

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

Raspberry Pi kot središče pametnih stavb

Tematsko področje: elektrotehnika, elektronika in robotika

Avtorja:

Jakob Dobnik

Ažbe Lukner

Mentorja:

Klemen Hleb dipl. inž. elektrotehnike (UN)

mag. Branko Dvoršak

Velenje, 2026

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenju, Elektro in Računalniški šoli.

Mentor: Klemen Hleb, dipl. inž. elektrotehnike (UN)
mag. Branko Dvoršak

Datum predstavitve: marec 2026

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD: ŠC Velenje ERŠ, šolsko leto 2025/2026

KG:

AV: Ažbe Lukner, Jakob Dobnik

SA: Klemen Hleb, Branko Dvoršak

KZ: 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA: ŠC Velenje, ERŠ

LI: 2026

IN: Raspberry Pi kot središče pametnih stavb

TD: Raziskovalna naloga

OP: 26 strani, 8 slik.

IJ SL

SL/EN

JI

AI

Živimo v času hitrega tehnološkega razvoja, kjer digitalne rešitve vse bolj posegajo tudi v področje bivanja. Pametne stavbe omogočajo avtomatizacijo različnih sistemov, kot so razsvetljava, ogrevanje, varnost in nadzor porabe energije, vendar so komercialne rešitve pogosto drage in zaprte. Zato sva si zadala cilj, da v raziskovalni nalogi preučiva možnost uporabe mikroračunalnika Raspberry Pi kot osrednje enote pametne stavbe. Namen raziskave je bil izdelati prototip sistema, ki omogoča zbiranje podatkov s senzorjev, njihovo obdelavo ter upravljanje naprav preko spletnega vmesnika. Sistem omogoča spremljanje temperature, vlažnosti, stanja razsvetljave ter osnovnih varnostnih funkcij. Med raziskovanjem sva preučila različne pristope povezovanja naprav, načine komunikacije ter možnosti avtomatizacije. V nalogi sva opisala uporabljene komponente, postopek postavitve sistema ter prednosti in slabosti izbrane rešitve. Ugotovila sva, da Raspberry Pi predstavlja cenovno dostopno in prilagodljivo platformo za manjše pametne sisteme, hkrati pa ima določene omejitve glede zmogljivosti in zanesljivosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND	School center Velenje electrical and computer school, school year 2025/26
CX	
AU	Ažbe Lukner, Jakob Dobnik
AA	Klemen Hleb, Branko Dvoršak
PP	3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
PB	School center Velenje electrical and computer school
PY	2026
TI	Raspberry Pi as the Center of Smart Buildings
DT	Research work
NO	26 pages, 8 pictures
LA	SL
AL	sl/en

We live in a time of rapid technological development, where digital solutions are increasingly influencing the way we live. Smart buildings enable the automation of various systems such as lighting, heating, security, and energy consumption monitoring; however, commercial solutions are often expensive and closed-source. Therefore, in this research project, we set the goal of exploring the possibility of using the Raspberry Pi microcomputer as the central unit of a smart building.

The purpose of the research was to develop a prototype system capable of collecting data from sensors, processing this data, and controlling devices through a web interface. The system enables monitoring of temperature, humidity, lighting status, and basic security functions. During the research process, we examined different approaches to device integration, communication methods, and automation possibilities. In the paper, we described the components used, the system setup procedure, as well as the advantages and disadvantages of the chosen solution. We concluded that Raspberry Pi represents an affordable and flexible platform for smaller smart systems, while also having certain limitations in terms of performance and reliability.

AB

KAZALO

1. UVOD	1
1.1 Ideja naloge	1
1.2 Hipoteze	1
2. TEORETIČEN DEL	1
2.1 Obstoječe rešitve in njihovi problemi	1
2.1.1 Profesionalne rešitve	1
2.1.2 Profesionalni sistemi	2
2.1.2 DIY sistemi	3
2.2 Cenovna primerjava	4
2.3 Programska oprema	5
3. Praktični del	6
3.1 Zasnova projekta	6
3.2 Priklop	7
3.3 Programiranje in parametriranje	8
3.4 Sistemi	12
3.5 1Home server	16
3.6 Primerjava 1HOME/Raspberry Pi 4	17
4. Ugotovitve	18
5. Zaključek	19

KAZALO SLIK

Slika 1: ETS 5 projekt, ki sva ga naredila za vodenje KNX komponent.	10
Slika 2 : Groupne Adresse, ki so bile uporabljene za vodenje tega ETS projekta.	11
Slika 3: ETS projekt zdaj integriran v Homeassistant. Izpišejo se nam vse Groupne Adresse.	11
Slika 4: Entitete karete ustvarimo s pomočjo integriranega ETS programa, Sonoff-a, Shelly, Alexa... ..	12
Slika 5: Spletna stran Homeassistant, ki jo lahko nastavimo in prilagodimo svojim željam... ..	13
Slika 6: Overview Homeassistant, ki je lepše prikazan in bolj čitljiv.	14
Slika 7: Projekt hiše, ki sva ga naredila, na kateri lahko tudi prižigamo luči, dvigujemo in spuščamo žalozije.....	14
Slika 8: IHome server	17

1. UVOD

1.1 Ideja naloge

V zadnjih letih se pametne inštalacije vse pogosteje uporabljajo v domovih, šolah in industriji.

Cilj naloge je pametne inštalacije narediti v bolj ugodnem in učinkovitem načinu, jim omogočiti sodelovanje z proizvajalci drugih komponent in omogočiti prilagodljivost na posebne želje porabnikov.

Z tem bi vsi uporabniki lahko sami naredili svojo pametno inštalacijo, jo nastavili na svoje željene nastavitve in vse to naredili za le odstotek cene profesionalnih sistemov.

1.2 Hipoteze

- S pomočjo RPI lahko med seboj povežemo več različnih sistemov pametnih inštalacij od različnih proizvajalcev, kot so KNX, Sonnof, Shelly...,
- RPI bo cenovno dostopnejši za domačega uporabnika,
- RPI je plug and play sistem in zato primeren za končnega uporabnika.

2. TEORETIČEN DEL

2.1 Obstoječe rešitve in njihovi problemi

2.1.1 Profesionalne rešitve

Na trgu je že kar nekaj pametnih inštalacij najvišjega nivoja, ki so uporabljene predvsem v industriji in večjih kompleksih. Najpogosteje se pojavijo v industriji, zaradi njihove visoke cene inštalacije.

2.1.2 Profesionalni sistemi

Profesionani sistemi pametnih inštalacij so celovite, zanesljive in dolgoročne rešitve za avtomatizacijo stavb, namenjene bivanju, poslovni rabi ali industriji. V primerjavi z DIY rešitvam so zasnovani za neprekinjeno delovanje, varnost in razširjenost.



KNX je odprt, mednarodni standard za profesionalne pametne inštalacije. Definira način, kako se različni proizvajalci med seboj sporazumevajo v sistemih za pametne stavbe. Razvit je bil kot združitev starejših standardov in danes velja za enega najbolj razširjenih standardov na svetu. Je zelo zanesljiv in stabilen, deluje brez internetne povezave. Zaradi teh prednosti je pa začetna investicija predcej visoka in zahteva programiranje. Najpogostejši proizvajalci za KNX standard so Schneider Electric, ABB, Siemens, Legrand, Jung, Gira,...



