

## POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADA KROZ RAZVOJ INTELIGENTNOG MERNO- KONTROLNOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJE POTROŠNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE<sup>1</sup>

Djordje Djordjević<sup>2</sup>  
Ljubiša Stajić<sup>3</sup>  
Biljana Avramović<sup>4</sup>  
Miljana Vešović<sup>5</sup>

UDK: 502.171:620.9

DOI:10.14415/konferencijaGFS2017.053

**Rezime:** Gradjevinski klaster DUNDJER iz Niša, u partnerstvu sa IRC Alfatec Niš radi na razvoju merno-kontrolnog sistema za upravljanje potrošnjom elektricne energije u zgradama. Tržište električne energije u Republici Srbiji podrazumeva dva glavna aktera: elektrodistributivna preduzeća s jedne i potrošače sa druge strane. U obostranom interesu je da utrošena električna energije bude pravilno registrovana. Brojila električne energije imaju klasu tačnosti 0,5 ili lošiju. Česti su slučajevi kada, zbog njihove neispravnosti, dolazi do pogrešnog registrovanja utrošene električne energije na štetu korisnika ili elektrodistributivnog preduzeća. Česti su takođe i prekidi u napajanju kao i veće nestabilnosti mrežnog napona što prouzrokuje kvarove na uređajima i aparatima korisnika. Na osnovu navedenog javlja se potreba za izradom sistema koji će imati klasu tačnosti 0,5s i koji, pored mernog dela koji podrazumeva softverski i hardveski deo, sadrži i kontrolnu jedinicu kojom je moguće upravljanje radom opreme (u industriji) ili električnim uređajima (u domaćinstvima). S obzirom na različitu radnu snagu opreme i uređaja, potrebno je razviti liniju proizvoda što podrazumeva različite merne opsege (strujne merne transformatore prenosnog odnosa 75/5A, 40/5A i 5/5A) uređaja kao i specijalizovani softverski paket za prikupljanje, analizu, grafički prikaz i izradu izveštaja. Softver će biti optimizovan za računar kao i za ANDROID i IOS platformu – prikaz i upravljanje preko tableta i mobilnih telefona. U ovom radu su prikazani glavni rezultati rada na projektu.

**Ključne reči:** Energetska efikasnost, potrošnja električne energije, merni sistemi, kontrolni sistemi, pasivna kuća.

<sup>1</sup> Istraživanje je odobreno i sufinansirano od strane Razvojne agencije R. Srbije

<sup>2</sup> Djordje Djordjević, University of Niš, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, A. Medvedeva 14, Construction Cluster Dundjer, Niš, Rajičeva 30a, tel: ++381 64 156 36 76, e – mail: djoka@ni.ac.rs

<sup>3</sup> Ljubiša Stajić, IRC Alfatec, Niš, Bulevar Nikole Tesle 63/5, tel. ++381 69 603902, e – mail: ljubisa.stajic@alfatec.rs

<sup>4</sup> Biljana Avramović, Construction Cluster Dundjer, Niš, Rajičeva 30a, tel. ++381 18 209075, e-mail: KlasterDundjer@yahoo.com

<sup>5</sup> Miljana Vešović, IRC Alfatec, Niš, Bulevar Nikole Tesle 63/5, tel. ++381 65 6555262. e-mail: miljana.vesovic@alfatec.rs

### 1. ОПИС ПРОЈЕКТА

Potrošnja finalne energije u Republici Srbiji teži scenariju sa primenom mera energetske efikasnosti. Dakle, bez obzira što će privredni razvoj zemlje, uz predviđenu reindustrijalizaciju neminovno dovesti do povećanih potreba za energijom neophodno je, intenzivnom primenom mera i postupaka za povećanje energetske efikasnosti, obezbediti da pokazatelji energetskog intenziteta teže prosečnim vrednostima u zemljama Evropske unije.

Energetska rekonstrukcija u sektoru zgradarstva jedna je od prioriternih aktivnosti koja definiše i uređuje aktuelni Zakon o efikasnom korišćenju energije.

Postojeći pokazatelji potrošnje energije u odnosu na BDP imaju vrednosti uporedive sa zemljama u regionu, ali značajno iznad prosečnih vrednosti za zemlje EU.

