebne nikakve dodatne prepravke objekta (sve je bežičnim putem).

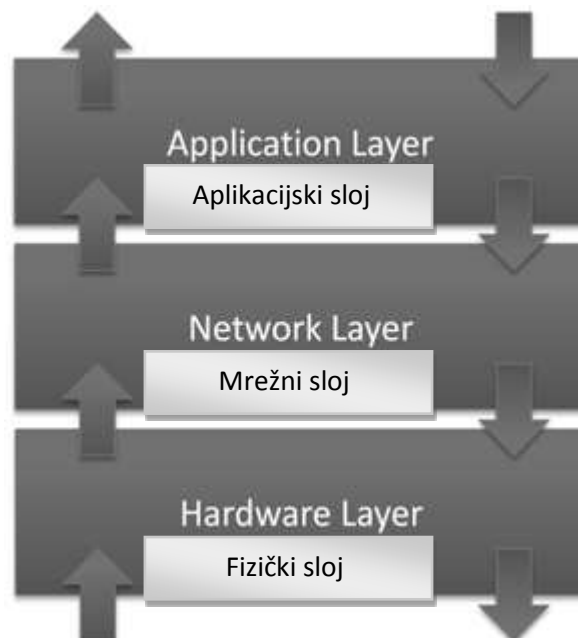
Mogućnosti uporabe *Z-Wave* tehnologije su daleko veće od spomenutih, kao i sama lista ponuđenih proizvoda/uređaja koji se mogu adaptirati u jednu *Z-Wave* mrežu vlastitog doma (kontrola prozora, kontrola grijanja, alarm, protupožarni alarm, zaključavanje objekta...).

3.1. Arhitektura *Z-Wave* tehnologije

Z-Wave tehnologija sastoji se od 3 sloja:

- Fizički sloj (engl. *Hardware*) – radiofrekvencijski; određuje način razmjene signala između mrežnog dijela i radiofrekvencijskih komponenti (kodiranje, frekvencija, fizički pristup...)
- Mrežni sloj (engl. *network*) – određuje način razmjene podataka između dvije komponente ili čvora (adresiranje, mrežna organizacija...)
- Aplikacijski sloj (engl. *application*) – određuje koji zahtjev je usmjeren kojoj komponenti u sustavu s ciljem dobivanja željenog rezultata (npr. paljenje grijanja).

Slika 2. Arhitektura *Z-Wave*.



Izvor: autorska slika.

3.2. Kreiranje rute u Z-Wave mreži

Svaki čvor u mreži ima sposobnost utvrđivanja koji je od preostalih čvorova u njegovom bežičnom dometu. Takve čvorove nazivamo susjedima. Tijekom komunikacije čvor može „informirati“ kontroler o vlastitoj listi susjednih čvorova. Koristeći te informacije, kontroler kreira tablicu svih mogućih komunikacijskih ruta u mreži. Korisnik može pristupiti toj kreiranoj tablici od strane kontrolera te na taj način, preko programskih rješenja, optimizirati postavke mreže.

Kontroler primarno uvijek direktno odašilje poruku do odredišta, a ukoliko to nije trenutno moguće koristi prethodno kreiranu tablicu. Može odabrati više od tri alternativne rute putem kojih šalje poruku do odredišta. Ako sve tri rute ne daju željeni rezultat, signalizirat će grešku (kontroler ne posjeduje informaciju dobivenu od odredišta da poruka nije/je stigla).

3.3. Radio specifikacije mreže

Radio specifikacije mreže su sljedeće:

PROPUSNOST: 40 kb/s³

DOMET: 30 m (uz pretpostavku bez prepreka, „otvoreni“ (engl. *open air*) uvjeti, sa smanjenim dometom ovisnim o građevinskim materijalima objekta)

FREKVENCIJSKI POJAS:

- 868.42 MHz - Europa
- 908.42 MHz - SAD
- 916 MHz - Izrael
- 919.82 MHz - Hong Kong
- 921.42 MHz - Australija/Novi Zeland

Z-Wave komponente mogu raditi u *power-save*⁴ načinu i biti aktivne samo 0,1% vremena, čime se značajno smanjuje potrošnja energije

(<http://www.zwaveeurope.com/Support.6.0.html>, http://www.z-wave.com/what_is_z-wave).

4. Prijedlog izvedbe projekta „pametna kocka“

Sam prijedlog zasnovan je na ideji pametne kuće, odnosno automatizacije sustava te lakšeg upravljanja pojedinih elemenata kuće, stana ili nekog drugog objekta. Kroz samu se ideju

³ Kbit/s – brzina odašiljanja signala

⁴ *Power-save* – ekološki/štedljiv način rada

proteže futuristički pogled s dozom realnosti za eventualni proces prilikom rješavanja stambenog pitanja, a da bude „pametno“.

Tlocrti i grafika prikazuju čeličnu konstrukciju u koju se ukomponiraju kocke (engl. *Cube*) veličine 9 četvornih metara s već postavljenim elementima, ovisno da li se radi o dnevnom boravku, spavaćoj sobi, kupaoni, kuhinji itd...