BACnet je odprt mednarodni komunikacijski standard za avtomatizacijo in nadzor stavb, posebe zasnovan za velike in kompleksne objekte, kjer je potreben centraliziran nadzor and tehničnimi sistemi. Razvit pod okriljem ASHRAE. Namenjem je temu, da lahko naprave različnih proizvajalcev med seboj komunicirajo v sistemih za upravljanje stavb. Sistem je idealen za velike objekte, ,dolgoročno uporabo in dober nadzor, kljub temu pa ni primeren za stanovanjske hiše, zahteve veliko znanja za konfiguracijo in običajno zahteva BMS strežnik.

Najbolj znani proizvajalci za ta standard so Siemens AG, Honeywall International, Johnson Controls, Schneider Electric SE.

LOXONE

Loxone ni odprt mednarodni standard kot KNX ali BACnet, temveč celovit pametni avtomatizacijski sistem, ki je zasnovan za avtomatizacijo domov in poslovnih prostorov. Poudarek je na enostavni integraciji, avtomatizaciji in centralnem nadzoru brez kompleksnih konfiguracij. Loxone je proprietarni sistem pametnih hiš, ki ga je razvilo podjetje iz Avstrije. Sistem omogoča avtomatizacijo različnih funkcij v objektu in deluje kot “vse v enem” rešitev, kjer centralna enota povezuje in krmili vse elemente. Edini in poglavitveni proizvajalec za Loxone je Loxone Electronics GmbH.

2.1.2 DIY sistemi



Sonoff je cenovno dostopen IoT sistem za pametni dom, namenjen predvsem DIY uporabnikom in enostavnim stanovanjskim projektom. Gre za ekosistem naprav, ki jih proizvaja podjetje ITEAD, upravljajo pa se prek aplikacije eWeLink in oblačne infrastrukture. Sonoff ni profesionalni standard, ampak potrošniški IoT ekosistem, ki omogoča hitro avtomatizacijo doma brez kompleksne inštalacije. Naprave delujejo večinoma prek Wi-Fi omrežja in so zasnovane za enostavno montažo ter uporabo brez strokovnega znanja.

Shelly

Shelly je IoT ekosistem pametnih naprav, ki omogoča preprosto avtomatizacijo in nadzor električnih naprav v domačem ali poslovnem okolju. Sistem temelji na Wi-Fi in drugih protokolih, pri čemer ni potreben poseben centralni krmilnik (hub). Shelly je blagovna znamka Shelly Group SE, ki razvija in trži pametne naprave za avtomatizacijo doma in objektov po svetu. Njihovi izdelki omogočajo daljinsko upravljanje in nadzor naprav, senzorjev in merjenje porabe energije prek mobilne aplikacije ali aplikacij tretjih sistemov.



Raspberry Pi ni standard niti gotov pametni sistem, temveč majhen, cenovno ugoden enokartični računalnik, ki se zelo pogosto uporablja kot centralni krmilnik za pametni dom, avtomatizacijo in IoT sisteme. Zaradi odprtosti in fleksibilnosti je izjemno priljubljen med študenti, razvijalci in profesionalci. Raspberry Pi je produkt Raspberry Pi Foundation, namenjen izobraževanju, razvoju in vgradnim sistemom. Gre za popoln Linux računalnik, ki lahko poganja različne avtomatizacijske platforme.

2.2 Cenovna primerjava

Da lahko primerjam ceno vseh teh različnih sistemov, bom v vsakemu sistemu izračunal povprečje elementov, in si zadal isti cilj. V stanovanju sem se odločil imeti 7 luči, ki jih lahko prižgem, ugasnem in dimmam, 4 žalozije z motorčkom, 3 radiatorje, klima in touch display iz

katerega lahko use komponente kontroliramo. Ta cena ne vključuje programiranja, programske opreme in inštalacije, torej izračun je v primeru, da bi inštalacijo naredili sami.

Komponenta	KNX (€)	BACnet (€)	Loxone (€)
Dimabilne luči (7)	460	600	160
Tipkala / stikala	980	400	1344
Žaluzije (4)	212	500	120
Radiatorji (3)	750	750	252
Klima vmesnik	200	300	120
Centralna enota	350	600	655
Touch display	500	800	192
SKUPAJ (material)	3452 €	3950 €	2843 €

Komponenta	Raspberry Pi (€)	Shelly (€)	Sonoff (€)
Centralna enota / krmilnik	80	80	80
Programska oprema	0	0	0
Dimabilne luči (7)	105	175	105
Tipkala / stikala	70	140	70
Žaluzije (4)	48	120	60
Radiatorji (3)	75	135	75
Klima vmesnik	20	35	20
Touch display	100	100	100
SKUPAJ (material)	≈ 498 €	≈ 705 €	≈ 430 €

V tej primerjavi cene je opazno, da so DIY izvedbe pametnih inštalacij cenovno zelo ugodne, medtem ko so izvedbe profesionalnih pametnih inštalacij predcej dražje. Kljub cenovni ugodnosti je za DIY rešitev potrebno veliko časa in znanja.

2.3 Programska oprema

KNX standard uporablja program ETS(Engineering Tool Software) za konfiguracijo in programiranje sistemov. To je plačljiv program, ker gre za profesionalno orodje za konfiguracijo naprav in logike v KNX omrežju. ETS nam ponuje različne vrste licenc ETS lite, ki je osnovna licenca za manjše projekte, ETS home za domače uporabnike omogoča do 64 naprav in ETS professional, ki je popona za kompleksne sisteme.

BACnet sam po sebi nima specifične programske opreme, ki ga kupiš kot eno licenco, temveč je standard komunikacije. Kako ga konfiguriraš, pa je odvisno od platforme ali BMS paketa, ki ga uporabljaš.

SCADA ali BMS programska oprema – profesionalni paketi, kot npr. Sauter Vision Center, so običajno po meri, cena pa je lahko od več 1000 € dalje – odvisno od velikosti sistema in modulov za podporo BACnet, grafiko, alarme itd.

BACnet clients ali vmesniki v različnih platformah (npr. Niagara Framework, Tridium ipd.) – licenciranje je odvisno od platforme in obsega projekta (pogosto naročnina ali licenca na vozlišče).

Loxone ima svoj konfiguracijski program Loxone Config, ki je popolnoma brezplačen, vključen v sistem Miniserver, brez mesečnih ali letnih stroškov, prejema brezplačne posodobitve in vizualizacije brez doplačil.

Sistem	Programska oprema	Opis	Cena (€)
KNX	ETS Lite	Osnovna licenca za manjše projekte	~200 €
KNX	ETS Home	Licenca za stanovanjske projekte (do 64 naprav)	~350 €
KNX	ETS Professional	Polna licenca za velike projekte	~1.000 €
BACnet	BMS / SCADA programska oprema	Odvisno od proizvajalca (Niagara, Desigo, Sauter ...)	≥ 2.000 – 10.000+ €
Loxone	Loxone Config	Konfiguracija in vizualizacija (vključeno)	0 € (brezplačno)

3. Praktični del

3.1 Zasnova projekta

Do ideje za raziskovalno nalogo sva prišla pri pouku, kjer smo pri učitelju spoznavali pametne inštalacije. Tema naju je zelo pritegnila, saj naju zanima sodobna tehnologija in avtomatizacija

doma. Skupaj sva začela razmišljati, da bi si podoben sistem uredila tudi doma. Pri raziskovanju različnih možnosti sva ugotovila, da je sistem KNX zelo zmogljiv, vendar tudi precej drag, zato sva začela iskati cenovno ugodnejše alternative.

