

ИЗВОЂЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ИНСТАЛАЦИЈА И СИСТЕМА АУТОМАТИЗАЦИЈЕ У МОДЕЛУ ПАМЕТНЕ КУЋЕ

Божо Илић¹ Бранко Савић² Наташа Петровић³

Резиме: У овом раду су наведени основни помози о моделима и паметним кућама, затим је приказано како је урађен физички модел паметне куће (како је изведена електрична инсталација и систем аутоматизације), потом су наведене могућности његове надоградње, као и могућности примене у настави из различитих предмета. Циљ овог рада јесте да прикаже како је урађен физички модел паметне куће који се може користити као ново наставно средство у настави из различитих предмета у средњим и високим школама, као и на факултетима.

Кључне речи: наставни процес, наставна средства, модел паметне куће, електричне инсталације, системи аутоматизације.

CONDUCTING ELECTRICAL INSTALLATIONS AND AUTOMATION SYSTEMS IN THE SMART HOUSE MODEL

Abstract: This paper describes basic ideas about models and smart homes, then shows how the physical model of a smart home was made, then describes the possibilities of upgrading it, as well as the possibilities of applying it in teaching in various subjects. The aim of this paper is to show how a physical model of a smart house has been made that can be used as a new teaching tool in teaching in various subjects in secondary and high schools, as well as in the faculties.

Key words: teaching process, teaching aids, smart home model, electrical installations, automation systems

1. УВОД

Образовање је једна од најважнијих области, од које зависи развој друштва, па је врло важно прилагођавати га променама које доноси данашње информационо доба. Како би се то прилагођавање успешно реализовало, није довољно само примењивати и осавремењивати наставне садржаје, већ је потребно примењивати и нова наставна средства, која треба да активирају мисаоне активности код ученика и подстакну их на активно учешће у настави. Наставна средства су све оно што се примењује у настави, а што осим професора, активира мисаоне активности код ученика, па на тај начин учествују у преношењу знања и постизању успешности самог наставног процеса. Према врсти чула, која се побуђују код ученика, наставна средства се могу поделити на: аудитивна, визуелна, аудио-визуелна, текстуална и мултимедијална [1, 2].

Као визуелна наставна средства могу се користити физички модели, који имају посебно значајну улогу у настави природних и техничких предмета, јер помажу ученицима и студентима да лакше схвате принципе рада машина и уређаја. Физички модели представљају умањене или увећане представе реалних система [1, 2].

Проучавање реалног система методом моделовања подразумева да се реални систем представи моделом, тако да се уместо на реалном систему проучавања врше на његовом моделу, а затим се добијени резултати са модела преносе на реални систем, при томе се проучавања на моделу могу вршити експериментално или симулацијом на рачунару [3].

¹ Др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, e-mail: ilic@vtsns.edu.rs

² Др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, e-mail: savic@vtsns.edu.rs

³ Мсц, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, e-mail: petrovic.n@vtsns.edu.rs

Модел је на поједностављен начин представљен неки реални систем. Модел никада потпуно верно не представља реални систем, већ је увек у некој мери поједностављен. Колико ће модел бити поједностављен зависи од његове намене. Налажење праве мере поједностављења реалног система често није једноставно, и ту у пуној мери до изражаја долази инжењерска вештина и интуиција (знање стечено искуством) [3, 4].

Циљ овог рада јесте да прикаже како је урађен физички модел паметне куће (како је изведена електрична инсталација и систем аутоматизације) који се може користити као ново наставно средство у настави из различитих предмета у средњим и високим школама, као и на факултетима.

Иновативна идеја за израду модела паметне куће као новог наставног средства потекла је од аутора овог рада, који су урадили и пројекат за изградњу модела.

2. ПАМЕТНЕ КУЋЕ

Под појмом паметна кућа подразумева се кућа у којој је интегрисано више подсистема у јединствени систем аутоматизације који омогућава управљање различитим уређајима који раде на електричну енергију. У јединствени систем аутоматизације интегрисани су подсистеми за управљање: уређајима за грејање, хлађење, вентилацију и климатизацију; електричним осветљењем (расветом); ролетнама, тендама и завесама; кућним апаратима; мултимедијима; рампом, капијом и гаражним вратима; заливним системом; сигурносним системима (противпровалним системом, противпожарним системом итд.); видео надзором; нивоом и температуром воде у базену итд, слика 1 [5]. Систем аутоматизације могу управљати појединачним уређајима или сценаријима.