Domaćinstva u Srbiji troše preko 2,5 puta više energije po kvadratnom metru stambenog prostora od severnih zemalja EU.

U oblasti građevinarstva evidentna je rešenost da se poveća energetska efikasnost postojećih a posebno novoizgrađenih objekata. Veliku mogućnost smanjenja utroška električne energije predstavlja praćenje potrošnje električnih parametara i upravljanje radom električnih potrošača. Uspostavljanje mehanizama koji će obezbediti trajno smanjenje potrošnje energije u novim zgradama (novim načinima projektovanja i korišćenjem novih sistema za kontrolu i upravljanje potrošnjom električne energije) i pravilno rekonstruisanje postojećih zgrada, osnovni je cilj ovog projekta.

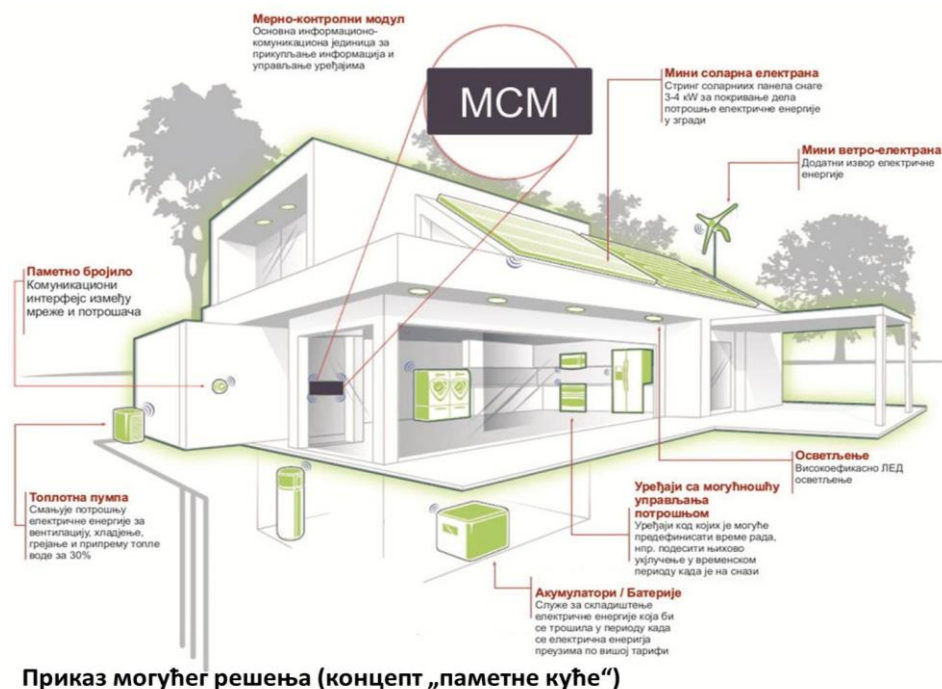
Tržište električne energije u Republici Srbiji podrazumeva dva glavna aktera: elektrodistributivna preduzeća s jedne i potrošače sa druge strane. U obostranom interesu je da utrošena električna energije bude pravilno registrovana. Brojila električne energije imaju klasu tačnosti 0,5 ili lošiju. Česti su slučajevi kada, zbog njihove neispravnosti, dolazi do pogrešnog registrovanja utrošene električne energije na štetu korisnika ili elektrodistributivnog preduzeća. Česti su takođe i prekidi u napajanju kao i veće nestabilnosti mrežnog napona što prouzrokuje kvarove na uređajima i aparatima korisnika. Na osnovu navedenog javila se potreba za izradom sistema koji će imati klasu tačnosti 0,5s i koji, pored mernog dela koji podrazumeva softverski i hardveski deo, sadrži i kontrolnu jedinicu kojom je moguće upravljanje radom opreme (u industriji) ili električnim uređajima (u domaćinstvima). S obzirom na različitu radnu snagu opreme i uređaja, razvijena je linija proizvoda što podrazumeva različite merne opsege (strujne merne transformatore prenosnog odnosa 75/5A, 40/5A i 5/5A) uređaja kao i specijalizovani softverski paket za prikupljanje, analizu, grafički prikaz i izradu izveštaja. Softver je optimizovan za računar kao i za ANDROID i IOS platformu – prikaz i upravljanje preko tableta i mobilnih telefona.