Med nadaljnjim raziskovanjem sva ugotovila, da poleg KNX sistema obstaja tudi veliko drugih proizvajalcev pametnih inštalacij. Ker so bile komercialne rešitve pogosto cenovno zahtevne, sva se usmerila v alternativne možnosti. Tako sva naletela na številne DIY rešitve, ki omogočajo izdelavo pametnega sistema doma. Posebej sva se poglobila v uporabo Raspberry Pi, saj ta ponuja veliko možnosti za programiranje in povezovanje različnih naprav. DIY rešitve zahtevajo več znanja in časa za usposabljanje.

Da sva svoje obzorje in znanje pametnih inštalacij obogatila, sva se odločila udeležiti tekmovanja iz KNX pametnih inštalacij. Za zmago sva bila nagrajena z IHome serverjem, omogoča centralno upravljanje pametnih naprav in povezovanje različnih sistemov v enotno platformo. Ta rešitev naju je pritegnila predvsem zaradi enostavne uporabe, preglednega vmesnika in možnosti integracije z drugimi pametnimi napravami.

Po hitrem pregledu razpoložljivih rešitev sva ugotovila, da je IHome Server precej drag – njegova cena se giblje okoli 1.099 € + DDV za profesionalno verzijo za KNX sisteme, kar je za domačo uporabo visoka začetna investicija. Zaradi tega sva se še bolj podrobno usmerila v raziskovanje alternativ in se posvetila Raspberry Pi platformi, ki omogoča DIY rešitve za pametni dom. Raspberry Pi je enoploščni računalnik, ki ga je mogoče programirati in prilagoditi različnim sistemom pametnih inštalacij ter je občutno cenejši, osnovni modeli stanejo okoli 30 €–80 € za posamezne enote, odvisno od modela in konfiguracije.

3.2 Priklop

Preden sva Raspberry Pi sploh priklopila na napajanje in ostalo opremo, sva morala pripraviti tudi SD-kartico. Nanjo sva naložila poseben operacijski sistem, namenjen izključno uporabi Home Assistanta. To sva storila s pomočjo uradnega orodja, ki omogoča enostaven zapis sistema na SD-kartico. Ko je bil postopek zaključen, sva kartico vstavila v Raspberry Pi. Šele nato sva napravo priklopila na monitor, omrežje in električno napajanje. Ob prvem zagonu se je sistem samodejno zagnal in v terminalu prikazal osnovne informacije o delovanju, kar je pomenilo, da je bila naprava uspešno pripravljena za nadaljnjo konfiguracijo.

Po priklopu Raspberry Pi na električno napajanje, monitor in omrežje se je najprej prikazal zagonski postopek operacijskega sistema. Na zaslonu so se postopoma izpisovali podatki v terminalu, kjer je bilo mogoče spremljati nalaganje posameznih storitev ter preveriti stanje naprave. Med izpisanimi informacijami se je prikazal tudi IP-naslov Raspberry Pi, ki je ključen za nadaljnji dostop do sistema.

Ta IP-naslov sva vpisala v spletni brskalnik na drugem računalniku ali telefonu, kjer se je odprla spletna stran Home Assistanta. Prikazal se je začetni uporabniški vmesnik, namenjen prvi konfiguraciji sistema. Na tej strani sva ustvarila uporabniški račun, nastavila osnovne parametre, kot so jezik, lokacija in časovni pas, ter pripravila okolje za nadaljnje delo. Spletni vmesnik je pregleden in omogoča enostavno upravljanje celotnega sistema, zato sva lahko hitro začela z raziskovanjem funkcij ter pripravo na dodajanje pametnih naprav.

Terminal:

```

  _____
 /         \
|           |
|  Home    |
| Assistant|
|           |
 \         /

Welcome to the Hone Assistant command line interface.

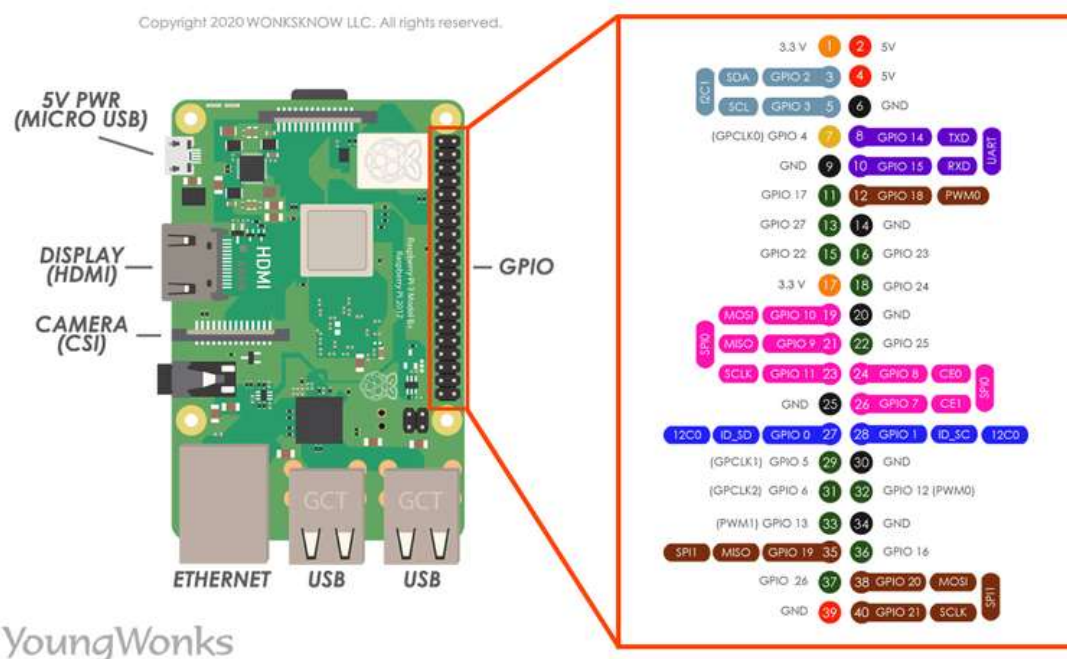
Waiting for Supervisor to start...
Hone Assistant Supervisor is running!
System information:
  IPo4 addresses for eth0: (No address)
  IPo4 addresses for wlan0: (No address)

OS Version:      Hone Assistant OS 17.0
Hone Assistant Core: landingpage

Hone Assistant URL: http://honeassistant.local:8123
Observer URL:    http://honeassistant.local:4357

System is ready! Use browser or app to configure.
```