Слика 1. Систем аутоматизације паметне куће [5]

Савремени животи и радни простори не омогућавају само задовољење основних потреба човека, него системи аутоматизације у њима омогућавају управљање различитим уређајима, тако да они обављају многе послове уместо човека. Тиме се постиже и већа ефикасност у раду уређаја који се свакодневно користе и смањује потрошња енергије. Системи аутоматизације у паметним кућама не доприносе само већој енергетској ефикасности и повећању удобности (комфора) људи, него доприносе и повећању безбедности људи и материјалних добара, јер користе напредне системе обезбеђења, сигурносне камере и браве, разне сензоре и аларме како би простор који обухватају учинили сигурнијим.

Поред тога што системи аутоматизације у паметним кућама омогућавају човеку да може када год жели без обзира где се налази укључивати или искључивати различите уређаје преко паметног телефона, они још сами могу водити рачуна када треба

укључивати или искључивати одређене уређаје како би се услови комфора одржавали на жељеном нивоу само у периоду коришћења просторија. На тај начин се остварује додатна уштеда енергије. Електрично осветљење и грејање у паметној кући се може укључивати и искључивати аутоматски када се испуне унапред подешени услови (нпр. када се постигне унапред подешени интензитет светлости или температура у просторији). Тако ако се систему аутоматизације препусти управљање грејањем, односно климатизацијом може се уштедети и на осталим енергентима, а не само на електричној енергији. Правилним управљањем осветљењем, грејањем, климатизацијом и вентилацијом, могу се постићи годишње уштеде од 20% до 50% на месечним рачунима за енергенте.

3. ИЗРАДА МОДЕЛА ПАМЕТНЕ КУЋЕ

Поступак израде модела паметне куће може се поделити у три фазе:

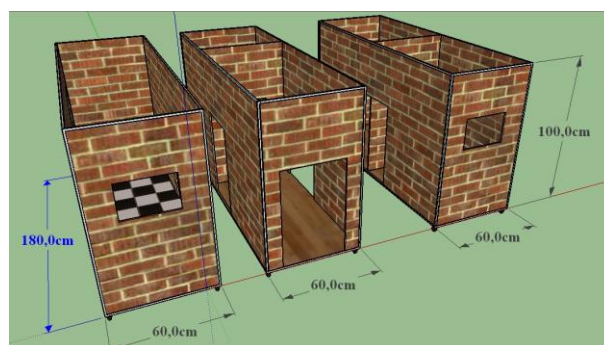
1. У првој фази је урађена челично-дрвена конструкцију модела паметне куће.
2. У другој фази је изведена електроенергетска инсталација модела куће.
3. У трећој фази је изведен систем аутоматизације модела паметне куће.

3.1. Израда челично-дрвене конструкције модела паметне куће

Прво је урађено идејно решење за челично-дрвену конструкцију модела паметне куће, који треба да представља мању приземну кућу (или двособни стан) димензија $800 \times 800 \times 300$ cm (не рачунајући висину крова), а која има ходник, купатило, дневну собу са кухињом и две собе. Према том идејном решењу челично-дрвена конструкција модела би била димензија $180 \times 180 \times 100$ cm (слика 2) и у случају потребе преношења могла би се лако раставити на три дела истих димензија $60 \times 180 \times 100$ cm (слика 3) постављена на четири точкића а затим поново једноставно саставити, слика 2. На одговарајућим местима би се направили отвори који представљају прозоре и врата.