Pomenuti nov proizvod omogućuje pripremu dela elektroenergetskog sistema za zadovoljenje zahteva Zakona o kvalitetu električne energije, čije je usvajanje najavljeno u najskorije vreme.

### 2. KRAJNI KORISNICI PROJEKTA

Postoje jasne potrebe krajnjih korisnika za ovakvim sistemom. Primarni korisnici biće projektantske i građevinske organizacije - MSP čije će glavne koristi biti:

- Projektantske kuće će vršiti implementaciju ovog sistema kroz projektovanje novih i rekonstrukciju postojećih zgrada,
- Projektanti će ići na obuku za upravljanje ovim sistemom i kao edukovani članovi klastera biće u mogućnosti da obavljaju aktivnosti pružanja konsalting usluga iz oblasti korišćenja sistema i time promovisati rezultate projekta,
- Instalateri opreme će ići na obuku za instaliranje i puštanje u rad sistema.



Slika 1. Jedno od mogućih rešenja korišćenja MCM Sistema

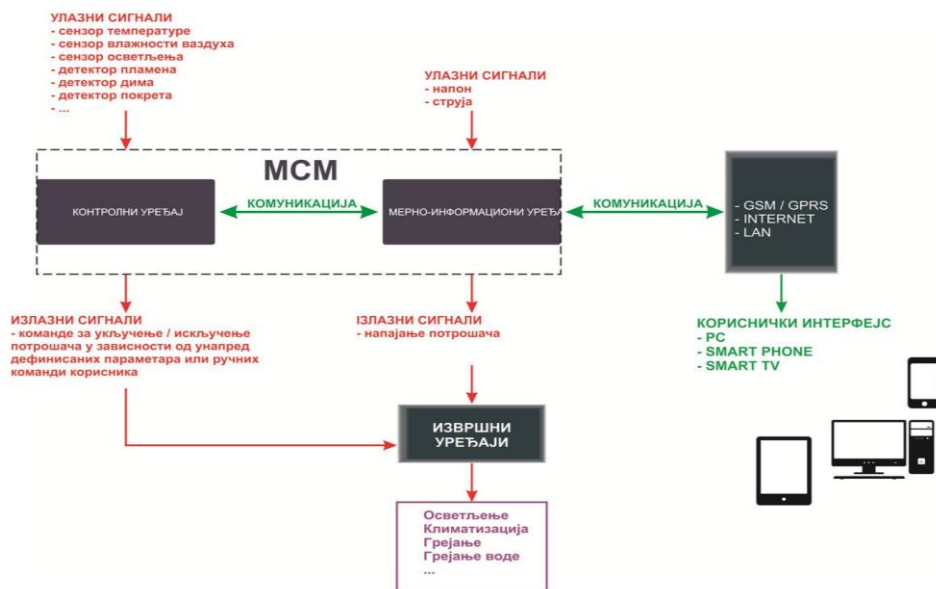
Investitori će, ugradnjom ovakvog sistema, povećati vrednost zgrada i povećati njihovu krajnju cenu, a time i svoju dobit.

Vlasnici objekata imaju potrebu da povećaju pouzdanost, registruju broj i trajanje prekida i smanje račune za utrošenu električnu energiju.

Elektrodistributivna preduzeća imaju potrebu da povećaju pouzdanost u napajanju potrošača i da upravljaju ukupnim opterećenjem (što pokazuju kroz programske zadatke budućih i veliki broj već realizovanih studija sa pomenutom tematikom).

Trenutno na tržištu Republike Srbije ne postoje sistemi kojima se mogu izvršavati pomenuti zahtevi. Naime, u primeni su panelni mrežni analizatori inostranih proizvođača čija je cena visoka, imaju nižu klasu tačnosti te stoga manje precizno mere i ne postoji mogućnost upravljanja.

Projektovanje i izrada inteligentnog merno-kontrolnog sistema za upravljanje potrošnjom električne energije rešava navedene zahteve i probleme na tržištu, uz konkurentnu cenu sistema.