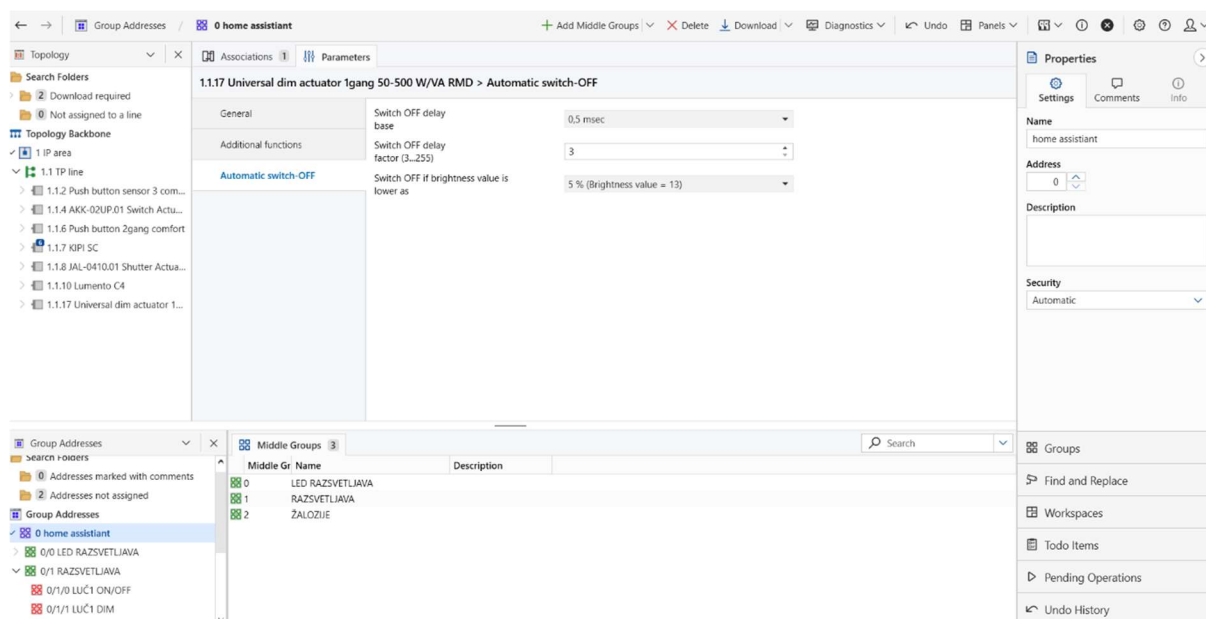
Raspberry Pi 4:



3.3 Programiranje in parametriranje

Pri izvedbi projekta sva poleg znanja, pridobljenega pri pouku, morala osvojiti tudi številna nova področja, predvsem na področju konfiguracije pametnih sistemov in njihove medsebojne povezave. Pomemben del dela je predstavljalo poglobljeno učenje programske opreme ETS, ki

se uporablja za programiranje KNX naprav. V ETS programu sva se naučila parametrirati različne elemente različnih proizvajalcev, kot so senzorji, aktuatorji in krmilni moduli. Vsaka naprava zahteva specifične nastavitve, zato je bilo potrebno razumeti njihovo delovanje ter jih ustrezno vključiti v skupni projekt. Vse elemente sva nato povezala v enoten, strukturiran KNX sistem z uporabo skupinskih naslovov in komunikacijskih objektov. Kot praktični prikaz delovanja pametne stavbe sva izdelala tudi model hiše, na katerem sva testirala povezovanje naprav in avtomatizacije v realnem okolju. Največji izziv projekta je predstavljala integracija KNX sistema v Home Assistant, ki deluje na Raspberry Pi 4. Integracijo sva izvedla tako, da sva preko terminala v Home Assistantu najprej naložila ustrezno ETS/KNX knjižnico, nato pa s pomočjo te knjižnice ETS projektno datoteko uspešno uvozila in povezala s sistemom Home Assistant. Na ta način so se KNX naprave in njihovi komunikacijski objekti prenesli v Home Assistant okolje. Po vzpostavitvi povezave sva morala v Home Assistantu dodatno obdelati KNX telegrame ter jih programsko prilagoditi glede na želene funkcionalnosti. To je vključevalo ustvarjanje entitet, pisanje avtomatizacij ter oblikovanje uporabniškega vmesnika. Posebno pozornost sva namenila izdelavi nadzorne plošče (dashboard), kjer so pregledno prikazani podatki senzorjev in omogočeno upravljanje naprav. Postavitve elementov, izbira prikazov in logika delovanja so bile prilagojene tako, da je sistem čim bolj pregleden in uporabniku prijazen. Pri povezovanju Sonoff naprav sva najprej s pomočjo aplikacije eWeLink skenirala QR kodo posamezne naprave ter jo povezala na Wi-Fi omrežje, v katerem je deloval Raspberry Pi 4. Po uspešni povezavi so bile naprave integrirane v Home Assistant, kjer sva določila njihovo funkcionalnost in vključitev v avtomatizacijske scenarije. Podoben postopek integracije sva izvedla tudi pri sistemu Amazon Alexa, kjer sva omogočila glasovno upravljanje povezanih naprav.

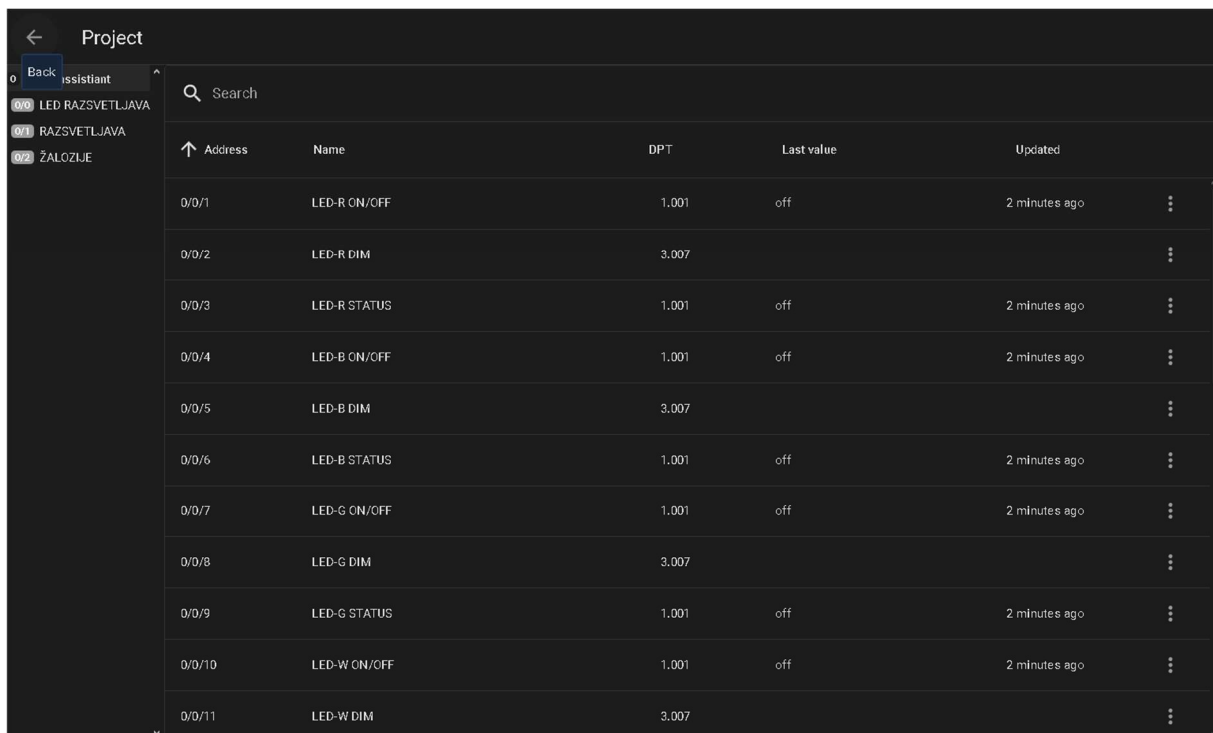


Slika 1: ETS 5 projekt, ki sva ga naredila za vodenje KNX komponent.