Слика 2. Идејно решење за челично-дрвена конструкција модела паметне куће

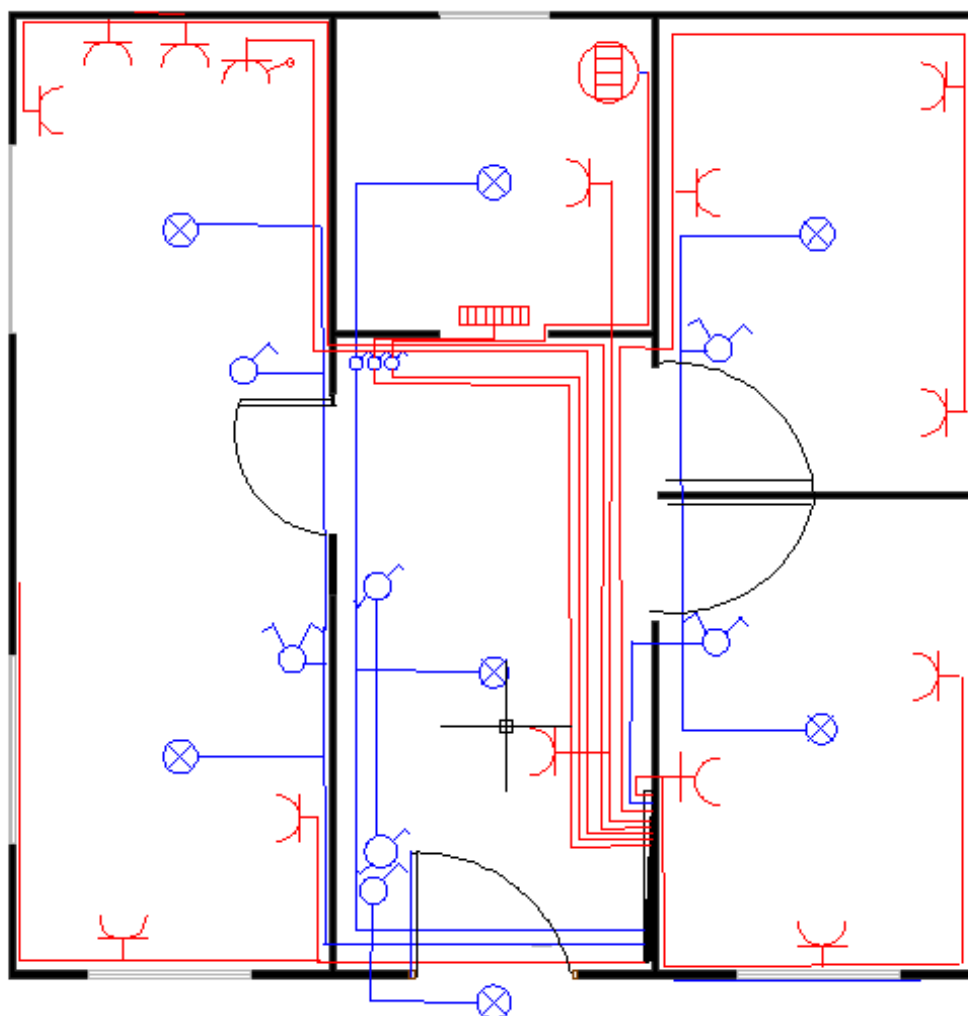


Слика 3. Челично-дрвену конструкцију модела паметне куће састављена из три једнака дела

Приликом избора димензија челично-дрвене конструкције модела паметне куће вођено је рачуна да се изаберу оптималне димензије, тј. да се не изаберу превелике димензије како би се у случају потребе преношења та конструкција могла релативно лако раставити на три дела истих димензија $60 \times 180 \times 100$ cm, који се могу изнети и унети кроз врата најмање ширине 60 cm. Такође, вођено је рачуна да се не изаберу ни превише мале димензије како би се могли прегледно поставити и повезати сви елементи електроенергетске инсталације и система аутоматизације.

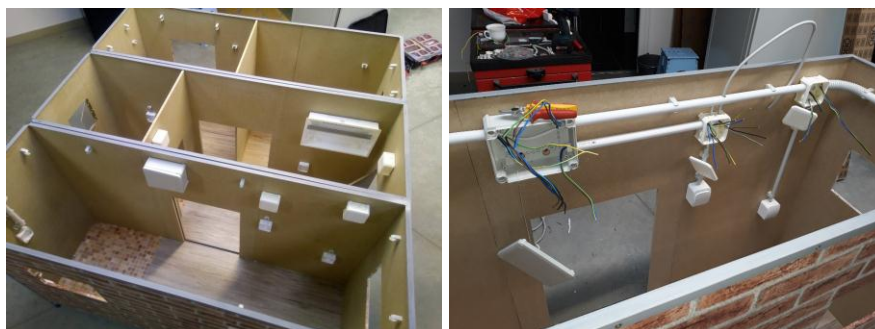
3.2. Извођење електроенергетске инсталације у моделу паметне куће

Класична електроенергетска инсталација је изведена према пројекту и плану електроенергетске инсталације за реалну кућу (или двособни стан) коју модел представља, слика 4. Разлика у извођењу класичне електроенергетске инсталације на моделу у односу на реалну кућу је у томе што су коришћене разводне кутије, утичнице, прекидачи, инсталациони водови итд., постављени на дрвене плоче које представљају зидове (тј. коришћена је ОГ изведба), а не под малтер и што је дужина инсталационих водова око четири пута мања од оних у реалној кући, јер су око прилике и димензије модела толико пута мање од димензија реалне куће. Та електроенергетска инсталација се преко петожилног кабла може прикључити на трофазну (а по потреби и на монофазну) утичницу.