Slika 2. Blok šema Sistema u korisničkom okruženju

### 3. АКТИВНОСТИ НА ПРОЈЕКТУ

U okviru realizacije realizuju se sledeće aktivnosti:

1. Analiza postojećeg stanja i relevantnih standarda
2. Projektovanje idejnog rešenja za izradu prototipa MCM modula
3. Specifikacija, izbor i nabavka komponenti i opreme za izradu prototipova i probnih modela MCM modula
4. Izrada Prototipova i probnih serija MCM modula
5. Definisanje algoritma i izrada softverskog paketa za prikupljanje, analizu, grafički prikaz i upravljanje
6. Testiranje i ispitivanje funkcionalnosti sistema u laboratorijskim uslovima
7. Merenje i usaglašavanje klase tačnosti i kompatibilnosti sa standardima LVD i EMC u cilju dobijanja C E znaka
8. Testiranje sistema u eksploatacionim uslovima (stambeni i industrijski objekti)
9. Obuka za instalaciju i korišćenje sistema
10. Održavanje završne konferencije i izrada finalnog izveštaja

#### 4. UTICAJ PROJEKTA NA OTVARANJE NOVIH RADNIH MESTA

Projekat ima direktni uticaj na kreiranje novih radnih mesta a to su:

- projektanti i instalateri merno-kontrolnog sistema, koji će proći adekvatnu obuku za te poslove. Projektom je predviđeno da ukupno 16 polaznika prođe ove obuke, 6 projektanata i 10 instalatera.
- Postoji mogućnost serijske proizvodnje merno kontrolnog sistema u postojećim ili novoformiranim privrednim društvima, kao i proizvodnje rezervnih delova za usluge održavanja u garantnom i vangarantnom roku što, indirektno stvara mogućnost zapošljavanja većeg broja kvalifikovanih izvršioaca.

Svakako, u cilju što boljeg marketing nastupa i proširivanja tržišta na ostale regione kao i inostranstvo, poželjno je formiranje mreže partnerskih organizacija.

#### 5. INOVATIVNOST PROJEKTA

Projekat je direktno usmeren na inovacije. Naime, predmet projekta je razvoj minijaturnog elektronskog modula - merno-informacione komandne jedinice za ugradnju u niskonaponske elektroinstalacije sa potrebnim interfejsima ka kompjuterskoj mreži, kao i odgovarajuće softverske podrške namenjene za praćenje parametara potrošnje električne energije. Ovim sistemom, vršiće se i kontrola električnih aparata na bazi zadatih parametara potrošnje. Prvenstveno je namenjen domaćinstvima, stambenim i poslovnim objektima, manjim industrijskim pogonima i ostalim korisnicima kod kojih je potrošnja električne energije relativno mala i kod kojih ugradnja složenih sistema za upravljanje u realnom vremenu ne bi bila ekonomski opravdana. U tom smislu, cena ovog proizvoda redukovana je kroz integraciju mernog i informacionog dela u jednom mikrokontrolerskom rešenju. Podaci koji se prikupljaju u mernom delu se memorišu na mikro SD karticu, a njihovo preuzimanje se može vršiti zamenom kartice ili preko Ethernet porta. Uređaj mora da bude opremljen i optoizolovanim RS 232 i RS 485 komunikacionim kanalima preko kojih se može povezivati sa drugim inteligentnim elektronskim uređajima u cilju prikupljanja dodatnih informacija iz okruženja, odnosno sa GSM/GPRS modemima u cilju povezivanja sa udaljenim centrima u situacijama kada to nije izvodljivo preko Ethernet porta, ili kada se želi rezervni komunikacioni kanal. U pitanju je novo projektno rešenje kao rezultat višegodišnjeg razvoja proizvoda i usluga u skladu sa zahtevima korisnika a korišćenjem pozitivnih iskustava i primene dobre prakse u razvijenom delu sveta.