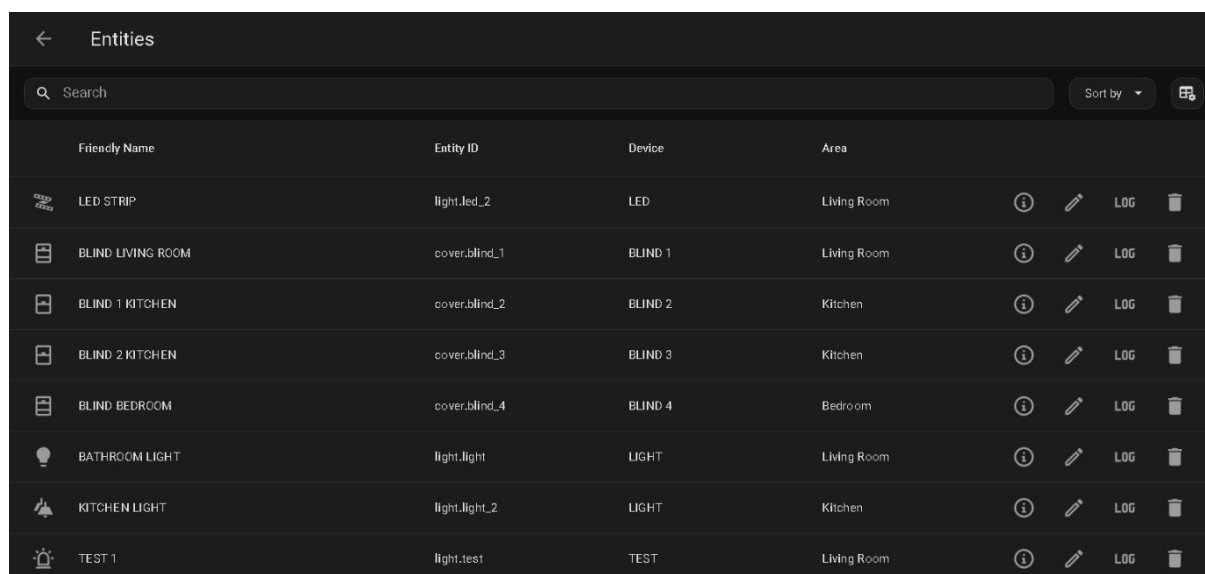
Pomemben del raziskave je bila tudi povezava različnih mobilnih naprav z operacijskimi sistemi Android in iOS, kar je zahtevalo prilagoditev dostopa ter preverjanje združljivosti aplikacij. Veliko dela je potekalo preko terminala v Home Assistantu, kjer sva nameščala dodatne knjižnice, integracije in razširitve. Uporabljala sva ukaze, podobne programskemu jeziku Python, ter konfiguracijske datoteke, kar je zahtevalo osnovno znanje programiranja in razumevanje strukture sistema. Celoten proces je vključeval veliko eksperimentiranja, odpravljanja napak ter postopnega nadgrajevanja sistema. Projekt nama je omogočil poglobljeno razumevanje delovanja pametnih stavb, komunikacijskih protokolov in integracije različnih tehnologij v enoten avtomatiziran sistem.



Slika 2 : Groupne Adresse, ki so bile uporabljene za vodenje tega ETS projekta.



Slika 3: ETS projekt zdaj integriran v Homeassistant. Izpišejo se nam vse Groupne Adresse.



The screenshot shows the 'Entities' page in a smart home interface. It features a search bar at the top, a 'Sort by' dropdown, and a list of entities. Each entity row includes a friendly name, entity ID, device type, area, and action icons (info, edit, log, delete).

Friendly Name	Entity ID	Device	Area	
LED STRIP	light.led_2	LED	Living Room	[Info] [Edit] LOG [Delete]
BLIND LIVING ROOM	cover.blind_1	BLIND 1	Living Room	[Info] [Edit] LOG [Delete]
BLIND 1 KITCHEN	cover.blind_2	BLIND 2	Kitchen	[Info] [Edit] LOG [Delete]
BLIND 2 KITCHEN	cover.blind_3	BLIND 3	Kitchen	[Info] [Edit] LOG [Delete]
BLIND BEDROOM	cover.blind_4	BLIND 4	Bedroom	[Info] [Edit] LOG [Delete]
BATHROOM LIGHT	light.light	LIGHT	Living Room	[Info] [Edit] LOG [Delete]
KITCHEN LIGHT	light.light_2	LIGHT	Kitchen	[Info] [Edit] LOG [Delete]
TEST 1	light.test	TEST	Living Room	[Info] [Edit] LOG [Delete]

Slika 4: Entitete katere ustvarimo s pomočjo integriranega ETS programa, Sonoff-a, Shelly, Alexa...

3.4 Sistemi

Raspberry Pi 4 Model B je enoploščni računalnik, ki predstavlja osrednjo krmilno enoto pametnega sistema v raziskavi. Zaradi svoje zmogljivosti, majhne velikosti in nizke cene je primeren kot središče pametnih stavb. Naprava temelji na štirijedrnem ARM Cortex-A72 procesorju s frekvenco 1,5 GHz ter je na voljo v različnih konfiguracijah delovnega pomnilnika (2 GB, 4 GB ali 8 GB RAM). Omogoča poganjanje operacijskega sistema Linux (najpogosteje Raspberry Pi OS) ter hkratno izvajanje več storitev, kot so strežniki, avtomatizacijske platforme in komunikacijski protokoli.

Lastnost	Opis
Žično omrežje	Gigabit Ethernet
Brezžično omrežje	Wi-Fi 802.11ac
Bluetooth	Bluetooth 5.0
USB priključki	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0
Video izhodi	2 × micro-HDMI (podpora za dva zaslona)
GPIO	GPIO pini za povezavo senzorjev in aktuatorjev