Слика 4. План електроенергетске инсталације реалне куће према коме је изведена електроенергетска инсталација у моделу паметне куће

На слици 5. је приказано извођење електроенергетске инсталације (постављање елемената инсталација и повезивање проводника инсталационих водова у разводним кутијама) [6].



Слика 5. Извођење електроенергетске инсталације - постављање елемената инсталације (утичница, прекидача, инсталационих водова итд.) у модел [6]

Повезивање проводника инсталационих водова у разводним кутијама извршено је класичним увртањем проводника и изоловање изолир траком и помоћу стезаљки. У купатило је постављена сабирница за допунско изједначавање потенцијала која је преко проводника за изједначавање потенцијала повезана са славином за воду. Трака за уземљење је постављена испод пода челично-дрвене конструкције и повезана је проводником за изједначење потенцијала са главном сабирницом за изједначење потенцијала, која се налази на спољашњем зиду. Заштита од индиректног напона додиром изведена је аутоматским искључењем напајања у ТТ систему развода помоћу аутоматских осигурача и FID склопке, који су постављени у разводну таблу, слика 6.



Слика 6. Разводна табла са аутоматским осигурачима

Приликом извођења електроенергетске инсталације водило се рачуна и о томе да се проводници означе истим бројевима као стезаљке на које се спајају у разводној табли, како би се могли поново лако спојити у случају потребе растављања модела због преношења.

3.3. Извођење система аутоматизације у моделу паметне куће

Систем аутоматизације у паметној кући омогућава да се поједини пријемници могу укључивати и искључивати преко паметног телефона, преко даљинског управљача или преко сензора када се достигну унапред подешене вредности одређених параметара средине, као што су: интензитет светлости, висина температуре итд.

Системи аутоматизације паметних кућа се изводе коришћењем одговарајуће опреме и софтвера (нпр. апликација на паметним телефонима). Системи аутоматизације паметних кућа се изводе коришћењем следеће опреме:

- сензора и актуатора,
- микроконтролера (нпр. микро модула),
- комуникационих мрежа и

- управљачких уређаја (нпр.: LCD монитора осетљивих на додир, паметних телефона, даљинских управљача итд.).

Системи аутоматизације помоћу повратне спреге обезбеђују одржавање задатих параметара средине без непосредног учешћа човека. Микроконтролер преко различитих сензора (као што су сензори: температуре, светлости, влажности, покрета, ватре, дима итд.) добија информације из спољашњег света, које пореди са унапред подешеним вредностима и на основу тог поређења генерише управљачки сигнал који одлази на актуаторе, а они на основу тог сигнала предузимају одговарајуће активности (нпр. подижу или спуштају ролетне, отварају или затварају вентиле којима се регулише проток топле воде за грејање, отварају или затварају контакте прекидача за осветљење и сл.). Систем аутоматизације се може уграђивати у већ изграђене куће са класичним електроенергетским инсталацијама, а може се планирати још у фази пројектовања нових кућа.

Постоји више технологија које се могу користити за извођења система аутоматизације у реалним кућама, а самим тим и у овом моделу. У овом моделу је коришћена таква технологија система аутоматизације која не захтева полагање додатних инсталационих водова у постојећој класичној електроенергетској инсталацији.

Систем аутоматизације модела паметне куће изведен је помоћу Sonoff WiFi уређаја. То су паметни уређаји произвођача Sonoff, ниске цене и високе поузданости. Управљање Sonoff WiFi уређајима се врши преко eWeLink апликације инсталиране на паметном телефону са Android оперативним системом. Преко eWeLink апликације на паметном телефону се са било које тачке на земаљској кугли може управљати (укључивати и искључивати) Sonoff WiFi уређајима у паметној кући под условом да је паметни телефон повезан са интернетом и да је Sonoff WiFi уређај повезан са интернетом преко WiFi мреже, слика 7 [6].