#### 6. ODRŽIVOST PROJEKTA

Pronalaženjem novih ciljnih grupa i mobilizacijom lokalne zajednice moguć je nastavak projekta i njegovo multipliciranje kao i proširenje na druga polja rada i saradnje. Interes privrednih društava iz energetskog i građevinskog sektora je, da na bazi rezultata ovog projekta, formiraju inovativne proizvode u oblasti opreme za energetski efikasne zgrade, uposle mlade istraživače, zaposle dodatne kadrove u proces razvoja proizvoda i praćenja

parametara u eksploataciji i time povećaju sopstvenu konkurentnost na tržištu i doprinesu daljoj održivosti i diseminaciji rezultata projekta. Održivost projekta ogleda se i u mogućnosti nadogradnje pomenutog sistema. Naime, osnovna ideja koja sve više prelazi u realnost je kućna automatizacija. Pod pojmom „kućna automatizacija“ podrazumevaju se i elektroinstalacije malih i srednjih preduzeća, koja nisu energetske intenzivna i koja ugradnjom minijaturnog modula u niskonaponsku instalaciju mogu da smanje potrošnju električne energije kontrolom ograničenog broja uređaja. Preko centrale povezane sa internetom može da se programira temperatura, koja će u kuhinji u vreme doručka biti podešena na jednu vrednost, dok će se kupatilo u vreme jutarnjeg tuširanja automatski zagrejati na zadatu temperaturu. Isto tako dnevna soba bi mogla da se zagreje na radnu temperaturu tek nakon završetka radnog vremena. Sa mobilnog telefona ili računara na poslu može se poslati instrukcija za povišenje temperature.

Na grejanju može najviše da se uštedi. Specijalni termostati na radijatorima svaku prostoriju zagrevaju na željenu temperaturu – zavisno od vremenskih prilika. Senzori kretanja u prostorijama gase svetlo kada u njima nema nikoga. Mašina za veš radi samo kada je struja jeftina – informaciju joj šalje umreženo brojilo. Osvetljenje se menja prema želji ukućana. Sve funkcije u objektu mogu da se programiraju putem interneta ili aplikacije na smartfonu. Kada su stanari van stambene jedinice, na primer na godišnjem odmoru, senzori kretanja i provale imaju mogućnost upozoravanja na opasnost. Senzori požarnog dima alarmiraju ukućane u slučaju požara sa mogućnošću direktnog pozivanja vatrogasaca.

## 7. UTICAJ PROJEKTA NA LOKALNI/REGIONALNI RAZVOJ

Uticaj projekta na lokalni/regionalni razvoj se ogleda u sledećem:

- Povećanju energetske efikasnosti novoprojektovanih objekata i rekonstrukciji postojećih objekata, kako poslovnih, tako i stambenih, ugradnjom uređaja za praćenje i kontrolu i potrošnje električne energije u niškom regionu;
- Ostvarivanju cilja podizanja svesti građana o potrebi uštede električne energije
- Doprinosu povećanju atraktivnosti zgrada kod kupaca zbog visokog procenta energetske efikasnosti i mogućnosti ušteda na računima za utrošenu električnu energiju;
- Ugradnja ovakvog merno- kontrolnog sistema čini značajnu pozitivnu karakteristiku objekta pri izdavanju energetskog pasoša zgrade;
- Korak u pravcu postizanja Agende 20-20-20;
- Dovodi do optimizacije krajnje cene nekretnine, obzirom na sve navedene prednosti.

## 8. REPLIKACIJA PROJEKTA

Prisustvo inteligentnih sistema energetskog menadžmenta u Srbiji gotovo i da ne postoji. Sistemi koji su prisutni na tržištu koriste različite tehnologije, različite protokole i različitu opremu. Opšti zaključak koji se može izvesti nakon analize potreba i uslova koji vladaju na tržištu u odnosu na proizvod, uslugu ili tehnologiju koja je rezultat projekta je taj da

domaća i inostrana konkurencija na tržištu praktično i ne postoji. Retki sistemi koji se nude su preskupi, zatvoreni za komunikaciju sa ostalim sistemima i nedovoljno fleksibilni za uklopavanje u hijerarhijski nadređene sisteme kao što je elektrodistribucija. Različiti sistemi za upravljanje podacima su trenutno u upotrebi. Svi su razvijeni i instalirani od različitih vendora, pri čemu svako nudi zatvoreno rešenje. Opšti standard za format podataka i upravljanje bazama podataka nije primenjen. Zbog toga je potreban razvoj jednostavne, sigurne i fleksibilne komunikacione infrastrukture koja dozvoljava monitoring, menadžment, kontrolu i dispečing na svim nivoima sistema upravljanja energijom u domaćinstvima, malim i srednjim preduzećima, kao i vezu sa nadležnim elektrodistributivnim preduzećima.

