



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Strojništvo  
Modul: Orodjarstvo

## **PAMETNA HIŠNA INŠTALACIJA – OPTIMIZACIJA OGREVANJA**

Mentor: mag. Matija Tacer  
Lektorica: Barbara Šega Čeh, prof. lat. in franc.

Kandidat: Marko Mandelj

Kranj, november 2021

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju mag. Matiji Tacerju za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala tudi lektorici Barbari Šega Čeh, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvaljujem se ženi Katji za vso potrpežljivost v času študija.

## **IZJAVA**

Študent Marko Mandelj izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Matija Tacerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Pametne inštalacije vse bolj prodirajo tudi v naše domove. Glavne prednosti pametnih inštalacij so dostop do večine naprav, vgrajenih v objekt na enem mestu preko pametnih naprav, na daljavo. Avtomatizacija delovanja naprav v objektu po vnaprej spisanih scenarijih. Izpostavljen bi še povečanje udobja uporabnika in enostaven nadzor nad vsemi napravami, povezanimi v sistem. Racionalizacija porabe energije. Oviro za širšo uporabo in vgradnjo v domove še vedno predstavlja visoka cena, zato so mogoče odgovor na ta problem neprofesionalne pametne inštalacije, ki jih lahko dograjujemo postopoma, v skladu s potrebami oziroma kolikor si lahko v tistem trenutku privoščimo.

## **KLJUČNE BESEDE**

- inteligentne inštalacije
- pametna hiša
- upravljanje na daljavo
- prihranek energije

## **ABSTRACT**

Smart installations are increasingly penetrating our homes as well. The main advantages of smart installations are access to most devices installed in the facility in one place via smart devices, remotely. Automation of the operation of devices in the building according to pre-written scenarios. I would also like to point out the increase of user comfort and easy control over all devices connected to the system. Rationalization of energy consumption. An obstacle to wider use and installation in homes is still the high price. So, the answer to this problem could be non-professional smart installations, which can be installed in intervals as needed or as much as we can afford.

## **KEYWORDS**

- intelligent installations
- smart house
- remote control
- energy savings

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predpostavke in omejitve .....	1
1.4	Metode dela .....	1
2	TEORETIČNE OSNOVE.....	2
2.1	Inteligentne inštalacije.....	2
2.2	SALUS smart home .....	4
2.3	Standard Zigbee.....	5
2.4	Predstavitev izdelkov .....	7
2.5	SALUS smart home aplikacija .....	9
2.6	Predstavitev delovanja .....	10
3	OBSTOJEČE STANJE.....	12
3.1	Enodružinska hiša – ogrevalni sistem .....	12
3.2	Obstoječe rešitve .....	14
4	NADGRADNJA SISTEMA Z SMART HOME SISTEMOM .....	15
4.1	Primerjava uporabe.....	16
4.2	Povzetek raziskave .....	17
5	ZAKLJUČEK .....	19
6	LITERATURA IN VIRI.....	20

## KAZALO SLIK

Slika 1: Razporeditev vgradnje inteligentnih inštalacij na evropskem trgu evropskem trgu.....	2
Slika 2: Delež prodanih naprav inteligentnih inštalacij na evropskem trgu na vrsto uporabe (regulacije) .....	3
Slika 3: Salus Smart Home.....	4
Slika 4: Primerjava wifi kanalov in Zigbee kanalov.....	5
Slika 5: Zigbee mrežno omrežje .....	6
Slika 6: Zgradba Zigbee omrežja.....	6
Slika 7: Salus Smart Home izdelki.....	7
Slika 8: Primerjava različnih protokolov regulacije - odmiki od zelene temperature...	8
Slika 9: Salus Smart Home aplikacija .....	9
Slika 10: Delovanje Salus Smart Home, ogrevanje z radiatorji .....	10
Slika 11: Kotlovnica.....	12
Slika 12: Hidravlična shema regulator ND3 .....	13
Slika 13: Klasična regulacija ogrevanja .....	14
Slika 14: Inteligentna (conska) regulacija ogrevanja .....	15

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Spisek naprav, vgrajenih v objekt, in strošek investicije .....	17
---	----

## POJMOVNIK

Pametna hiša: hiša, v katero je vgrajen bolj ali manj avtomatiziran kontrolni sistem

Zigbee: komunikacijski protokol za brezžično komunikacijo

»One Touch« pravilo: neki zapis ukazov oziroma dejanj, ki se sprožijo ob pritisku na določeno fizično ali virtualno tipko

## KRATICE IN AKRONIMI

KNX: kontrolni sistem, ki upravlja z pametno hišo

PAN protokol: Personal Area Network

TPI algoritem: Time Proportion and Integration

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Na kratko bom predstavil brezžično pametno inštalacijo, njeno uporabnost in potencial v optimizaciji ogrevanja obstoječih starejših stavb. Osredotočil se bom na reševanje problema ogrevanja enodružinskih hiš. Nameravam predstaviti rešitev, kako poskrbeti za čim večje udobje in ekonomičnost ogrevanja, na primeru, ko enodružinsko hišo z enim ogrevalnim sistemom spremenimo v dvostanovanjsko enoto, z uporabniki z različnim ritmom uporabe objekta. Poskušal bom upravičiti nakup in vgradnjo pametne inštalacije tudi z ekonomskega vidika in ne samo prednosti udobja, ki jih tak sistem prinaša.

## 1.2 CILJI NALOGE

- ✓ Predstavitev izbrane pametne inštalacije in njenih zmožnosti uporabe, delovanja.
- ✓ Predstavitev rešitve pametnih inštalacij na obstoječem objektu, brez gradbenih posegov in čim manjšim poseganjem v obstoječo hidravliko.
- ✓ Predstavitev zmožnosti regulacije.
- ✓ Primerjava enostavne regulacije in pametne inštalacije.
- ✓ Upravičiti implementacijo nove regulacije z ekonomskega vidika.

## 1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Določeni zaključki – s tem imam v mislih predvsem ekonomsko upravičenost implementacije pametne inštalacije – bodo precej okvirni, saj bi bilo za točnejše in relevantnejše zaključke potrebno natančno spremljanje in beleženje ogrevalnih stroškov v minimalno dveh ogrevalnih sezonah in s kakim lažje merljivim energentom. Vsi zaključki bodo torej podani ob predpostavljajanju in sklepanju glede na informacije in podatke, s katerimi razpolagam.

## 1.4 METODE DELA

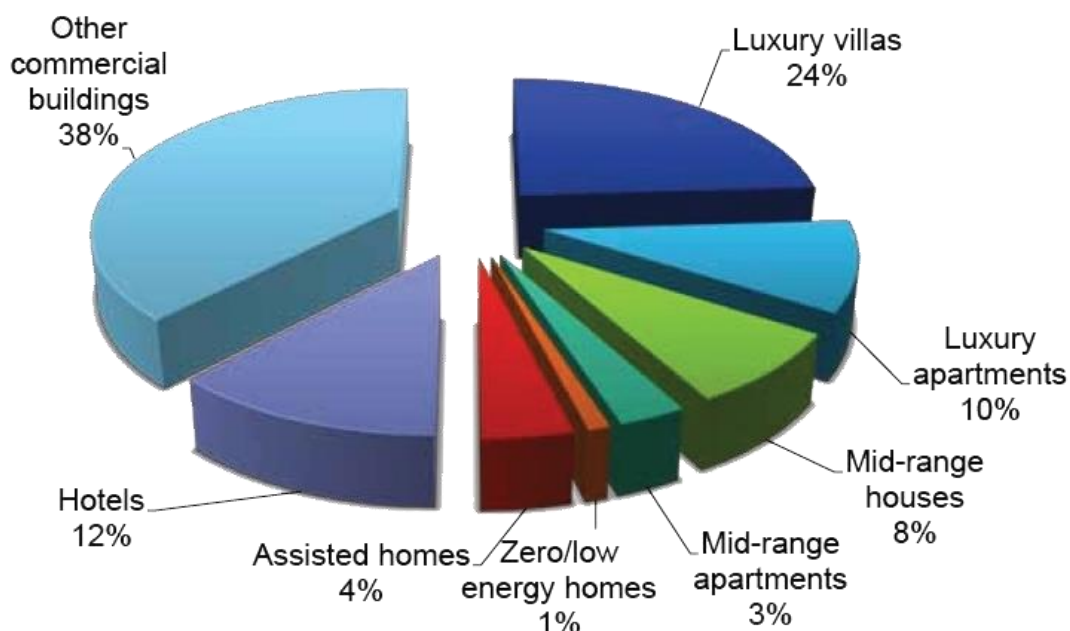
V teoretičnem delu naloge sem uporabil opisno metodo in analizo dokumentov, predstavil bom povzetke iz tehnične dokumentacije in interne publikacije, namenjene izobraževanju kadrov podjetja QL CONTROLS.