Instalacije u podnožju kocke su zamišljene na 3 načina:

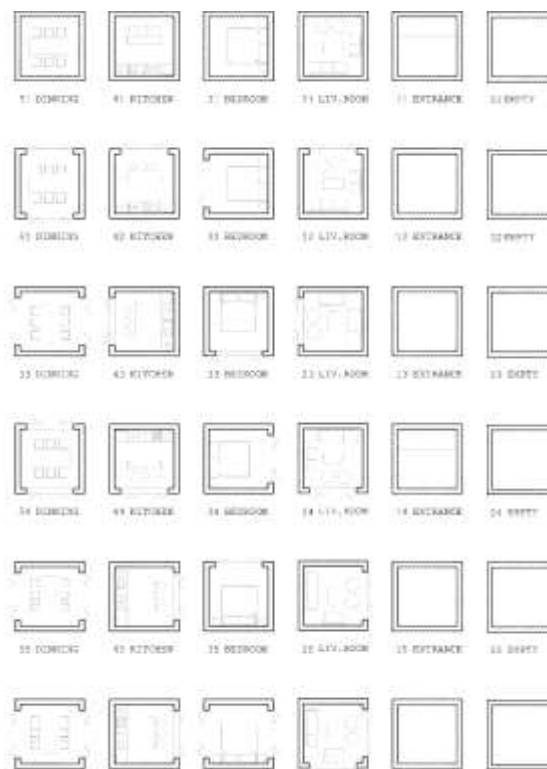
1. „I“ smjer (sjever-jug)
2. „I“ smjer (istok-zapad)
3. „L“ smjer

Nakon što se odabere količina, vrsta i sam razmještaj kocki kroz konstrukciju, stan je kreiran. Sljedeća faza je odabir modela po cjenovnom rangi i željenim mogućnostima upravljanja stanom sa sustavom automatizacije koji koristi *Z-Wave* tehnologiju.

4.1. Tlocrti, grafika

U prvoj fazi se odabire broj i vrsta kocke s dolje navedenih tlocrta, te njihovo smještanje u čeličnu konstrukciju.

Slika 3. Tlocrt 1.



Izvor: autorska slika.

4.2. Oprema za automatizaciju sustava

Na tržištu postoje brojni proizvođači opreme bazirane na *Z-Wave* tehnologiji, međutim za projekt „PAMETNA KOCKA“ odabran je proizvođač „Fibaro“⁵ zbog lakoće postavljanja opreme u bilo koji objekt, njegove kompatibilnosti s ostalim elementima drugih proizvođača te platformama operativnih sustava pametnih telefona za korištenje besplatne aplikacije kojom se preko upravljačke jedinice lako pristupa svim uređajima u objektu koji su međusobno umreženi bežičnom tehnologijom (<http://pimami.hr/pametne-kuce-fibaro/sistem/z-wave>, <http://www.pametna-kuca.com/home-center.html>).

Prijedlog opreme:

1) Kontrolna jedinica – *Home Center 2*

Kontrolna jedinica je mozak cijelog automatiziranog sustava i pristupni uređaj svim ostalim elementima ugrađenim u objekt. Pristupa joj se preko aplikacije instalirane na pametnom telefonu ili programa na računalu. Procesor od 1.6 GHz, disk od 4 GB za oporavak (sprema kopiju podešenih parametara te osigurava neovlašteni pristup u sam sustav), 1 GB radne memorije i tvrdi disk od 2 GB čine ovu kontrolnu jedinicu brzom i sigurnom za komunikaciju u mreži automatiziranog sustava.

2) Senzor dima

3) Senzor pokreta

Senzor pokreta, osim što detektira pokret mjeri trenutnu temperaturu prostora, intenzitet svjetlosti i vibracije zahvaljujući ugrađenom akcelerometru.

4) Senzor poplave

Detektira nagibe i pokrete preko 15 stupnjeva, ima ugrađen alarmnu sirenu, temperaturni senzor koji se može koristiti za upravljanje sustavom grijanja, baterijsko napajanje (jedna baterija napaja senzor 2.5 godina), teleskopske sonde (dovoljno fleksibilne da se može postaviti i na neravne podloge).

5) Senzor za vrata i prozore

Magnetni senzor za vrata i prozore u kombinaciji s kontrolnom jedinicom može se upotrijebiti za pokretanje bilo koje funkcije ugrađenog sustava. Ukoliko je ulaz na magnetnom senzoru povezan s klasičnim prekidačem, on može upravljati s drugim Fibaro komponentama.