## **9. UTICAJ PROJEKTA NA POVEĆANJE IZVOZA / IZLAZAK NA NOVA TRŽIŠTA**

Projekat će veoma uticati na izlazak na nova tržišta jer će projektantske kuće uključivati uređaj u projektovanje novih i rekonstrukciju starih zgrada i time povećavati njihovu energetska efikasnost, čime se kandiduju za izvođače i podizvođače na inostranim tržištima. Pored toga, dosadašnjom analizom domaćeg i inostranog tržišta ustanovljeno je da postoji veliki broj potencijalnih korisnika u Srbiji kao i u zemljama Zapadnog Balkana koje su u tehničko-tehnološkom smislu na veoma sličnom nivou. Rezultate projekta biće daleko lakše plasirati u zemlje Zapadnog Balkana, a za očekivati je da će bar deo ovih proizvoda moći da nađe primenu i na tržištima razvijenih zemalja. Konkurentna tržišna cena, servisna mreža, usluge podrške i znak kvaliteta, bitni su faktori koji garantuju izlazak na nova tržišta i pospešivanje izvoza. Potencijalni kupci i korisnici ovog novog proizvoda su pre svega domaćinstva, mala i srednja preduzeća. Preciznije, to su domaćinstva sa prosečnom potrošnjom električne energije od oko 1.000 kWh godišnje (što trenutno predstavlja tržište od oko 400.000 potrošača). Dalje, to su mala i srednja preduzeća sa srednjim energetskim intenzitetom (što trenutno predstavlja tržište od oko 120.000 potrošača).

## **LITERATURA**

- [1] Esther H. K. Yung, Edwin H.W. Chan: Implementation Challenges to the Adaptive Reuse of Heritage Buildings, *Habitat International* **2012**, Vol. 36, Issue 3, pp 352-361.
- [2] Thomas S., Wong J., Skitmore S., Veronika A.: Carbon Dioxide Reduction in the Building Life Cycle: A critical Review, *Engineering Sustainability* **2012**, Vol. 165, pp 281-292.
- [3] Bribia I., Uso A., Scarpellini S.: Life Cycle Assessment in Buildings: State of the Art and Simplified LCA Methodology a Complement for Building Certification, University of Zaragoza, Spain, **2009**.
- [4] Aksamija A.: Regenerative Design of Existing Buildings for Net-Zero Energy Use, *Procedia Engineering* **2015**, Vol. 118, pp 72-80.

- [5] C. Cecati, C. Citro, P. Siano: Combined operations of renewable energy systems and responsive demand in a smart grid, *IEEE Trans Sustain Energy* **2011**, Vol. 24, pp 68-76
- [6] A. Moreno Munoz, F. J. Bellido Outeirino, P. Siano, M.A. Gomez Nieto: Mobile social media for smart grids customer engagement: Emerging trends and challenges, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2016**, Vol. 53, pp 1611-1616

## INCREASE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS THROUGH THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MEASURING-CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICITY CONSUMPTION MANAGEMENT

**Summary:** Construction Cluster DUNDJER from Nis, in partnership with the RDC Alfatec is working on development of measurement and control system for the management of electricity consumption in buildings. The electricity market in the Republic of Serbia includes two main actors: power distribution companies on the one hand and consumers on the other. It is in the mutual interest that consumed electric energy is properly registered. Electricity counters are with accuracy class 0.5 or worse. There are frequent cases where, because of their malfunction leads to incorrect registration of electric energy at the expense of the user or power distribution company. Frequent are also cut offs and higher supply voltage instability causing malfunctions in the devices and appliances of users. Based on the above, there is need to develop a system that will have an accuracy class 0.5s and which, in addition to measuring part containing software and hardware part, have a control unit able to manage the function of equipment (industry) or home electronics (household). Due to the different working power of equipment and devices, it is necessary to develop a line of products which includes different measuring ranges (measuring current transformers with transmission ratio 75 / 5A, 40 / 5A and 5 / 5A) devices and specialized software package for the collection, analysis, graphic presentation and report generation. The software will be optimized for the PC computer and for ANDROID and IOS platform – visual presentation and control via tablet and mobile phone. This paper presents the main proposed results of the project.

**Keywords:** Energy Efficiency, Electrical Energy Consumption, Measurement Systems, Control Systems, Passive house