Uporabil bom tudi analitično metodo, predstavil bom obstoječe stanje in stanje po implementaciji pametne inštalacije. S primerjalno metodo bom primerjal različne dejavnike pred in po implementaciji pametne inštalacije. Poslužil se bom tudi induktivno-deduktivne metode, na konkretnem primeru bom, na podlagi pridobljenih rezultatov, potegnil zaključke in prišel do konkretnih sklepov.

## 2 TEORETIČNE OSNOVE

### 2.1 INTELIGENTNE INŠTALACIJE

S pojmom 'pametna hiša' označujemo hiše, v katere je vgrajen sistem (regulacija), ki različne naprave poveže v enoten sistem. Namesto da bi različne naprave, ki so vgrajene v hišo, npr. toplotna črpalka, prezračevanje itd. delovale neodvisno med seboj, s tem dosežemo večjo optimizacijo delovanja. V nekaterih primerih pa samo združimo upravljanje različnih naprav različnih proizvajalcev v eni aplikaciji in vnaprej določimo različne scenarije, po katerih bodo naprave, povezane v sistem, delovale, in si s tem poenostavimo življenje. Inteligentne inštalacije povečajo energijsko učinkovitost stavbe, zagotavljajo večje udobje in varnost, omogočajo oddaljeno upravljanje naprav, s pomočjo pametnega telefona, tablice ali osebnega računalnika. Na spodnji sliki je prikazan delež vgrajenih inteligentnih inštalacij glede na vrsto objektov.



Slika 1: Razporeditev vgradnje inteligentnih inštalacij na evropskem trgu (QI Controls, interno gradivo, 2020)

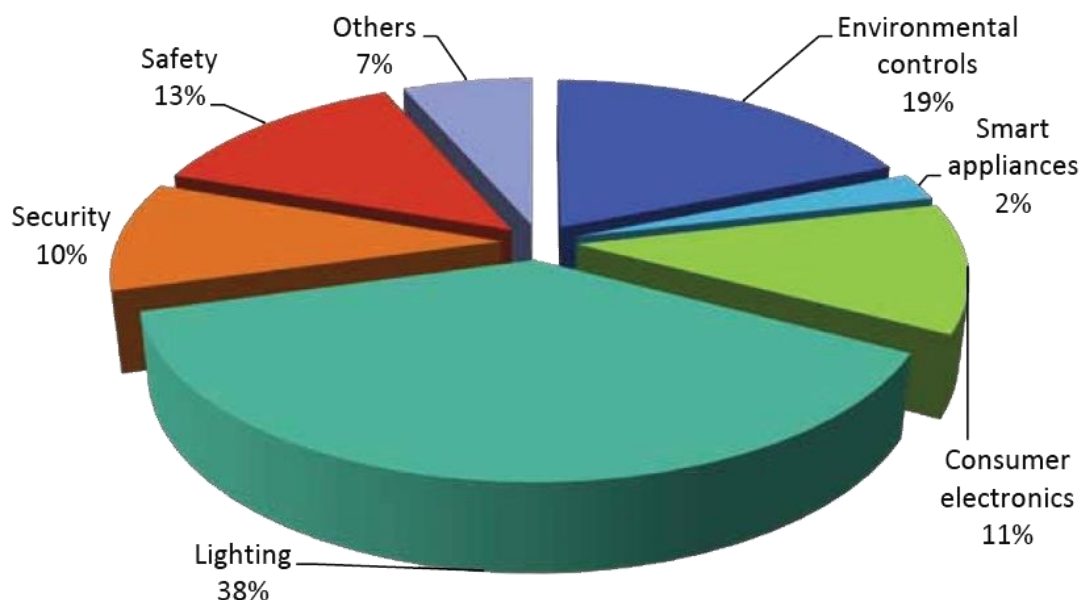
Inteligentne inštalacije bi v svoji osnovi razdelili na dva segmenta, profesionalne (žične) inteligentne inštalacije in neprofesionalne inteligentne inštalacije. Prvi segment je primeren za novogradnje in stavbe, kjer izvedemo temeljito prenovu. Govorimo o tako imenovanem KNX kontrolnem sistemu. V tem primeru potrebujemo projekt, načrtovanje, naprave so ožičene, gre za celovit in zanesljivejši sistem. KNX kontrolni sistemi so v uporabi predvsem v večjih objektih, javnih ustanovah, hotelih in vse bolj pogosto tudi v novo grajenih družinskih hišah.

V električno omarico namestimo dodaten krmilnik, ki ga nato z električnimi vodniki povežemo z napravami, ki jih želimo povezati oziroma upravljati preko pametne inštalacije. Obvezna je



vgradnja vseh predvidenih vodnikov in žičnih povezav v času gradnje – potrebno je temeljito načrtovanje, ker bo moral v nasprotnem primeru tudi ta sistem preiti na naprave z brezžično komunikacijo.

Za drugi sistem, katerega delež prodaje v zadnjem času strmo raste, je značilna postopna gradnja, brez vnaprej določenih projektov. Sistem gradimo postopoma glede na potrebe, brez vnaprej začrtanega projekta, naprave so v pretežni meri brezžične, kupimo jih lahko v najbližji trgovini z elektronsko opremo ali preko spleta, naprave vgradimo sami, za ta sistem je značilno, da za inštalacijo ni potrebnih gradbenih posegov v sam objekt. Ta rešitev je predvsem primerna za obstoječe objekte, v katerih nimamo namena izvesti kakih večjih gradbenih posegov, vendar pa bi vseeno radi izkoristili prednosti inteligentnih inštalacij in svoj dom spremenili v pametno hišo. Slabosti te rešitve so nekoliko manjša stabilnost sistema zaradi brezžične komunikacije med napravami in baterijsko napajanje. Na spodnji sliki je prikazan delež naprav na trgu glede na vrsto uporabe.



*Slika 2: Delež prodanih naprav inteligentnih inštalacij na evropskem trgu na vrsto uporabe (regulacije)  
(QI Controls, interno gradivo, 2020)*

V svoji nalogi se bom osredotočil na konkreten primer vgradnje brezžične neprofesionalne inteligentne inštalacije Salus Smart Home v obstoječ objekt.

## 2.2 SALUS SMART HOME

Salus Smart Home je sodoben sistem za nadzor pametne hiše, s poudarkom na upravljanju ogrevanja. Sistem omogoča vzpostavitev povezav med napravami in upravljanje naprav z enega mesta, npr. pametni telefon in preko interneta na daljavo. Omogoča nadzor nad virom ogrevanja (npr. kotlom), distribucijo energije po inštalaciji (obtočne črpalke) in individualen nadzor temperature za posamezen prostor.



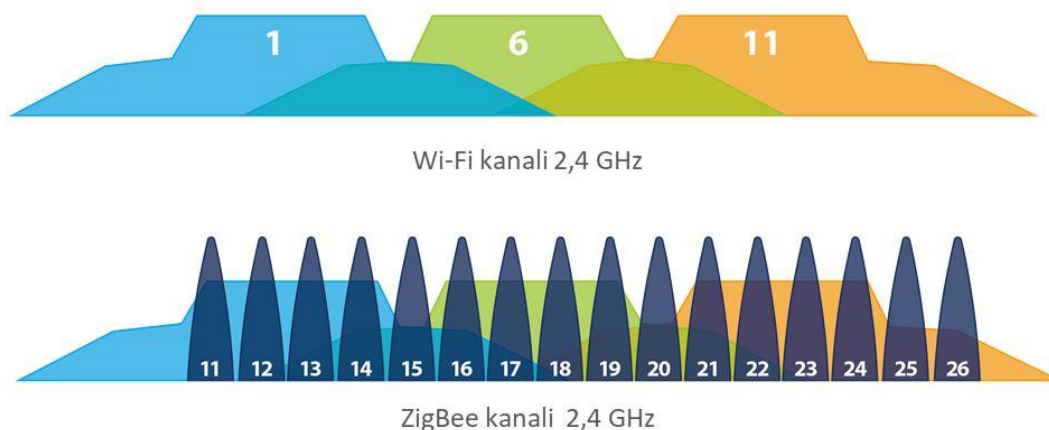
*Slika 3: Salus Smart Home*  
(QI Controls, interno gradivo, 2019)

Salus Smart Home z kompletnim naborom različnih naprav lahko nudi visoko avtomatizacijo delovanja naprav v hiši po vnaprej določenih scenarijih. Scenariji so lahko nastavljeni in vklopljeni ali pa jih sprožimo na daljavo s tako imenovanimi »One Touch« ukazi. Brezžična komunikacija med napravami poteka preko Zigbee protokola.