6) Pametna zidna utičnica

⁵ Fibaro – proizvođač mrežne opreme bazirane na *Z-Wave* tehnologiji

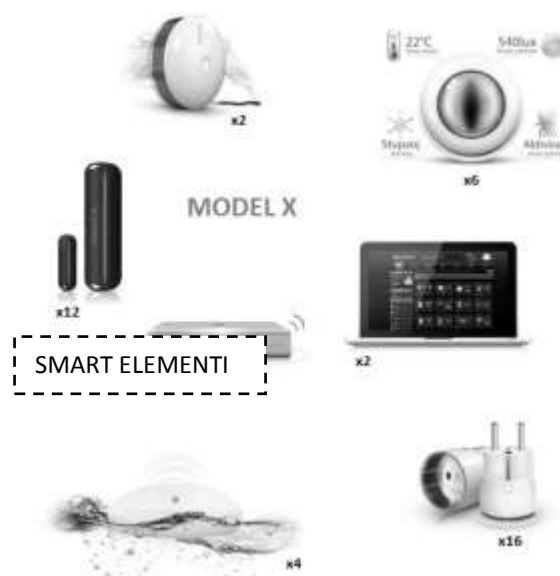
Pametna zidna utičnica ne zahtjeva alate za ugradnju. Stavi se u postojeću utičnicu i priključi se bilo koji električni uređaj. Postoji mogućnost dojava uređaja koji ne radi ispravno. Odmah nakon što utičnica detektira kvar dobiva se obavijest putem SMS-a ili e-maila. Poruka je također vidljiva i u Home center 2 sučelju. Omogućena je kontrola potrošnje električne energije te obavijest promjenom boje na „prstenu“.

Mogućnost primjene i opseg odabira opreme bazirane na *Z-Wave* tehnologiji je ogroman. Sve predložene komponente su marke „Fibaro“ i lako su dostupne na našem tržištu.

5. Razvoj ideje

Ideja je razvijena na činjenici da smo okruženi pametnim automatiziranim sustavima ili samo segmentima u svakodnevnicu (pametnim telefonima, računalima, bankovnim karticama, sustavima ugrađenim u automobile...). Tako je iz arhitekturnog konceptnog projekta „CUBE +“ proizašla ideja o međusobnom povezivanju dviju različitih, ali srodnih strukovnih grana (arhitekture i računarstva) pod nazivom „PAMETNA KOCKA“. Radi se o pametnom načinu do pametnog stana. Prilikom kupnje stana se odabire redni broj i količina pojedinog tlocrta kocke (9 četvornih metara) te se kreira stan u željenom smjeru unutar prije spomenute čelične konstrukcije (mogućnost etažiranja). Da bi stan „postao pametan“ predložena je oprema koja koristi *Z-Wave* bežičnu tehnologiju, proizvođača „Fibaro“, pa je stoga sljedeći korak odabir mrežne opreme prikladne kreiranom stanu po raznovrsnim modelima i mogućnostima izmjene, ovisno o potrebi i želji budućeg vlasnika pametnog stana.

Slika 4. Fibaro oprema.



Izvor: autorska slika.

6. Zaključak

U radu su opisani različiti načini i tehnička rješenja o samom postavljanju mreže u objekte, a da se on „pretvori“ u pametan. To nije nužno Fibaro oprema koja je korištena, bazirana na *Z-Wave* protokolu, ali definitivno je ovaj opisani sustav adaptacije u sam objekt jedan od najpraktičnijih i najjednostavnijih za upotrebu kod krajnjeg korisnika.

Na početku postavljanja *Z-Wave* mreže dolazi do prepreka u kreiranju naredbi na koji način će komponente komunicirati i reagirati, pa je samo postavljanje *Z-Wave* mreže bolje prepustiti stručnjacima.

S financijskog aspekta, koristeći Fibaro opremu, adaptacija *Z-Wave* mreže u objekt s obzirom na korisnost, odnosno na omjer uloženo/dobiveno je definitivno u rasponu dostupnoga. Drugim riječima, mreža je relativno financijski pristupačna, naravno, ako krajnji korisnik ima potrebu i mogućnosti iskoristiti potencijal jedne takve mreže za upravljanje pametnim objektom.

Literatura

1. Dunkels, A.; Vasseur, J.P. Interconnecting Smart Objects with IP (pdf) (10.08.2014.).
2. Fibaro oprema. <http://pimami.hr/pametne-kuce-fibaro/sistem/z-wave/> (10.08.2014).
3. Frekvencijski pojas *Z-WAVE*. <http://www.zwaveeurope.com/Support.6.0.html>. (06.08.2014).
4. Paetz, Christian (2013). *Z-Wave Basics: Remote Control in Smart Homes*.
5. Pametna kuća. <http://www.pametna-kuca.com/home-center.html#>.(10.08.2014).
6. Petterson, D. A. ; Hennessy, J.L. (2008). *Computer Organization & Design*. Morgan Kaufmann.
7. Ribarić, S. (2011). *Građa računala: arhitektura i organizacija računarskih sustava*. Zagreb, Algebra.
8. *Z Wave*. http://www.z-wave.com/what_is_z-wave (06.08.2014.).
9. *Z-WAVE* mreža. <http://www.vesternet.com/resources/technology-indepth/understanding-z-wave-networks>. (10.08.2014).