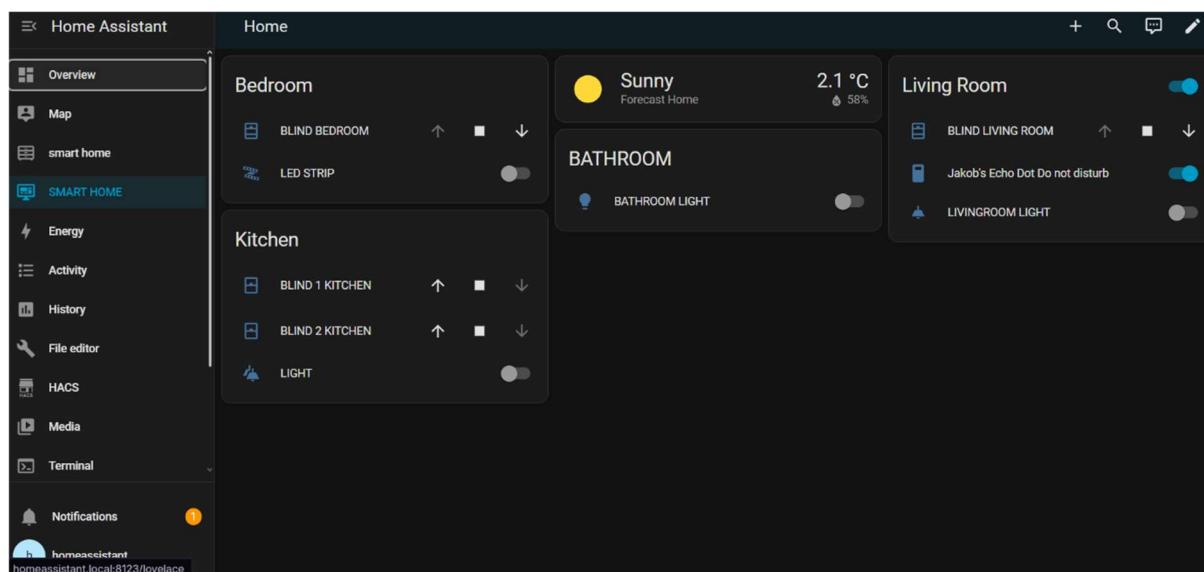
V raziskavi je Raspberry Pi 4 uporabljen kot centralna enota pametne stavbe, ki zbira podatke iz senzorjev, obdeluje informacije ter krmili različne naprave (razsvetljava, temperatura, varnostni sistemi ipd.). Predstavlja jedro celotnega sistema in omogoča integracijo različnih tehnologij v enotno platformo.

Home Assistant je odprtokodna platforma za avtomatizacijo pametnih domov, ki omogoča centralizirano upravljanje različnih naprav in sistemov. V raziskavi je Home Assistant nameščen na Raspberry Pi 4 in služi kot programsko središče pametne stavbe. Platforma omogoča povezovanje širokega nabora naprav preko različnih komunikacijskih protokolov, kot so Wi-Fi, MQTT, Zigbee in Bluetooth. Home Assistant samodejno zazna veliko podprtih naprav ter omogoča njihovo enostavno integracijo v skupni nadzorni sistem.

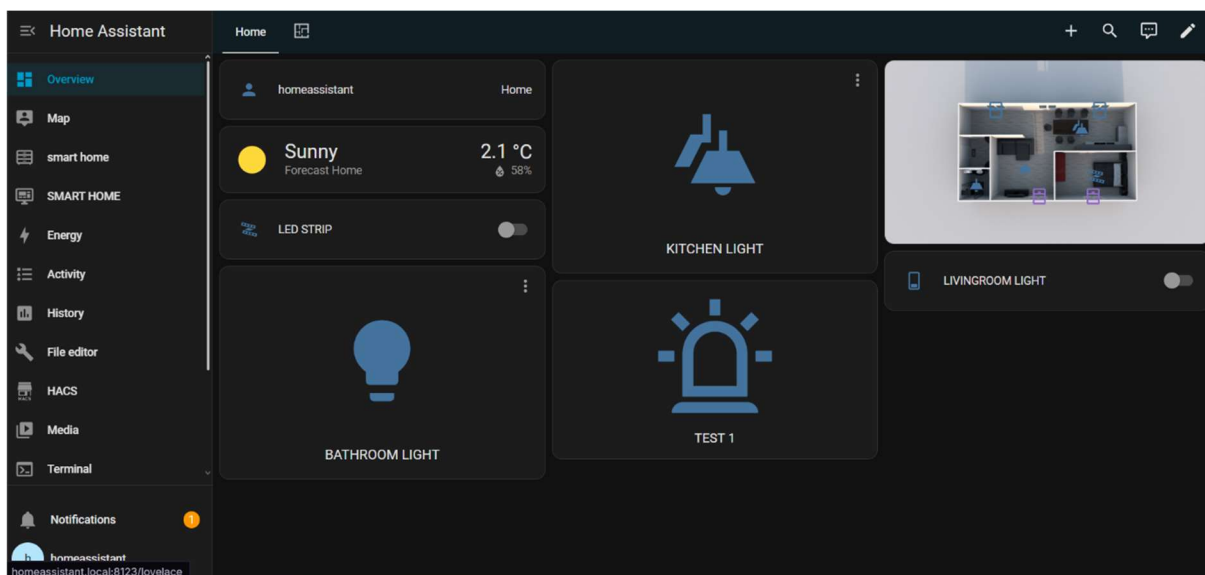
Pomembna prednost Home Assistanta je grafični uporabniški vmesnik, dostopen preko spletnega brskalnika ali mobilne aplikacije, ki omogoča spremljanje stanja senzorjev (temperatura, vlaga, gibanje ipd.) ter ročno ali samodejno upravljanje naprav. Sistem podpira ustvarjanje avtomatizacij, kjer se na podlagi določenih pogojev (npr. zaznano gibanje ali presežena temperatura) sprožijo vnaprej določena dejanja, kot so vklop luči, pošiljanje obvestil ali prilagoditev ogrevanja.

Funkcionalnost	Opis
Zbiranje podatkov	Zbiranje in prikaz podatkov iz senzorjev
Centralno upravljanje	Centralno upravljanje pametnih naprav
Avtomatizacije	Izvajanje avtomatiziranih scenarijev
Oddaljen dostop	Oddaljen dostop do sistema

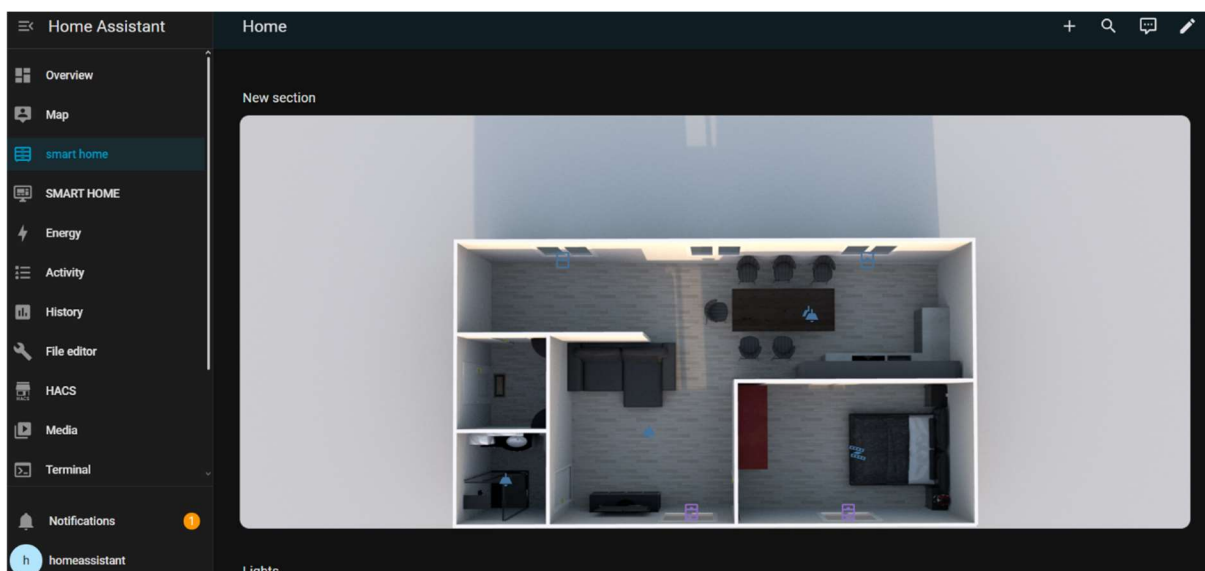
Home Assistant predstavlja ključno programsko komponento celotnega sistema, saj povezuje strojno opremo, senzorje in uporabniški vmesnik v enotno platformo za upravljanje pametne stavbe.