## 2.3 STANDARD ZIGBEE

Zigbee je protokol, ki se uporablja za brezžično komunikacijo med napravami. Je odprtokodni standard, ki v ospredje postavlja nizkoenergijsko in poceni komunikacijo.

Protokol je opisan v standardu IEEE 802.15.4 in deluje v območju nelicenciranih pasov 868 MHz, 902-928MHz in 2,4 GHz.



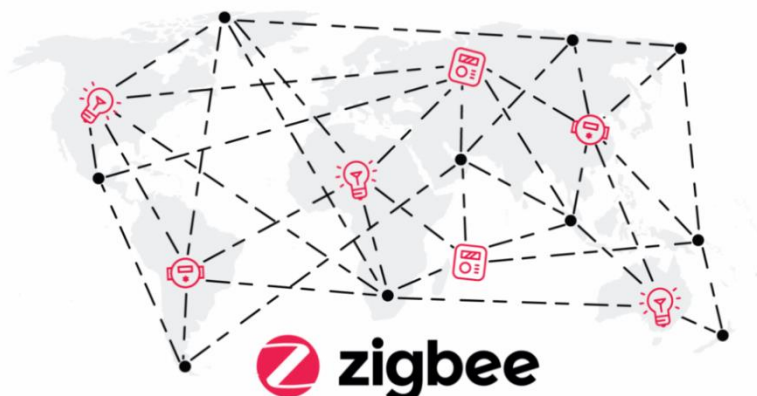
*Slika 4: Primerjava wifi kanalov in Zigbee kanalov  
(QI Controls, interno gradivo, 2019)*

Zigbee kanali se nahajajo v istem območju kot wifi kanali, zato je zelo pomembno, kako načrtujemo Zigbee omrežje, da ne prihaja do medsebojnih motenj.

Protokol spada med PAN protokole (Personal Area Network), kot na primer vsem dobro znani Bluetooth.

Trenutno je v razvoj vključenih preko sto svetovno znanih podjetij, kot npr. Philips, Siemens, Samsung, Amazon ... Leta 2002 so omenjena podjetja ustanovila krovno organizacijo Zigbee Alliance, ki skrbi in usklajuje standard Zigbee.

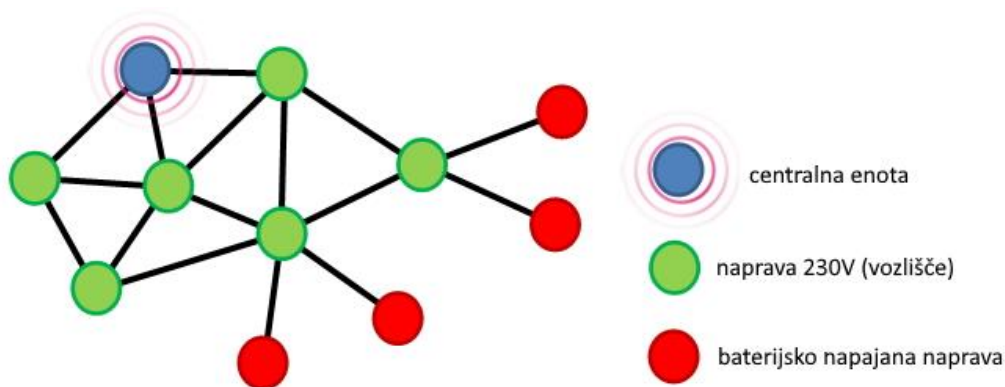
Protokol Zigbee je zaščiteno s 128-bitnim, simetričnim šifrirnim ključem. Poglavitne prednosti Zigbee omrežja so zanesljivo delovanje, nezahtevnost in nizka poraba energije. Razdalja prenosa je omejena na približno 10-100 metrov, odvisno od okolja. Vse naprave povezane lahko prejemajo podatke iz ostalih Zigbee naprav in uporabljajo enak komunikacijski standard. Trenutna verzija je Zigbee 3.0 in je združljiv z vsemi starejšimi različicami. Naprave Zigbee z napajanjem 230V lahko kopirajo podatke in jih posredujejo drugim napravam. Naprave se povezujejo v mrežno omrežje.



Slika 5: Zigbee mrežno omrežje  
(Xiaomiplanet, 2020)

Kot smo že omenili, Zigbee naprave delujejo na krajših razdaljah, zaradi nizke porabe energije signal med napravami lahko tako potuje skozi več naprav, da pride do ciljne naprave. Več kot je vozlišč v (naprav z 230V napajanjem), bolj je stabilno omrežje. Če slučajno ena izmed naprav (vozlišče) v takem mrežnem omrežju odpove, lahko signal potuje po alternativni poti skozi ostala delujoča vozlišča.

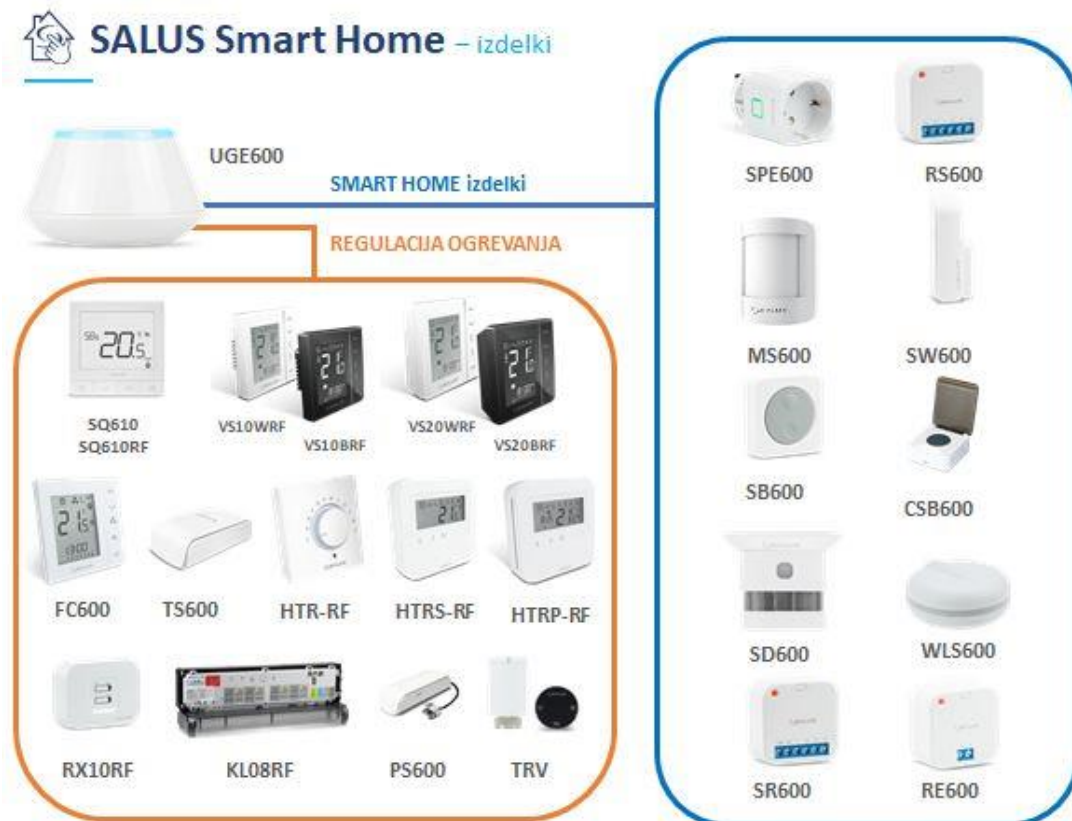
V Zigbee omrežje povezujemo tri vrste naprav. Osnova vsakega Zigbee mrežnega omrežja je centralna enota – internetni prehod. Centralna enota nadzoruje celotno omrežje in lahko povezuje do 100 enot. Centralna enota tudi omogoča povezavo z internetom preko internetnega usmerjevalnika in s tem omogoča upravljanje Zigbee naprav na daljavo. Naslednja vrsta naprav so usmerjevalniki (repetitorji). Opravljajo funkcijo vozlišč, skrbijo za prenos podatkov med napravami. Nato pa imamo še zadnjo skupino naprav, to so različni senzori in stikala. Naprave, ki imajo baterijsko napajanje, ne morejo posredovati podatkov (nimajo funkcije usmerjevalnika), ker so večino časa, da prihranijo energijo (baterijo), v stanju pripravljenosti oziroma mirovanju.



Slika 6: Zgradba Zigbee omrežja  
(QI Controls, 2020)

## 2.4 PREDSTAVITEV IZDELKOV

Pri predstavitvi se bom osredotočil na naprave, uporabljene v sistemu, ki ga bom v nadaljevanju naloge analiziral.

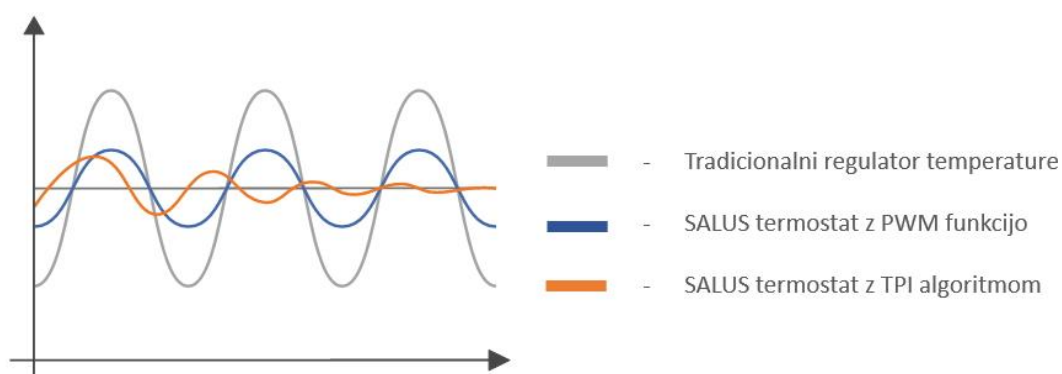


Slika 7: Salus Smart Home izdelki  
(QI Controls, 2021)

Prehod UGE600 je centralna enota, koordinator celotnega omrežja, in uporabniku omogoča nadzor nad sistemom pametne inštalacije z aplikacijo SALUS SMART HOME. UGE600 je prehod med internetom (npr. pametnim telefonom) in napravami, povezanimi v Zigbee omrežje. Centralna enota lahko v mrežno omrežje poveže do 100 naprav.

Naslednja naprava, pomembna za stabilnost omrežja, je RE600 ponavljalnik omrežja Zigbee. Njegova uporaba je priporočljiva, kadar so med napravami večje razdalje ali ovire, debele stene ali kovinski elementi, in v primeru, ko imamo v omrežje povezanih veliko naprav z baterijskim napajanjem. Kadar imamo v omrežju veliko naprav z napajanjem (230V), njegova uporaba ni potrebna, saj njegovo funkcijo prevzamejo naprave na stalnem napajanju. Poleg svoje primarne funkcije opravljajo tudi funkcijo ponavljalnika omrežja.

Naslednja pomembna skupina izdelkov so termostati. Delimo jih lahko v več skupin po različnih lastnostih, najprej po vrsti napajanja 230V ali baterijsko, po naslednji delitvi pa, ali so tedenski (programski) ali dnevni. Dobra lastnost pametne inštalacije je ta, da v aplikaciji vsi termostati postanejo programski. Salus »pametni« termostati delujejo po TPI algoritmu.



Slika 8: Primerjava različnih protokolov regulacije - odmiki od želene temperature  
(QI Controls, 2020)

Trenutno najbolj dovršena termostata sta SQ610 in SQ610RF, tako oblikovno kot funkcionalno. SQ610 je žični z 230V napajanjem, SQ610RF ima vgrajeno Li-Ion baterijo, ki se jo polni vsako drugo ogrevalno sezono. Serija termostatov SQ610 ima poleg senzorja temperature tudi senzor vlažnosti. Z njimi je mogoče regulirati tako hlajenje kot ogrevanje z preprostim preklopom.

Termostat VS10W je vgradni žični tedenski termostat, odlikuje se po svoji obliki. Nato imamo tu še serijo HTR brezžičnih termostatov z baterijskim napajanjem. HTRS-RF termostati so dnevni termostati.

V naslednji skupini izdelkov sta pametni rele SR600 in pametni vtič SPE600. Oba sta največkrat uporabljena kot vklop/izklop izvrševalca ukazov ostalih naprav ali pravil, nastavljenih po urnikih. Razlika med njima je v načinu inštalacije saj je za priklop pametnega releja potrebnega nekaj osnovnega znanja električarja, in pa v tem, da lahko s pametnim vtičem merimo tudi porabo naprave, ki jo upravlja.

Pametne termostatske glave TRV\* so namenjene nadzoru radiatorskega ogrevanja. Za pravilno delovanje moramo TRV glavo seznaniti z brezžičnim termostatom v prostoru. Na en termostat lahko povežemo do šest glav. Termostatske glave zagotavljajo zaščito proti zmrzovanju, varovanje ventila pred blokado, periodično se testno odprejo in zaprejo (enako funkcijo omogočajo pametni releji npr. za obtočne črpalke)

Kot zadnjo skupino naprav omenimo še senzorje. Izpostavil bi senzor SW600 za okna in vrata, ki ima najpogosteje dve funkciji. Prva funkcija je varnostna npr. pošiljanje opozoril uporabniku o spremembi statusa okna ali vrat, druga funkcija pa je funkcija stikala, npr. vklop alarma ali npr. izklop ogrevanja ob spremembi statusa okna, vrat.



## 2.5 SALUS SMART HOME APLIKACIJA

Z aplikacijo SALUS Smart Home preko internetnega prehoda UGE600 upravljamo naprave, povezane v mrežo. Do aplikacije lahko dostopamo preko pametnih naprav z Android in iOS sistemom ali osebnimi računalniki preko spletnih brskalnikov. Aplikacija deluje v načinu "s povezavo" in načinu "brez povezave". Z aplikacijo lahko upravljamo vse elemente, ki so vidni v aplikaciji (regulatorji temperature, pametni vtiči, releji, aktivatorji pravil) od koder koli na svetu, seveda v načinu "povezavo". Način "brez povezave" je mišljen zgolj kot rezervni dostop v primeru, ko smo v objektu z vgrajenim sistemom, pa smo zaradi višje sile ostali brez internetne povezave.



*Slika 9: Salus Smart Home aplikacija  
(QI Controls, 2020)*

Za pričetek uporabe aplikacije moramo registrirati račun in imeti internetno povezavo. Najprej aktiviramo internetni prehod, imeti moramo aktivno internetno povezavo, nato dodajamo naprave v račun. Ko imamo vse naprave povezane na internetni prehod, preko aplikacije aktiviramo ustrezne ukaze in povezave.

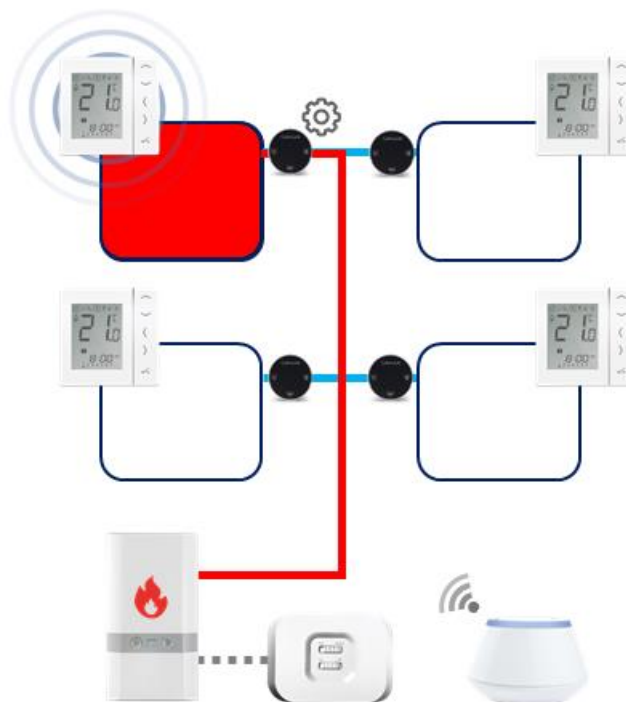
Vstopno stran aplikacije si lahko personalizirate s fotografijo po svoji izbiri. Na vstopno stran aplikacije si pripnete naprave in ukaze ki jih želite imeti hitro dostopne.

Aplikacija ima sodoben in preprost dizajn. Statusi naprav se izpisujejo v kontrastnih barvah - oranžni, zeleni in sivi, kar odlično vpliva na preglednost sistema. Okna/"ploščice" - označujejo status posameznih naprav. Oranžna pomeni, da naprava aktivno deluje, zelena, da ne deluje, siva, da je prišlo do težave s povezljivostjo. Vse informacije o napakah in opozorila so dostopni v zgornjem desnem kotu pod rdečim klicajem (npr. baterije v Sobi1 se bodo kmalu spraznile, termostat v Sobi2 je izgubil povezavo), kar je zelo priročno in v veliko pomoč pri vzdrževanju sistema pametne inštalacije.

## 2.6 PREDSTAVITEV DELOVANJA

Kot sem že prej omenil, daje Salus Smart Home sistem največji poudarek upravljanju ogrevanja/hlajenja, torej energetske učinkovitosti sistema.

Za ogrevanje imamo na primer tri možnosti: nastavimo temperaturo, ki ustreza funkcijam posameznih prostorov (npr. različni parametri za kopalnico, spalnico, dnevno sobo, hodnik). Druga možnost je, da nastavimo stalen, samodejen urnik ogrevanja za vsak dan v tednu, in kot zadnja možnost, lahko odvisno od okoliščin, ne glede na to, kje smo, na daljavo prilagodimo parametre ogrevanja za posamezni prostor.



Slika 10: Delovanje Salus Smart Home, ogrevanje z radiatorji  
(QI Controls, interno gradivo, 2019)

Na sliki 10 imamo nazorno prikazano, kako deluje ogrevanje v primeru vgradnje Salus Smart Home regulacijskih naprav. V našem primeru imamo 4 prostore z po 1 radiatorjem. Vsak od prostorov ima svoj termostat, radiator pametno termostatsko glavo ter nastavljeno individualno temperaturo. Kot lahko vidimo, so trije prostori že dosegli nastavljeno vrednost ogrevanja, eden izmed prostorov pa še ne. Na sliki 10 lahko vidite, da prenos toplote poteka samo do prostora, kjer je ogrevanje še potrebno. Marsikdo bi dejal, to lahko dosežemo tudi z navadnimi mehanskimi termostatskimi glavami. Kar se tiče omejevanja ogrevanja, drži, kar se pa tiče posledično vklapljanja in izklapljanja – regulacije vira ogrevanja, pa ne drži. V našem primeru lahko vsak izmed termostatov individualno vklaplja in izklaplja vir ogrevanja, v tem je glavna prednost pametne inštalacije, in pa seveda, da ne pozabimo možnosti korekcije nastavitve na daljavo.

Naslednje področje sta upravljanje osvetljave, rolet in vrat z stikali za vklop in izklop. Ponovno imamo tri možnosti na primer vklop in izklop ob določenem času ali na primer spuščanje rolet



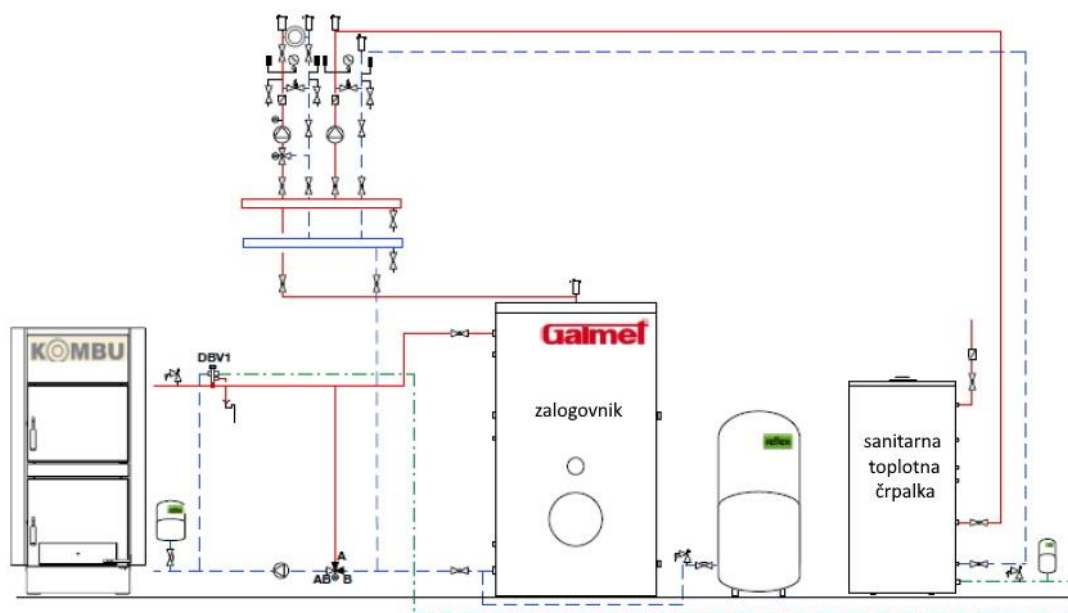
ob sončnem zahodu in dvig ob vzhodu. Z že prej omenjenim "One Touch" ukazom lahko na daljavo aktivirate predhodno shranjeno pravilo svetlobne simulacije, na ta način na primer izvedete simulacijo prisotnosti družinskih članov.

Zadnji sklop naprav so razni senzorji. Trenutno lahko v sistem povežete temperaturne senzorje, senzor dima, senzor proti izlitju vode, senzor prisotnosti in senzorje za vrata in okna. Vse naprave, povezane v sistem, lahko poljubno vključujete v svoje scenarije. Na primer, nekdo je odprl vhodna vrata, na telefon prejmeš opozorilni sms. Senzor v kurilnici zazna dim, prejmeš opozorilni sms. Nekdo odpre okno v dnevni sobi, senzor izklopi ogrevanje v tem prostoru, dokler se okno ponovno ne zapre. Senzor prisotnosti na stopnišču zazna premik in vklopi luč. Odidemo iz objekta in vklopimo na primer scenarij "varovanje doma", senzorji sedaj dobijo novo funkcijo. Senzor na stopnišču ne bo več vklopil luči in senzor v dnevni sobi ne bo izklopil ogrevanja, ampak bosta, če bosta aktivirana, poslala opozorilni sms "nepooblaščen vstop v objekt" ali aktivirala sireno itd. Možnosti je nešteto, scenarije lahko poljubno dopolnjujete in spreminjate v preprostem uporabniškem vmesniku (aplikaciji) z nekaj logičnimi stavki KO, IN, ALI, NATO ter vrednostnimi intervali.

### 3 OBSTOJEČE STANJE

#### 3.1 ENODRUŽINSKA HIŠA – OGREVALNI SISTEM

Primerjavo klasične regulacije ogrevanja in nato implementacijo pametne inštalacije bom izvedel na enodružinski hiši. Hiša je velikosti okoli 200 m<sup>2</sup>. Za primarni vir ogrevanja se koristi 30kW klasični kotel na drva z prigrajenim zalogovnikom 1000 l, za ogrevanje sanitarne vode pa se v poletnih mesecih še dodatno koristi sanitarna toplotna črpalka.



Slika 11: Kotlovnica  
(Lastni vir)

Hiša ima tri bivalna nadstropja. Prenos toplote po prostorih poteka s pomočjo ene obtočne črpalke preko radiatorjev. Radiatorji so v veliki večini brez termostatskih glav.

Delovanje kotlovnice je rešeno z Seltronovim regulatorjem ND3 po spodnji shemi (slika 12).

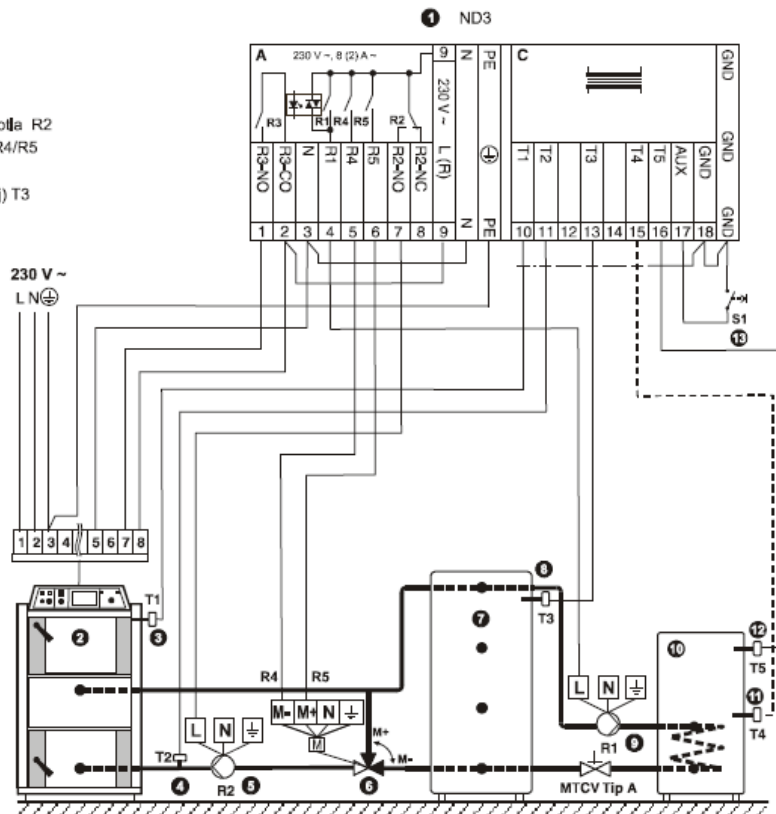
**LEGENDA:**

**Elementi ogrevalne in regulacijske tehnike:**

- 1 Diferenčni regulator ND3
- 2 Kotel na trdo kurivo
- 3 Tipalo temperature kotla T1
- 4 Tipalo temperature povratnega voda T2
- 5 Obtočna črpalka za polnjenje hranilnika iz kotla R2
- 6 Regulacija odvzema toplote iz hranilnika R4/R5
- 7 Hranilnik toplote
- 8 Tipalo temperature hranilnika toplote (zgoraj) T3
- 9 Črpalka za ogrevanje sanitarne vode R1
- 10 Grelnik sanitarne vode
- 11 Tipalo temperature sanitarne vode T4
- 12 Tipalo temperature sanitarne vode T5
- 13 Tipka za zagon kotla

Parameter (tipalo)	Območje	Tov. n.
P 1 - T1min	-10 + 100	50 °C
P 2 - T1zel	x	x
P 3 - T1max	20 + 140	95 °C
P 4 - T2min	x	x
P 5 - T2zel	0 + 120	60 °C
P 6 - T2max	x	x
P 7 - T3min	-10 + 100	20 °C
P 8 - T3zel	x	x
P 9 - T3max	20 + 140	110 °C
P10 - T4min	x	x
P11 - T4zel	0 + 120	70 °C
P12 - T4max	20 + 140	90 °C
P13 - Tdif1 (T1max-T1)	4 + 30	12 K
P14 - Tdif2 (T3-T4)	4 + 30	12 K
P15 - HisLT1	x	x
P16 - HisLT2	x	x
P17 - HisLT3	x	x
P18 - HisLT4	1 + 10	2 K
P19 - Pwm	x / (-1)*	x / 1*
P20 - Prednost	x	x
P21 - Zakasnitev	--, 0 + 995	30 min

\* Možnost nastavitve parametra samo pri regulatorjih ND3+.



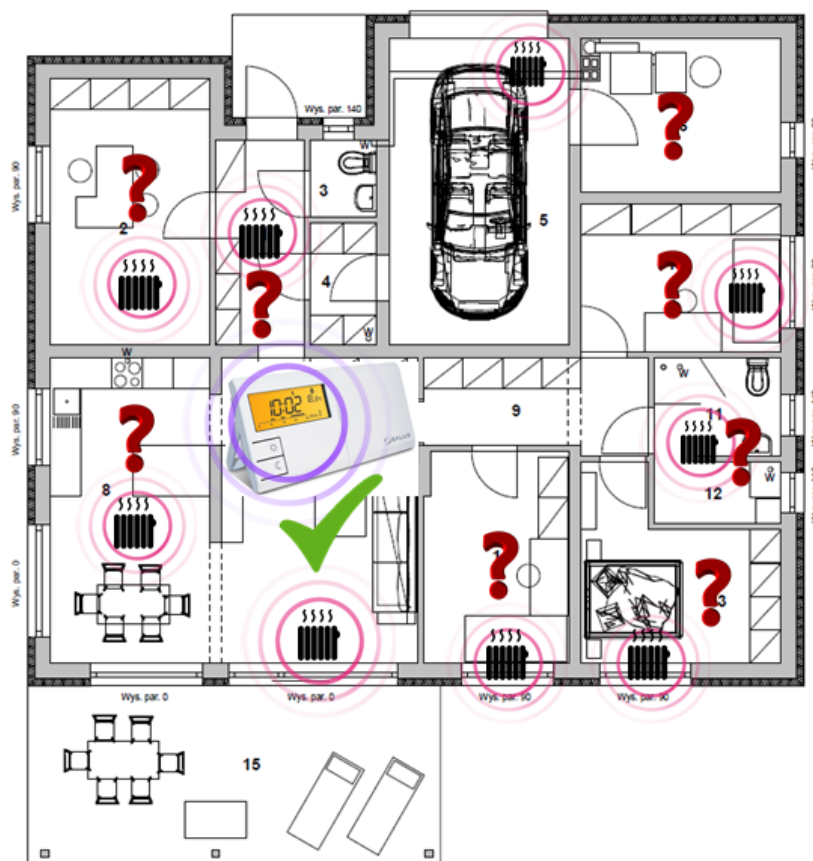
Slika 12: Hidravlična shema regulator ND3  
(Seltron, 2006)

### 3.2 OBSTOJEČA REŠITEV

V hiši sta dve ločeni gospodinjstvi. Prvo gospodinjstvo sta dva upokojenca, ki večino časa preživita doma. Njuni dnevni prostori potrebujejo konstantno ogrevanje.

Drugo gospodinjstvo sta dva zaposlena in dva otroka, ki obiskujeta vrtec. Njihovi bivalni prostori potrebujejo ogrevanje med delovnikom od 14h popoldne do 6h zjutraj ter konstantno ogrevanje za vikend.

Z obstoječo regulacijo se je celoten objekt konstantno ogreval.



Slika 13: Klasična regulacija ogrevanja  
(QI Controls, interno gradivo 2019)

Obstoječi sistem regulacije je imel 1 sobni termostat v srednjem nadstropju, regulacijo temperature z mehanskim termičnim mešalnim ventilom, ki regulira temperaturo vode v ogrevalnem krogu in delovni termostat v zalogovniku, ki je ob izpraznitvi zalogovnika (padcu temperature) blokiral obtočno črpalko.

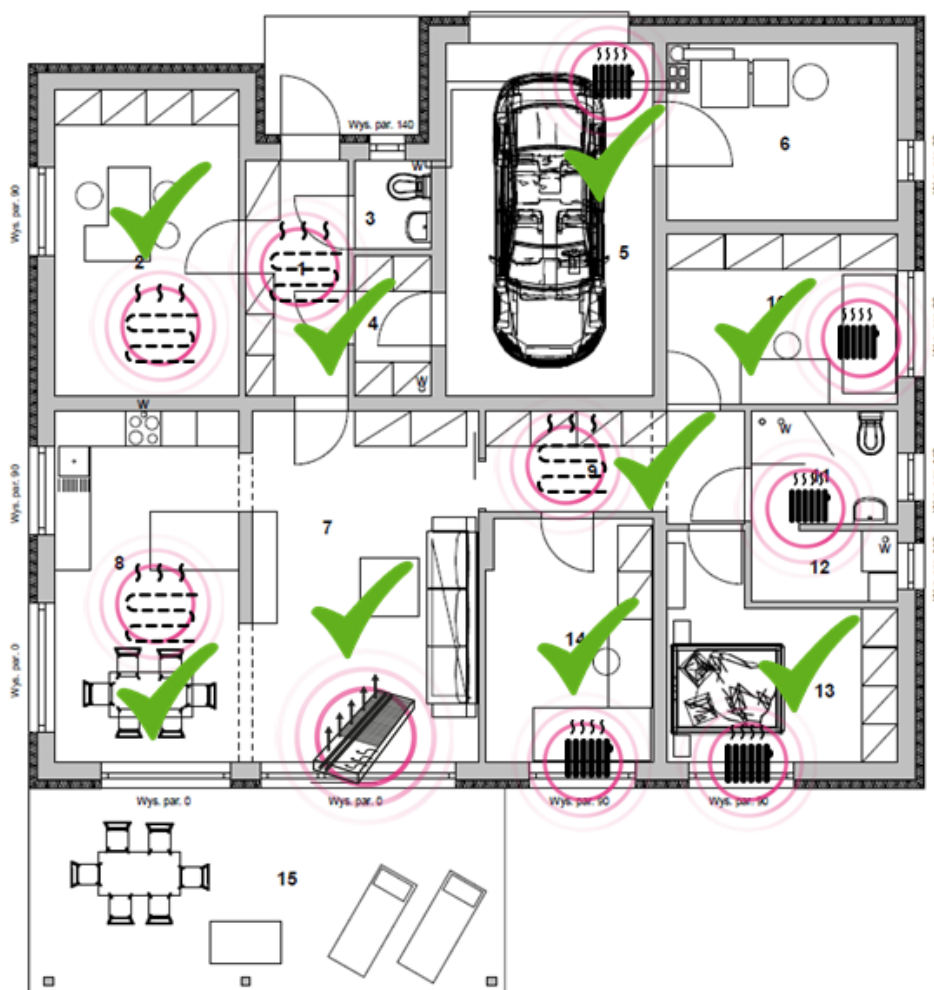
Regulacijo radiatorjev smo izvedli z hidravličnim uravnoveženjem, z regulacijo pretoka na spodnjih radiatorjih. Enakomerne temperature po celotnem objektu ni bilo možno doseči. Največ težav smo vedno imeli v prehodnih obdobjih v jeseni in spomladi, saj je bil termostat nameščen v dnevnem prostoru z velikimi okni na zahod in se je ta prostor dodatno ogrel tudi zaradi vpliva sonca. Zadevo smo reševali z ročnim zapiranjem radiatorjev v prostoru, kjer je bil nameščen termostat in dviganjem temperature na delovnem termostatu. Kopalnice so bile

tope v začetni fazi vsakodnevnega ogrevanja, kasneje ne. Za kasnejši dvig temperature v kopalnicah smo uporabljali električne kaloriferje.

## 4 NADGRADNJA SISTEMA S SMART HOME SISTEMOM

Pri prenovi obstoječe regulacije ogrevanja smo se želeli izogniti kakim večjim gradbenim posegom, npr. predelavi razvoda ogrevalnega sistema, še vedno pa smo hoteli doseči optimizacijo in racionalizacijo ogrevanja in večjo energetske učinkovitost objekta. Najprej smo na vseh radiatorjih zamenjali klasične ventile z termostatskimi ventili. V vse prostore razen hodnike in stopnišča smo namestili Salus Smart Home termostate, na radiatorje pa smo namestili pametne termostatske glave. V kotlovnici smo dodali pametni rele za obtočno črpalko. Na radiatorje na hodnikih in stopnišču smo namestili klasične termostatske glave in jih omejili na minimalno delovanje.

Ob prenovi regulacije ogrevanja smo imeli v mislih predvsem, kako doseči večjo ekonomičnost ogrevanja in seveda večje udobje, hkrati pa tudi čim manjši strošek investicije.



Slika 14: Inteligentna (conska) regulacija ogrevanja  
(QI Controls, 2020)

## 4.1 PRIMERJAVA UPORABE

Kompletno primerjavo bom izpeljal iz konkretnega primera, tako da posploševanje ni povsem na mestu. Največja prednost inteligentne inštalacije je kontrolirano ogrevanje – torej udobje. Po vgradnji Salus Smart Home komponent ni v hiši nič več hladnega ali vročega prostora. Conska regulacija dobro opravlja svojo funkcijo. Ko pa preidemo na temo večje ekonomičnosti ogrevanja, je potrebna nekoliko obširnejša razprava. Prihranek na ogrevanju raste sorazmerno z dizefikacijo življenjskih stilov posameznih uporabnikov. Če razložim na podlagi svojih opažanj, konkretno v našem primeru, je prišlo do večjih prihrankov med tednom, saj smo lahko v dopoldanskem času omejili ogrevanje samo na prostore, ki so bili dejansko v uporabi, medtem ko se je poraba med vikendom nekoliko povečala, ker so bili sedaj vsi prostori v hiši enakomerno ogreti.

Dobra lastnost pametne inštalacije je, da se (če ji seveda to omogočiš v nastavitvah) uči, koliko časa potrebuje, da se določen prostor segreje na želeno temperaturo, in kakšna je toplotna vztrajnost prostora, preden se ta začne ohlajati. Na ta način se optimizira čas ogrevanja in poskrbi, da so odmiki od temperatur na urnikih zanemarljivi. Da razložim podrobneje. Klasičen termostat npr. nastavimo ob 6h zjutraj na 21 stopinj, to pomeni, da se bo termostat ob 6h vklopil in bo ogreval, dokler ne bo dosegel 21 stopinj. Termostat pri pametni inštalaciji pa predvidi (se nauči na podlagi preteklih aktivnosti), kdaj mora začeti z ogrevanjem, da bo ob 6h 21 stopinj, in hkrati tudi, kdaj lahko prekine z ogrevanjem, da se bo samo približal in ne presege 21 stopinj, oziroma vnaprej upošteva spremembe v urniku ogrevanja, npr. če sledi znižanje temperature, termostat ne bo zadnji trenutek vklopljal ogrevanja.

Gotovo je največji minus pametne inštalacije strošek investicije. Na kratek rok je skoraj nemogoče investicijo ekonomsko upravičiti. Razloge zanjo moramo iskati v povečanju udobja, potem se nam bo tehnika hitro prevesila na stran pametne inštalacije. Naslednja ovira je: če želimo sami postaviti sistem, moramo dobro poznati svoj ogrevalni sistem in zmožnosti pametne inštalacije, treba si je zamisliti pravilno logiko delovanja.

Ko je sistem enkrat postavljen, je uporaba zelo preprosta. Aplikacija je uporabniku prijazna, grafično nazorna in enostavna za uporabo. Sprva sem imel pomisleke, kako bo tak sistem mogoče vzdrževati. Večina naprav je kljub vsemu takih z baterijskim napajanjem. Vendar moram priznati proizvajalcu, da je poraba zelo ekonomična. Baterije se dejansko menjajo nekje na dve ogrevalni sezoni. Sistem sam preko aplikacije opozarja in sporoča uporabniku, ko v neki napravi baterije oslabijo.

Pametna inštalacija je primerna predvsem za kontrolirane vire ogrevanja, npr. toplotna črpalka, oljni/plinski kotel, in manj primerna oziroma neprimerna za nekontrolirane vire ogrevanja, npr. kotel na drva, saj v takih sistemih njena funkcionalnost ne more priti do izraza.

Če je sistem pametne inštalacije od začetka pravilno zastavljen – dovolj vozlišč, je omrežje zelo stabilno, ne glede na to, da vse skupaj poteka na brezžični komunikaciji. Slabost brezžičnih naprav je samo v tem, da ob popolnem izpadu elektrike v objektu sistem potrebuje nekaj časa, da se ponovno vzpostavi in poveže v funkcionalno omrežje.

## 4.2 POVZETEK RAZISKAVE

Kot sem že omenil, za ogrevanje objekta uporabljamo kotel na drva. Imamo nekaj malega svojega gozda, nekaj drv pa vsako drugo leto kupimo. Zadnji nakup je bil 12 m<sup>3</sup> po 55 € za kubični meter drv. Naš objekt ogrevamo nekje med 7 in 8 mesecev na leto.