Слика 7. Принцип управљања Sonoff WiFi уређајем преко eWeLink апликације инсталиране на паметном телефону са Android оперативним системом [6]

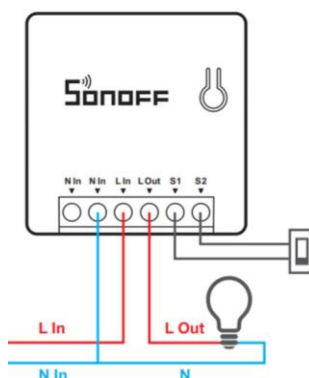
Извођење система аутоматизације у моделу паметне куће помоћу Sonoff WiFi уређаја је извршено кроз следеће кораке:

- Физичко повезивање Sonoff WiFi уређаја са напајањем и уређајем којим се жели управљати.
- Инсталација апликације eWeLink на паметни телефон преко које се управља Sonoff WiFi уређајима.
- Креирање новог налога на eWeLink апликацији.

- Софтверско повезивање Sonoff WiFi уређаја са апликацијом eWeLink на паметном телефону.

У овом моделу је коришћен Sonoff мини WiFi прекидач за укључење једне сијалице и једног пријемника прикљученог на утичницу.

Sonoff мини WiFi прекидачи се због малих димензија могу постављати у разводне кутије изнад зидних прекидача за сијалице или изнад утичница, као и у монтажне кутије утичница. Док се остали Sonoff WiFi прекидачи због великих димензија не могу постављати у разводне и монтажне кутије. Ако би се Sonoff мини WiFi прекидачи постављали у монтажне кутије прекидача онда они не би могли да функционишу, јер немају довод и одвод неутралног проводника. Ово би се могло решити довођењем и одвођењем неутралног проводника из разводне кутије изнад зидног прекидача што би захтевало додатне радове. Да би се ово избегло Sonoff WiFi мини прекидаче треба постављати у разводне кутије изнад прекидача или у монтажне кутије утичница у којим већ постоје неутрални проводници. Тако да приликом уградње овог прекидача није потребно полагати додатне водове, потребно је само у разводној табли или у монтажној кутији утичница на његове стезаљке повезати одговарајуће проводнике према шеми приказаној на слици 8. Sonoff мини WiFi прекидачи имају шест стезаљки. Поред четири стезаљке за повезивање улаза и излаза, имају још и две стезаљке S_1 и S_2 . Пошто раде на 220 V потребни су им и фазни и неутрални проводник. На две улазне стезаљке L_{In} и N_{In} се доводи напајање напона 220 V, са две излазне стезаљке L_{Out} и N_{Out} се води напајање 220 V на сијалицу, са две стезаљке S_1 и S_2 се повезују стезаљке класичног прегибног зидног прекидача. Након повезивања, сијалица се може укључивати и искључивати и преко зидног прекидача и преко eWeLink апликације на паметном телефону.



Слика 8. Шема повезивања стезаљки Sonoff mini WiFi прекидача са одговарајућим проводницима

Изнад улазних врата постављен је рефлектор са сензором покрета који се аутоматски укључује када се појави човек.

4. МОГУЋНОСТИ НАДОГРАДЊЕ МОДЕЛА ПАМЕТНЕ КУЋЕ

Могућности надоградње модела паметне куће су следеће:

- Могућност надоградње подсистема за управљање осветљењем (расветним телима)
- Могућност надоградње подсистема за мерења интензитета светлости, температуре и влаге
- Могућност надоградње подсистема за управљање грејањем, хлађењем, вентилацијом и климатизацијом
- Могућност надоградње подсистема за управљање уређајима у кухињи

- Могућност надоградње подсистема за управљање мултимедијима
- Могућност надоградње подсистема за управљање ролетнама
- Могућност надоградње фотонапонских панела
- Могућности надоградње сигурносног система (противпровалне заштите, противпожарне заштите итд.)
- Могућност надоградње подсистема за смањење ризика узрокованих повезивањем паметних кућа на интернет
- Могућност надоградње подсистема за управљање сценаријима (програмирање и креирање догађаја)

5. МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ МОДЕЛА ПАМЕТНЕ КУЋЕ У НАСТАВИ

Модел паметне куће се може користити као ново наставно средство у настави из различитих предмета, као што су: Електричне инсталације и осветљење, Елементи аутоматизације, Сензори и актуатори, Програмирање и програмски језици, Рачунарске мреже, Практикум и сл. Ови предмети се изучавају у оквиру различитих студијских програма на Високој техничкој школи струковних студија у Новом Саду.