Slika 5: Spletna stran Homeassistant, ki jo lahko nastavimo in prilagodimo svojim željam.



Slika 6: Overview Homeassistant, ki je lepše prikazan in bolj čitljiv.



Slika 7: Projekt hiše, ki sva ga naredila, na kateri lahko tudi prižigamo luči, dvigujemo in spuščamo žalozije.

Sonoff je serija pametnih naprav podjetja ITEAD, namenjenih upravljanju električnih porabnikov, kot so razsvetljava, vtičnice in druge električne naprave. V raziskavi so Sonoff moduli uporabljeni kot aktuatorji, ki omogočajo daljinsko vklopjanje in izklopjanje naprav v pametni stavbi. Naprave Sonoff delujejo preko Wi-Fi omrežja in jih je mogoče integrirati v Home Assistant, bodisi preko originalne programske opreme (eWeLink) bodisi z uporabo alternativnih odprtokodnih rešitev, kot je Tasmota. Integracija omogoča popoln lokalni nadzor brez potrebe po oblaknih storitvah, kar povečuje zanesljivost in varnost sistema. Sonoff moduli

vsebujejo relejno stikalo, ki omogoča krmiljenje električnih tokokrogov, ter mikrokrmilnik ESP8266 ali ESP32, ki skrbi za komunikacijo in izvajanje ukazov.

Funkcionalnost	Opis
Upravljanje naprav	Upravljanje razsvetljave in električnih naprav
Povezljivost	Povezava z Home Assistant sistemom
Avtomatizacije	Izvajanje avtomatizacijskih scenarijev
Lokalno krmiljenje	Lokalno krmiljenje brez odvisnosti od interneta

Sonoff naprave predstavljajo pomemben del aktuatorskega sistema pametne stavbe, saj omogočajo fizično izvajanje ukazov, ki jih generira centralni sistem na Raspberry Pi 4. ETS (Engineering Tool Software) je uradna programska oprema za konfiguracijo in programiranje KNX sistemov, ki se uporabljajo v profesionalnih pametnih stavbah. Omogoča načrtovanje, parametriranje in upravljanje KNX naprav, kot so senzorji, aktuatorji, stikala in regulatorji.

V raziskavi je ETS uporabljen za konfiguracijo KNX komponent ter njihovo povezavo v skupni komunikacijski sistem. Program omogoča dodeljevanje skupinskih naslovov, nastavitve delovanja posameznih naprav ter testiranje komunikacije med elementi sistema. ETS deluje kot most med fizično KNX infrastrukturo in višjenivojskim nadzornim sistemom (Home Assistant na Raspberry Pi 4). S pravilno konfiguracijo ETS je mogoče zagotoviti zanesljivo izmenjavo podatkov med KNX napravami in centralno enoto pametne stavbe.

ETS predstavlja ključno orodje pri vzpostavitvi KNX dela pametne stavbe, saj omogoča natančen nadzor nad delovanjem profesionalnih avtomatizacijskih komponent ter njihovo integracijo v celovit sistem, ki temelji na Raspberry Pi 4.

Funkcionalnost	Opis
Konfiguracija naprav	Konfiguracija KNX naprav
Komunikacijski parametri	Nastavitve komunikacijskih parametrov
Skupinski naslovi	Ustvarjanje skupinskih naslovov
Diagnostika	Diagnostika in odpravljanje napak
Testiranje sistema	Testiranje delovanja sistema

Amazon Alexa je glasovni virtualni asistent, ki omogoča upravljanje pametnih naprav preko govornih ukazov. V raziskavi je Alexa uporabljena kot uporabniški vmesnik za glasovno krmiljenje sistema pametne stavbe, povezanega z Home Assistantom na Raspberry Pi 4. Alexa omogoča izvajanje osnovnih ukazov, kot so vklop in izklop luči, preverjanje stanja naprav ter

sprožanje avtomatizacijskih scenarijev. Integracija s Home Assistantom omogoča, da so vse povezane naprave dostopne tudi preko glasovnega nadzora. Sistem deluje tako, da Alexa sprejme glasovni ukaz uporabnika, ga obdela v oblaci infrastrukturi Amazon ter posreduje zahtevo Home Assistantu, ki nato izvede ustrezno dejanje na povezanih napravah (Sonoff, KNX, senzorji ipd.).

Funkcionalnost	Opis
Glasovno upravljanje	Glasovno upravljanje pametne stavbe
Avtomatizacije	Sprožanje avtomatizacij
Preverjanje stanja	Preverjanje stanja naprav
Uporabniška izkušnja	Bolj intuitivna uporabniška izkušnja

Alexa predstavlja dodatno plast interakcije med uporabnikom in sistemom ter izboljšuje dostopnost pametne stavbe, saj omogoča upravljanje brez uporabe zaslona ali mobilne aplikacije.

3.5 1Home server

1Home Server KNX Pro je namenski profesionalni strežnik za KNX sisteme, namenjen centralnemu upravljanju pametnih stavb. Gre za industrijsko napravo, ki se montira na DIN letev v elektro omarici in deluje kot most med KNX in sodobnimi pametnimi platformami (mobilne aplikacije, glasovni asistenti, Matter).

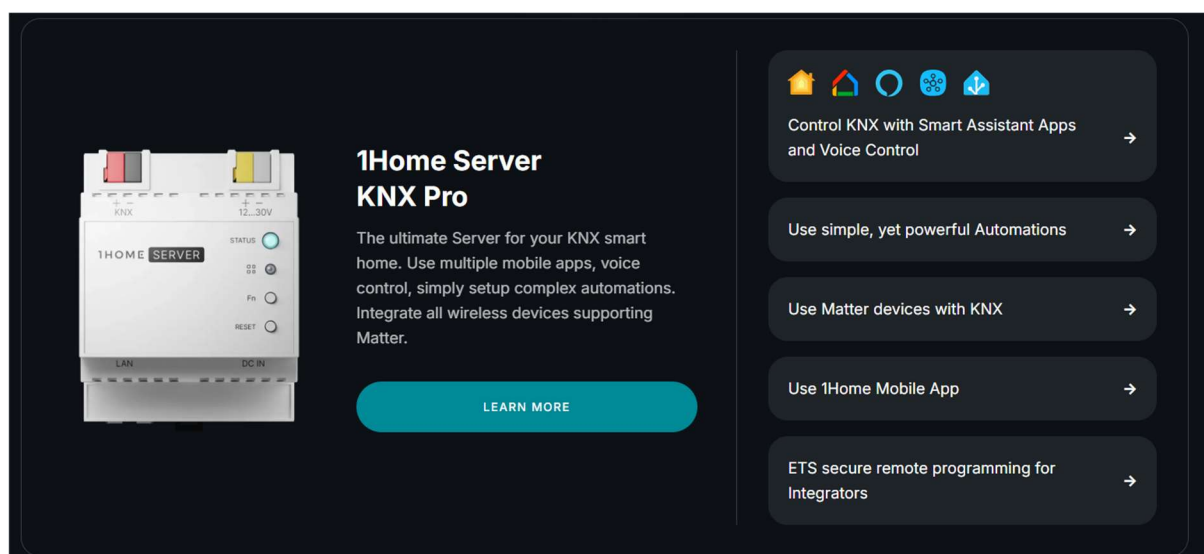
Funkcionalnost	Opis
Povezava na KNX	Neposredna povezava na KNX vodilo
Mobilna aplikacija	Upravljanje KNX naprav preko mobilne aplikacije 1Home
Glasovni asistenti	Integracija z glasovnimi asistenti (Alexa, Google Assistant, Apple Siri)
Avtomatizacije	Ustvarjanje avtomatizacij brez dodatnega programiranja
Matter podpora	Podpora Matter protokolu za povezovanje brezžičnih naprav
Oddaljeno programiranje	Oddaljeno ETS programiranje (varen dostop za integratorje)