Na mrzel dan (pozimi) smo z klasično regulacijo, en termostat za celoten objekt, porabili 0,08 m<sup>3</sup> drv na dan. V toplejših dnevih je bila seveda poraba manjša. Za pravilnejši izračun sem zato v izračunu upošteval 7 mesecev z dnevno porabo 0,08 m<sup>3</sup> drv na dan. Letno smo tako za ogrevanje stavbe porabili okoli 15 do 16 m<sup>3</sup> drv. Torej, če preračunamo v denar, 16 m<sup>3</sup> x 55 € je to znašalo 880 € na kurilno sezono.

V spodnji tabeli je seznam naprav, ki smo jih vgradili v hišo. Strošek investicije je bil 2066 €, strošek dela pa sem zanemaril, ker sem inštalacijo izvedel v lastni režiji.

<b>Kurilnica</b>		
<b>UGE600 - internetni prehod</b>	1	151 €
<b>SR600 - rele</b>	1	63 €
<b>SPE600 - pametni vtič</b>	1	58 €
<b>Pritličje</b>		
<b>SQ610 termostat 230V</b>	1	112 €
<b>HTRS-RF(30) - termostat</b>	2	72 €
<b>TRV10RFM - ter. glava</b>	4	67 €
<b>Nadstropje</b>		
<b>VS10WRF termostat 230V</b>	1	101 €
<b>HTRS-RF(30) - termostat</b>	3	72 €
<b>TRV10RFM - ter. glava</b>	7	67 €
<b>Ter. glava (navadna)</b>	3	6 €
<b>RE600 - repetitor</b>	1	49 €
<b>Mansarda</b>		
<b>HTRS-RF(30) - termostat</b>	3	72 €
<b>TRV10RFM - ter. glava</b>	3	67 €
<b>Skupaj</b>		2066 €

Tabela 1: Spisek naprav, vgrajenih v objekt, in strošek investicije  
(Lastni vir)

Po vgradnji pametne inštalacije je poraba za ogrevanje med tednom padla za nekje 0,02 m<sup>3</sup> na dan od ponedeljka do petka in narasla za 0,01 m<sup>3</sup> na dan za vikend. Razlog za to razliko sem že razložil v prejšnjem poglavju.

Z optimizacijo regulacije ogrevanja na teden prihranimo okrog 0,08 m<sup>3</sup> drv. Če to preračunamo, smo v eni kurilni sezoni prihranili okoli 2,24 m<sup>3</sup> drv, kar je preračunano v denar 123 €.

Torej bomo, da ekonomsko upravičimo investicijo, potrebovali cca 17 ogrevalnih sezon (2066 €/123 €=16,80 €).

Po nekaj tednih uporabe pametne inštalacije smo dodatno vgradili še dodatni senzor za okna. Da je to potrebno, smo ugotovili naknadno, zaradi naše navade, da vsako jutro prezračimo spalnico ob odprtem oknu. Zaradi padca temperature v prostoru je termostat zahteval ogrevanje. Z namestitvijo senzorja na okno smo sistemu sporočili oziroma avtomatizirali izklop ogrevanja v spalnici za čas zračenja.

Če sem iskren, smo po prvi kurilni sezoni med letom, dokupili še kar nekaj naprav za regulacijo ostalih naprav, poleg ogrevanja npr. regulacijo rekuperatorjev, radia itd. Človek se hitro navadi na prednosti pametne inštalacije. Najboljše pri tem pa je, da lahko sistem gradiš postopoma glede na potrebe in finančne zmožnosti.

Moram priznati, da sem navdušen uporabnik pametne inštalacije, tako da verjetno nisem najbolj objektivni pisec.



## 5 ZAKLJUČEK

Če na kratko povzamem, Salus Smart Home v prvi vrsti v primerjavi z klasičnimi oblikami regulacije konkretno poveča udobje uporabnika, regulacijo ogrevanja pa dvigne na povsem nov nivo. Sistem je preprost, učinkovit in uporabniku prijazen. Uporabnik z nekim povprečnim poznavanjem delovanja ogrevalnega sistema in seveda osnovnimi veščinami električarja, lahko sam sestavi soliden avtomatiziran sistem. Povečanje ekonomičnosti ogrevanja, da, vendar je odvisno od tega, koliko nepotrebnega ogrevanja bomo zreducirali glede na predhodno klasično regulacijo. Konkretno v našem primeru težko upravičimo investicijo, če vzamemo za merilo samo prihranek energije. Moramo pa tudi upoštevati, da smo implementacijo pametne inštalacije izvedli na objektu, kjer imamo za vir ogrevanja drva. Zaradi tega dopuščam možnost napake v izračunu prihranka, saj so vsi izračuni na podlagi okvirnih podatkov; če bi imeli v sistemu nadzorovan vir ogrevanja, npr. oljni kotel ali toplotno črpalko, bi bile meritve točnejše, pa tudi sama regulacija bi prišla bolj do izraza, saj bi vir ogrevanja deloval samo, ko bi to bilo potrebno, kar pri kotlu na drva ni izvedljivo.

Največji minus je seveda cena. Kompletan sistem hitro doseže strošek ene ali dveh ogrevalnih sezon, kar je še vedno največji razlog, ki ljudi odvrne od vgradnje sistema.

Z Salus Smart Home sistemom je mogoče v večini obstoječih hiš brez večjih posegov v hidravliko zagotoviti consko kontrolirano ogrevanje po željah uporabnika. Prednost omenjenega sistema je tudi v možnosti postopne izgradnje sistema po finančnih zmožnostih investitorja.

Glede na način življenja in navade ljudi v današnjem času in pa smernice, ki kažejo, da si vse več ljudi želi nadzor nad napravami v svojem domu preko pametnih naprav (npr. mobilnih telefonov), je Salus Smart Home rešitev za obstoječe objekte, kjer bi vgradnja profesionalnih pametnih inštalacij predstavljala prevelik poseg v sam objekt in ne nazadnje tudi neracionalno velik finančni zalogaj.

Na trgu obstaja več ponudnikov predstavljenih rešitev, med sabo variirajo tako cenovno kot po kvaliteti, tako da je na kupcu, da izbere ponudnika. Slabost je predvsem ta, da vsaj zaenkrat sistemi različnih proizvajalcev niso združljivi, torej, ko se odločite za enega proizvajalca, ste primorani kupovati samo pri njem. Dogovori po poenotenju sistemov sicer potekajo, vendar je to zaenkrat le na papirju.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- Bavčar, J. (2016). *Pametne inštalacije: Upravljanje po scenarijih*. Revija Delo in dom. Pridobljeno 25. 8. 2021 z naslova <https://deloindom.delo.si/energijska-ucinkovitost/pametne-instalacije-upravljanje-po-scenarijih>.
- Dvoršak B. (2017). *Inteligentne inštalacije*. Pridobljeno 27.8.2021 z naslova <http://www.razvoj-upd.si/wp-content/uploads/2017/07/3.-INTELLIGENTNE-INSTALACIJE-TEORIJA-Branko-Dvorsak.pdf>.
- *Kaj je tehnologija Zigbee, zakaj je pomembna za pametni dom in kateri izdelki Xiaomi ga podpirajo?* (22. 11. 2020). Xiaomiplanet. Pridobljeno 26. 8. 2021 z naslova <https://sl.xiaomiplanet.sk/zigbee-tehnologija/>.
- QL CONTROLS Sp z o.o., Sp.k. (2019) Delovno gradivo z izobraževanja: *Salus izdelki, predstavitev izdelkov, pregled po skupinah izdelkov, teoretično in praktično usposabljanje trgovcev in inštalaterjev*. Kobilice.
- QL CONTROLS Sp z o.o., Sp.k. (2020) Interno gradivo za izobraževanje: *Predstavitev Salus Smart Home sistema*. Kobilice.
- SALUS CONTROLS. (2021). Pridobljeno 2. 9. 2021 z naslova <https://saluscontrols.si/>
- SALUS SMART HOME. (2020). Pridobljeno 2. 9. 2021 z naslova <http://salus-smarthome.si/>.
- SALUS CONTROLS KATALOG IZDELKOV. (2020). Kobilice: QL CONTROLS Sp z o.o., Sp.k..
- SELTRON (2006), *Navodila za uporabo, nastavitve in montažo – Diferenčni regulator ND1, ND2, ND1+, ND2+, ND3*.
- Varčujem z ENERGIJO. (2020). *Pametna hiša*. Pridobljeno 26. 8. 2021 z naslova <https://www.varcevanje-energije.si/inteligentne-instalacije/pametna-hisa.html>