Модел паметне куће се може користити у настави из предмета **Електричне инсталације и осветљење**, јер ученици и студенти могу видети како се према пројекту изводи електрична инсталација у реалној кући, слика 9 [7]. Разлика је само у што се користи материјал и прибор за уградњу на малтер, а не под малтер и што је дужина инсталационих водова око четири пута мања него у реалној кући, јер су око прилике толико пута и мање димензије модела не реалне куће. Затим могу видети материјал и прибор који се користи за извођење класичних електроенергетских инсталација (једноплоне, серијске и наизменичне прекидаче, утичнице, разводну таблу са аутоматским осигурачима, електрично бројило, инсталационе водове итд.). Потом могу видети како су изведена струјна кола осветљења и утичница. Такође, могу проверити да ли функционише класична електроенергетска инсталација, јер се прикључењем одређених пријемника (нпр. фена за косу) у утичнице може проверити да ли оне функционишу. Исто тако, укључењем одговарајућих зидних (једнополних, серијских и наизменичних) прекидача могу проверити да ли они функционишу, тј. да ли укључују или искључују одговарајуће сијалице, слика 10.



Слика 9. Фотографски снимак примене модела на настави из предмета Електричне инсталације и осветљење



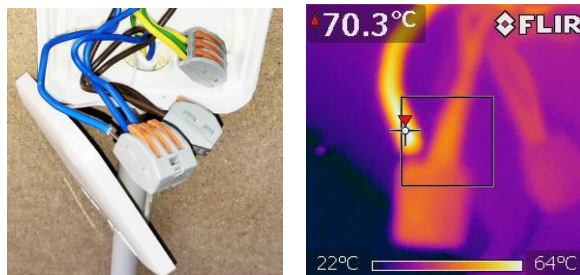
Слика 10. Провера да ли исправно функционише електрично осветљење у моделу

Модел паметне куће се може користити и у настави из предмета **Елементи аутоматизације и Сензори и актуатори**, јер ученици и студенти могу видети који се уређаји користе у систему аутоматизације паметне куће (нпр. сензоре светлости, сензоре температуре, сензоре присуства, детекторе дима, детекторе поплаве, актуаторе, Sonoff Wifi прекидаче, микроконтролере итд.), затим могу видети како су уграђени и повезани међусобно и са електроенергетском инсталацијом. Такође, могу видети како се преко преко eWeLink апликације на паметном телефону или даљинског управљача могу укључивати и искључивати различити уређаји у кући. Такође, могу видети како функционише систем аутоматизације, нпр. како се укључује светлосни и звучни аларм када се симулира пожар, поплава или провала, или како се аутоматски укључује осветљење у некој просторији када се симулира да је у њој слаб интензитет светлости и да је човек присутан у њу. Исто тако, променом одређених параметара могу се лако уочити ефекти тих промена на рад одређених уређаја који раде на електричну енергију (нпр. укључење и искључење осветљења у зависности од интензитета светлости и присуства људи у некој просторији или нпр. укључење и искључење уређаја за грејање или климу у зависности од температуре у некој просторији итд.) [9, 10, 11].

Модел паметне куће се може користити и у настави из предмета **Програмирање и програмски језици**, јер се ученицима и студентима може показати како се пишу програми за Arduino микроконтролер за одређене сценарије и затим се може проверити да ли они функционишу нпр. притиском само на једно дугме може се покренути сценарио „Одлазак од куће“ и сви уређаји који су предвиђени да се искључе када се одлази од куће ће се искључити (нпр. ел. шпорет, пегла, решо и сл.).

Модел паметне куће се може користити и у настави из предмета **Рачунарске мреже**, јер се ученицима и студентима може показати којим комуникационим мрежама се врши пренос сигнала између елемената аутоматизације у паметној кући.

Модел паметне куће се може користити у настави из предмета **Практикум** за извођење вежбе „Термографске контроле електричних инсталација у циљу правовремене детекције кварова који могу узроковати пожар“ [8]. У разводним кутијама се намерно направе лоши спојеви проводника услед чега се они прегревају што се може лако детектовати помоћу термографске камере (слика 11). Такође, помоћу термографске камере се може утврдити да се LED сијалица током рада загрева знатно мање него сијалица са жарном нити [6].



Слика 11. Фотографски и термографски снимак лошег споја проводника у разводној кутији [6]

6. ПРЕДНОСТИ НОВОГ МОДЕЛА ПАМЕТНЕ КУЋЕ У ОДНОСУ НА ПОСТОЈЕЋЕ СЛИЧНЕ МОДЕЛЕ

Предност новог модела паметне куће у односу на постојеће сличне моделе је у томе што је он тродимензионалан, свеобухватан, детаљан и прецизан, јер су постојећи модели углавном парцијални (нпр. на плочи је представљен само део електроенергетске инсталације, или само један део система аутоматизације и сл.). Предност новог модела је и у томе што је коришћена таква технологија која омогућава релативно лако (без великих преправки) преуређивање класичне електроенергетске инсталације у паметну. Поред тога што омогућава да се осветљење може укључивати и искључивати преко паметног телефона или даљинског управљача, ова технологија омогућава да осветљење може укључивати и искључивати и преко класичних зидних прекидача. Ово је значајно у случају да се из неког разлога не може остварити укључивање и искључивање осветљења преко паметног телефона или даљинског управљача (нпр. због нестабилне или непостојања WiFi мрежа).

7. ЗАКЉУЧАК

На основу разматрања наведене проблематике може се закључити да је **примена модела паметне куће у настави допринела:**

- да ученици и студенти стекну функционална знања, која касније могу користити у пракси када заврше школовање:
 - приликом пројектовања и извођења класичних електроенергетских инсталација,
 - приликом пројектовања и извођења система аутоматизације током изградње паметних кућа још од фазе пројективања,
 - приликом преуређивања класичне електроенергетске инсталације у паметну инсталацију,
- да наставни процес прати савремене токове у науци и техници, пошто ће израда паметних кућа још од фазе пројектовања или преуређивање већ израђених кућа са класичном електроенергетском инсталацијом у паметне куће, бити све актуелнија.
- да настава постане ефикаснија, интересантнија и динамичнија,
- да атмосфера на предавањима буде пријатнија како за ученике и студенте тако и за професоре.
- лакшем и темељитијем усвајању знања,
- активнијем учествовању ученика и студената у настави.
- да ученици и студенти самоиницијативно продубљују и проширују своја знања из области електричних инсталација и система аутоматизације кућа.

ЗАХВАЛНИЦА: Аутори се захваљују студентима Високе техничке школе струковних студија у Новом Саду, који су учествовали у изради модела паметне куће, то су: Воја Малетин, Захарије Златанов, Давор Дердић, Јожеф Даниел, Александар Раковић, Драган Ђурђевић и Раде Живановић.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Голубовић, Д. (2010). *Методика наставе техничког и информатичког образовања*, Компјутер библиотека, Београд.
- [2] Ђуровић, Љ., Грујић, Љ. (2008). *Учење на даљину*, Зборник радова, Конференција ТИО, Технички факултет Чачак.
- [3] Илић, Б., (2019). *Примењене методе моделовања ризика*, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду.
- [4] Никачевић, Н., (2012). *Моделовање и симулација процеса*, Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду.
- [5] Златанов, З. (2019). *Систем аутоматизације у моделу паметне куће*, Завршни рад. ВТШСС, Нови Сад.
- [6] Дердић, Д. (2019). *Модел паметне куће као наставно средство*, Завршни рад. ВТШСС, Нови Сад.
- [7] Илић Б. (2019), *Електричне инсталације и осветљење*, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, 2019.
- [8] Илић Б., Ћирић Р., Сантрач Б., Петровић В., Гемовић Б., Бабић Б., Скоко С., Тодоровић Д. (2019). *Практикум Електрорехника*, ВТШСС, Нови Сад.
- [9] <http://www.pametna-kuca.ba/index.php/pametna-kuca/mogucnosti-sistema> (23.12.2019.)
- [10] <http://www.knx.org/hr/knx/stambene-zgrade/> (23.12.2019.)
- [11] [https://izradi.croatianmakers.hr/project/pametna-kuca-s-arduinom/\(21.12.2019.\)](https://izradi.croatianmakers.hr/project/pametna-kuca-s-arduinom/(21.12.2019.))