1Home Server deluje kot samostojna centralna enota. Konfiguracija poteka preko spletnega vmesnika ali mobilne aplikacije, pri čemer ni potrebno ročno nameščanje operacijskega sistema ali dodatnih knjižnic. Sistem je zasnovan kot »plug-and-play« rešitev za profesionalne KNX instalacije. Pomembna prednost 1Home strežnika je, da je posebej optimiziran za KNX:

naprava neposredno razume ETS projekt in KNX strukturo, kar močno poenostavi integracijo v primerjavi z univerzalnimi platformami.

Lastnost	Opis
Industrijska izvedba	DIN montaža
Lokalno delovanje	Delovanje brez odvisnosti od oblaka
Stabilnost	Visoka stabilnost za 24/7 uporabo
Varnostna infrastruktura	Vgrajena varnostna infrastruktura
Centralno upravljanje	Centralizirano upravljanje pametne stavbe

Cena takšnega sistema je praviloma bistveno višja od Raspberry Pi (običajno več sto evrov), saj gre za profesionalno rešitev.



Slika 8: 1Home server

3.6 Primerjava 1HOME/Raspberry Pi 4

1Home Server KNX Pro je profesionalna centralna enota za KNX pametne stavbe. Naprava je namenjena industrijski uporabi in se montira na DIN letev v elektro omarico. Omogoča neposredno povezavo na KNX vodilo, upravljanje preko mobilne aplikacije ter integracijo z glasovnimi asistenti in Matter protokolom. Sistem je optimiziran za stabilno delovanje, vključuje vgrajene varnostne mehanizme ter omogoča varen oddaljen dostop in ETS programiranje.

Raspberry Pi 4 je univerzalni enoploščni računalnik, ki lahko deluje kot centralna enota pametne stavbe ob namestitvi ustrezne programske opreme, kot je Home Assistant. Odlikuje ga visoka prilagodljivost, saj omogoča povezovanje različnih sistemov in izvajanje lastnih avtomatizacij. Zahteva ročno konfiguracijo, redno vzdrževanje ter dodatno skrb za varnost sistema. Primeren je predvsem za raziskovalne, razvojne in učne projekte.

Kriterij	1Home Server KNX Pro	Raspberry Pi 4
Namen uporabe	Profesionalne KNX instalacije	Raziskovalni in razvojni projekti
Namestitev	DIN montaža (elektro omarica)	Namizna / prilagodljiva namestitev
Povezava na KNX	Neposredna povezava	Zahteva dodaten KNX vmesnik
Prilagodljivost	Omejena na namensko okolje	Zelo visoka (skripte, dodatki)
Stabilnost	Industrijsko optimizirana	Odvisna od konfiguracije
Varnost	Vgrajeni varnostni mehanizmi	Odvisna od uporabniške nastavitve
Cena	Višja	Nižja

4. Ugotovitve

Hipoteza 1: S pomočjo RPI lahko med seboj povežemo več različnih sistemov pametnih inštalacij od različnih proizvajalcev, kot so KNX, Sonnof, Shelly...

To hipotezo lahko potrdimo saj sva v en sistem, ki je bil krmiljen preko RPI povezala številne sisteme različnih proizvajalcev, npr. KNX, Sonnof, Alexo in mobilno napravo.

Hipoteza 2: RPI bo cenovno dostopnejši za domačega uporabnika.

Tudi to hipotezo lahko potrdimo, ker sva naredila primerjavo profesionalnih sistemov in DIY sistemov, v katerem je RPI cenovno najbolj dostopen.

Komponenta	KNX (€)	Raspberry Pi (€)
Dimabilne luči (7)	460	80
Tipkala / stikala	980	0
Žaluzije (4)	212	105
Radiatorji (3)	750	70
Klima vmesnik	200	48
Centralna enota	350	75
Touch display	500	20
		100
SKUPAJ (material)	3452 €	≈ 498 €

Hipoteza 3: RPI je plug and play sistem in zato primeren za končnega uporabnika.

To hipotezo zavračama, saj se je izkazalo da sistem ni preprost in potrebuje, kar predcej predznanja in veliko raziskave, da lahko sistem uspešno nastavimo in prilagodimo svojim željam.

5. Zaključek

V okviru raziskovalne naloge sva se poglobila v področje pametnih stavb ter preučila delovanje različnih sistemov, kot so KNX, Home Assistant, Sonoff, IHome in Raspberry Pi 4. Med delom sva pridobila veliko novega tehničnega znanja, predvsem na področju programiranja, konfiguracije omrežij, integracije različnih protokolov ter povezovanja strojne in programske opreme v enoten sistem.

Naučila sva se uporabljati program ETS za parametriranje KNX naprav, vzpostaviti povezavo med KNX sistemom in Home Assistantom ter integrirati različne pametne naprave v skupno delujočo celoto. Velik del projekta je zahteval samostojno raziskovanje, iskanje rešitev in odpravljanje napak, kar nama je omogočilo boljše razumevanje delovanja sodobnih avtomatizacijskih sistemov.

Poleg strokovnega znanja sva razvijala tudi sposobnosti logičnega razmišljanja, načrtovanja in sistematičnega reševanja problemov. Projekt nama je pokazal, kako kompleksni so lahko

sistemi pametnih stavb, hkrati pa kako učinkoviti in uporabni postanejo, ko so pravilno povezani.

Pri delu sva se kljub zahtevnosti zelo zabavala, saj sva lahko svoje ideje preizkušala v praksi na modelu hiše ter opazovala dejansko delovanje sistema. Projekt je bil za naju izziv, vendar tudi zelo zanimiva in poučna izkušnja, ki nama je dala dodatno motivacijo za nadaljnje raziskovanje področja avtomatizacije in pametnih tehnologij.

IZJAVA

Izjavljamo, da smo pri pripravi raziskovalne naloge upoštevali etična načela in smernice v skladu z veljavnimi pravnimi akti raziskovalnega področja.

Podpisani: Jakob Dobnik, Ažbe Lukner, Klemen Hleb, Branko Dvoršak

Avtorji:

Mentorji: