VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

PAMETNA INŠTALACIJA V STANOVANJSKEM OBJEKTU

Kandidat: Miha Filip

Vrsta študija: izredni študij

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Vladimir Dragorajec, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Vlado Šiško, univ. dipl. inž. el.

Lektor: Drago Meglič, prof. slov.

Maribor, 2026

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Miha Filip sem avtor diplomskega dela z naslovom *Pametna inštalacija v stanovanjskem objektu* in sem ga napisal pod mentorstvom g. Vladimirja Dragorajca. S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot svojih lastnih - kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, februar 2026 Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno hvala mentorju g. Vladimirju Dragorajcu za strokovno vodenje, koristne nasvete in predvsem za potrpežljivost.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je stala ob strani, me spodbujala in verjela vame.

Hvala pa tudi prijateljem in vsem ostalim, ki so mi na kakšen koli način pomagali pri nastanku tega diplomskega dela.

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava področje pametnih inštalacij v stanovanjskem objektu ter njihov vpliv na kakovost bivanja, energetsko učinkovitost in varnost uporabnikov. V zadnjih letih se tehnologija na področju gradnje in opremljanja stanovanjskih objektov hitro razvija, zato pametne inštalacije postajajo vse pogostejša izbira tako pri novogradnjah kot tudi pri prenovah obstoječih objektov. Namen diplomskega dela je predstaviti njihovo delovanje, prednosti in omejitve ter oceniti smiselnost njihove uporabe v cenovno dostopnih stanovanjskih rešitvah. V teoretičnem delu so najprej predstavljeni osnovni pojmi, povezani s pametnimi inštalacijami, njihov razvoj ter ključne razlike med klasičnimi in pametnimi elektroinštalacijami. Posebna pozornost je namenjena sistemom za upravljanje razsvetljave, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ter drugim električnim porabnikom v stanovanju. Opisani so načini krmiljenja, možnosti avtomatizacije ter povezljivost med posameznimi komponentami sistema. Prav tako je pojasnjeno, kako lahko centralno upravljanje in medsebojna komunikacija naprav prispevata k večji preglednosti nad porabo energije in enostavnejši uporabi sistema. V nadaljevanju delo analizira prednosti in slabosti pametnih inštalacij. Med glavne prednosti sodijo večje udobje bivanja, možnost prilagajanja nastavitev glede na potrebe uporabnika, prihranek energije ter višja raven varnosti. Na drugi strani so obravnavani tudi izzivi, kot so višji začetni stroški, zahtevnejše načrtovanje ter potreba po ustreznem strokovnem znanju pri izvedbi in vzdrževanju sistema. Posebej so izpostavljeni časovni in finančni vidiki izvedbe ter primerjava stroškov in zahtevnosti med klasičnimi in pametnimi inštalacijami. Predstavljene so tudi možnosti postopne nadgradnje sistema, kar uporabnikom omogoča prilagoditev investicije njihovim finančnim zmožnostim. V praktičnem delu je prikazana zasnova pametne inštalacije v konkretnem stanovanjskem objektu. Opisani so postopek načrtovanja, izbira ustreznih komponent, način povezovanja elementov ter osnovne nastavitve sistema. Poseben poudarek je namenjen funkcionalnosti sistema v vsakodnevni uporabi ter njegovemu vplivu na udobje in energijsko učinkovitost objekta. Na podlagi izvedene analize in primerjave so preverjene zastavljene hipoteze. Ugotovljeno je bilo, da pametne inštalacije kljub nekoliko višjim začetnim stroškom in daljšemu času izvedbe omogočajo učinkovitejšo rabo energije, višjo raven udobja ter večjo varnost.

Ključne besede: *pametna inštalacija, klasične inštalacije dostopnost stanovanj, komponente, naložba, stanovanjski objekti*

ABSTRACT

»Smart installation in a residential building«

This diploma thesis addresses the field of smart installations in residential buildings and their impact on quality of living, energy efficiency, and user safety. In recent years, technology in the field of construction and residential building equipment has developed rapidly, which is why smart installations are becoming an increasingly common choice in both new constructions and renovations of existing buildings. The purpose of the thesis is to present their operation, advantages, and limitations, as well as to assess the feasibility of their implementation in cost-accessible housing solutions.

The theoretical part first inttroduces the basic concepts related to smart installations, their development over time and the key differences between conventional and smart electrical installations. Special attention is devoted to systems for controlling lighting, heating, cooling, ventilation and other elecrtical appliances within a residential unit. The methods of control, possibilities of automation and connectivity between individual system components are described. It is also explained how centralized managment and communication between devices contribute to greater transparency in energy consumption and easier system opreation.

The thesis further analyzes the advantages and disadvantages of smart installations. The main advantages include increased living comfort, the ability to adjust settings according to user needs, energy savings and a higher level of safety. On the other hand, challenges such as higher initial costs more demanding planning and the need for appropriate professional expertise durning installation and maintenance are also discussed. Particular emphasis is placed on the time and financial aspects of implementation as well as on a comparison of costs and complexity between conventional and smart installations. The possibilities of gradual system upgrades are also presented allowing users to adapt the investments to their financial capabilities.

The practical part presents the design of a smart installation in a specific residential building. It describes the planning process the selection of appropriate components the method of connecting system elements and the basic system settings. Special emphasis is placed on the functionality of the system in everyday use and its impact on comfort and energy efficiency. Based on the conducted analysis and comparion the proposed hypotheses were tested. The

findings indicate thet smart installations enable more efficient energy use a higher level of comfort and improved safety despite somewhat higher initial costs and a longer implementation period.

Keywords: *smart installation, conventional installations, housing affordability, components, investment, components*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 9

1.1 Opis področja in opredelitev problema 9

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve 9

1.3 Predpostavke in omejitve 10

1.4 Uporabljene raziskovalne metode 10

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 11

2.1 Varnost pri delu in organizaciji gradbišča 14

3 DOKUMENTACIJA 16

3.1 splošna dokumentacija 16

3.2 projektna dokumentacija 19

3.3 tehnične smernice 20

4 NAČRTI IN OPIS INŠTALACIJ 22

4.1 Električne inštalacije 22

4.2 Telekomunikacije 25

4.3 Videonadzori 26

4.4 Strelovodne inštalacije 27

4.5 Ozemljitve 29

5 PAMETNA INŠTALACIJA 32

5.1 Začetki pametne inštalacije 32

5.2 Opis delovanja pametne inštalacije 34

5.3 Različni sistemi pametnih inštalacij 35

5.3.1 ZigBee 36

5.3.2 Z-Wave 36

5.3.3 Modbus 37

5.3.4 EIB/KNX 37

6 OPIS IN PRIKAZ SESTAVE, VEZAVE IN DELOVANJA PAMETNE INŠTALACIJE S SISTEMOM KNX 39

6.1 Opis delovanja sistema knx v stanovanjski hiši 39

6.2 Prikaz in opis vezalne sheme pametne inštalacije v stanovanjski hiši 44

7 PREDNOSTI IN SLABOSTI PAMETNE INŠTALACIJE 52

8 POTRDITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZE 54

8.1 H1: danes se izvaja vedno več pametnih inštalacij 54

8.2 H2: za izvedbo pametnih inštalacij se porabi 10 % več časa kot pri klasičnih inštalacijah 54

8.3 H3: izvedba pametnih inštalacij je za 10 % dražja od klasičnih inštalacij 56

8.4 H4: CENOVNO DOSTOPNA STANOVANJA Z INTEGRACIJO PAMETNIH INŠTALACIJ NUDIJO UČINKOVITEJŠO RABO ENERGIJE, VIŠJO RAVEN UDOBJA IN VEČJO VARNOST, PRI ČEMER SO TE TEHNOLOGIJE DOSTOPNE IN UPORABNE TUDI ZA ŠIRŠO POPULACIJO Z OMEJENIM PRORAČUNOM 58

9 SKLEP 59

10 VIRI IN LITERATURA 61

KAZALO SLIK

SLIKA 1: NAČRT ELEKTROINŠTALACIJ 11
SLIKA 2: GLAVNE ZNAČILNOSTI IZVAJALCA PO BELBINOVEM TESTU TIMSKIH VLOG 12
SLIKA 3: GLAVNA ZNAČILNOST ARHITEKTA PO MYERS-BRIGGSOVEM TESTU OSEBNOSTI 13
SLIKA 4: UPORABA VARNOSTNE OPREME PRI IZVAJANJU MERITEV 15
SLIKA 5: DELITVE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE PO PRAVILIH STROKE 18
SLIKA 6: IZVEDBA GROBE INŠTALACIJE 23
SLIKA 7: IZVEDBA GROBE INŠTALACIJE 24
SLIKA 8: IZVEDBA GROBE INŠTALACIJE 24
SLIKA 9: IZVEDBA GROBE INŠTALACIJE 25
SLIKA 10: STRELOVODNE INŠTALACIJE 28
SLIKA 11: STRELOVODNE INŠTALACIJE 29
SLIKA 12 OZEMLJITEV ARMATURE TEMELJA OBJEKTA 31
SLIKA 13: VSTAVLJANJE VALJENCA V ZEMLJO POD TEMELJNO PLOŠČO OBJEKTA 31
SLIKA 14: NAPRAVA ECHO IV 33
SLIKA 15: SKICA DELOVANJA SISTEMA ECHO IV 33
SLIKA 16: SIMBOL KNX 38
SLIKA 17: VREMENSKA POSTAJA 40
SLIKA 18: KNX-AKTUATOR 43
SLIKA 19: PRVI DEL VEZALNE SHEME OBJEKTA 44
SLIKA 20: DRUGI DEL VEZALNE SHEME OBJEKTA 45
SLIKA 21: TRETJI DEL VEZALNE SHEME OBJEKTA 46
SLIKA 22: VEZALNA SHEMA STIKALNEGA AKTUATORJA 47
SLIKA 23: STIKALNI AKTUATOR MDT AKS-1216.03 48
SLIKA 24: ČETRTI DEL VEZALNE SHEME OBJEKTA 49
SLIKA 25: VEZALNA SHEMA AKTUATORJA ZA ŽALUZIJE/ROLETE 49
SLIKA 26: AKTUATOR ZA ŽALUZIJE/ROLETE MDT JAL-0410.02 50
SLIKA 27: PETI DEL VEZALNE SHEME OBJEKTA 50
SLIKA 28: PRIMER VTIČNICE IN PAMETNEGA STIKALA PROIZVAJALCA TENSE 51
SLIKA 29: RAZDELILNA OMARICA PAMETNE INŠTALACIJE 52

KAZALO TABEL

TABELA 1: PORABA ČASA PRI KLASIČNI ELEKTROINŠTALACIJI 55
TABELA 2: PORABA ČASA ZA IZVEDBO PAMETNIH ELEKTROINŠTALACIJ 55
TABELA 3: STROŠKOVNA ANALIZA KLASIČNIH ELEKTROINŠTALACIJ 57
TABELA 4: STROŠKOVNA ANALIZA PAMETNIH ELEKTROINŠTALACIJ 57
TABELA 5: PRIMERJALNA ANALIZA STROŠKOV 58

1 UVOD

Elektroinštalacije predstavljajo ključni del infrastrukture vsake zgradbe, saj zagotavljajo električno energijo v različne namene, kot so razsvetljava, ogrevanje, hlajenje ter napajanje različnih električnih naprav. S tehnološkim razvojem so se pojavile tudi pametne inštalacije, ki so nadgradnja klasičnih elektroinštalacij. (Pečaver, 2025)

Pametne inštalacije, pogosto poimenovane kot 'pametni domovi' ali 'pametni sistemi', so postale pomemben element sodobnega življenjskega sloga. Temeljijo na inovativnih tehnoloških rešitvah, ki omogočajo povezovanje različnih naprav, sistemov in komponent v domačem okolju. To uporabnikom omogoča učinkovitejše nadzorovanje in avtomatizacijo številnih vidikov delovanja doma. (Pečaver, 2025)

Osnovno načelo pametnih inštalacij izhaja iz koncepta interneta stvari (IoT), to pomeni, da se različne naprave in sistemi povezujejo v omrežje, preko katerega med seboj komunicirajo in izmenjujejo podatke z uporabnikom. Tako lahko uporabnik preko pametnih telefonov, računalnikov ali katerih drugih povezanih naprav na daljavo spremlja in upravlja razsvetljavo, ogrevanje, hlajenje, varnostni sistem, gospodinjske aparate in druge funkcije doma.

V bližnji prihodnosti se pričakuje, da bodo pametne inštalacije še bolj integrirane in prilagojene posameznim potrebam. S hitrim tehnološkim razvojem in širšo dostopnostjo pametnih naprav bo ta koncept verjetno še bolj prevladoval v naših domovih in v vsakdanjem življenju na splošno.

1.1 Opis področja in opredelitev problema

V diplomskem delu se obravnavajo napake, ki se lahko pojavijo pri gradnji novih stanovanjskih objektov. K težavam pogosto prispevajo pomanjkljiva komunikacija ter nejasno opredeljeni dogovori med investitorji in izvajalci gradbenih del. Zato lahko do neskladij in napačnih interpretacij pride že v fazi priprave projektne dokumentacije, pa tudi kasneje, ko se pričnejo izvajati gradbena dela. Takšni nesporazumi vplivajo na potek projekta, njegovo kakovost ter časovno in finančno izvedbo.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Glavni namen diplomskega dela je prikazati področje pametnih inštalacij z vidika teorije in praktične uporabe. Pri načrtovanju vsebine sta bila oblikovana dva ključna cilja: prvi je

predstaviti temelje elektroinštalacij in prenesti teoretično znanje na konkretni primer iz prakse, drugi pa je prikazati sodobne pametne inštalacijske rešitve, ki v novih stanovanjskih objektih postajajo vse pogostejše. Cilj dela je prispevati k boljšemu razumevanju pomena pravilnega načrtovanja in izvedbe tovrstnih sistemov.

Osnovne trditve (hipoteze)

H1 – Danes se izvaja vedno več pametnih inštalacij.

H2 – Za izvedbo pametnih inštalacij se porabi 25 % več časa kot pri klasičnih inštalacijah.

H3 – Izvedba pametnih inštalacij je za 10 % dražja od klasičnih inštalacij.

H4 – Cenovno dostopna stanovanja z integracijo pametnih inštalacij nudijo učinkovitejšo rabo energije, višjo raven udobja in večjo varnost, pri čemer so te tehnologije dostopne in uporabne tudi za širšo populacijo z omejenim proračunom.

1.3 Predpostavke in omejitve

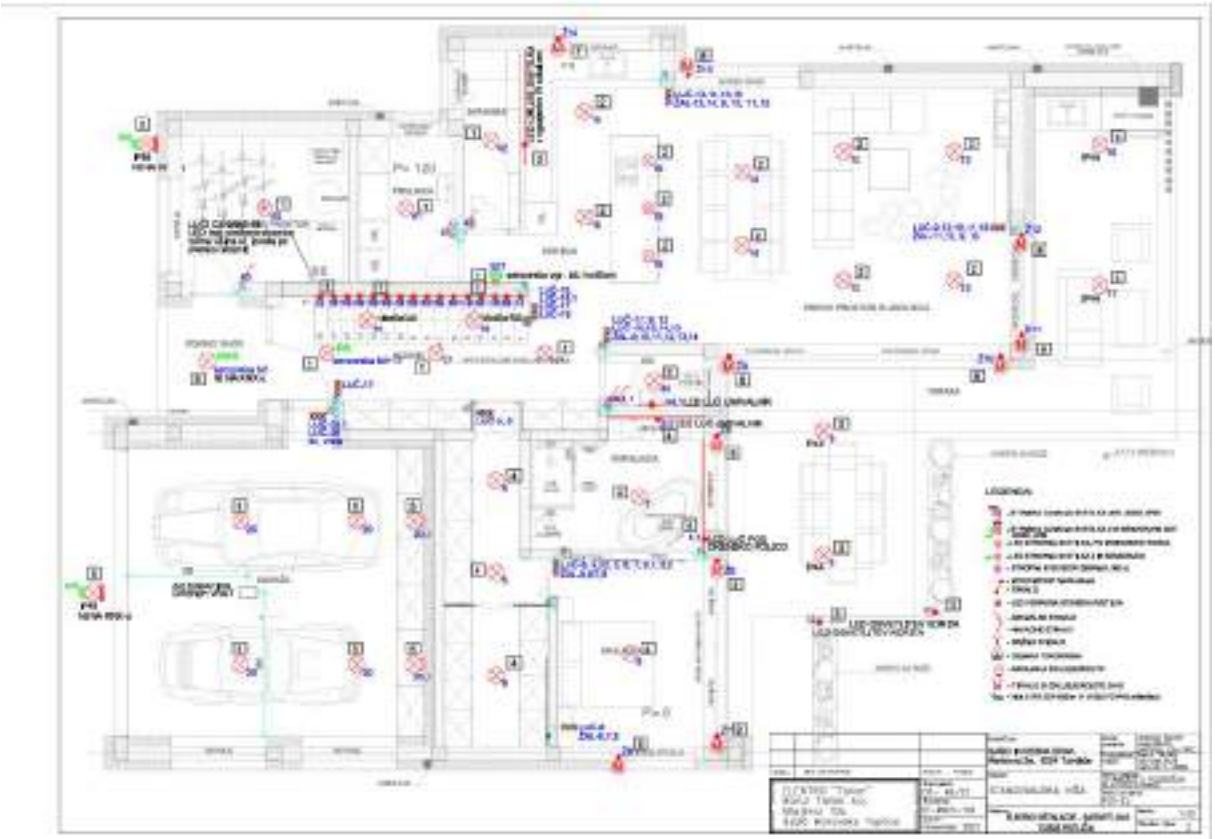
Vsak raziskovalni proces vključuje določene predpostavke ter omejitve, kar velja tudi za izvedbo tega diplomskega dela. Ker je izbrani projekt usmerjen na specifično področje, se pridobljenih rezultatov ne more neposredno prenašati na druge primere ali širše okolje. Posebnosti posameznega projekta pogosto zahtevajo prilagojene pristope ter prinašajo izzive, ki niso nujno prisotni drugje. Omejitve se lahko pojavijo tudi zaradi omejene pripravljenosti sodelujočih za posredovanje informacij ali zaradi nedostopnosti podatkov, ki so zaščiteni kot poslovna skrivnost sodelujočih organizacij.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomskem delu bomo najprej predstavili trenutno stanje na obravnavanem področju, pri čemer bomo uporabili opisno metodo. Empirični del bo temeljil na analizi konkretnega primera, ki predstavlja osrednji del raziskave. Nato bo uporabljena analitična metoda, s katero bomo podrobneje preučili stroškovne vidike izvedbe. Zaključni del raziskovalnega procesa bo vključeval tudi izvedbo intervjujev z izbranimi uporabniki ter strokovnjakom, ki se ukvarja s programiranjem pametnih inštalacij, da bi pridobili vpogled v njihove izkušnje in strokovna stališča.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Vsak gradbeni projekt temelji na usklajenem delovanju projekte skupine, ki jo sestavljajo strokovnjaki z različnih tehničnih in organizacijskih področij. Njihova naloga je sodelovanje pri načrtovanju, izvajanju in pa nadzoru projekta. Člani skupine prevzamejo skupno odgovornost za uspešno izvedbo projekta, kar vključuje zagotavljanje varnosti, kakovosti ter spoštovanje dogovorjenih časovnih in finančnih omejitev. Na začetku procesa arhitekti in projektanti oblikujejo projektno zasnovo, medtem ko izvajalci kasneje poskrbijo, da načrt dobi svojo fizično podobo. Celoten potek dela vsakemu članu skupine omogoča, da prispeva k napredku projekta in hkrati razvija lastne kompetence. Delovanje projektne skupine temelji na projektni dokumentaciji, časovnih in stroškovnih načrtih, veljavni zakonodaji ter jasni komunikaciji med sodelujočimi. Končni cilj skupine je uspešno zaključen projekt, ki izpolnjuje svoj namen in zadovoljstvo naročnika.



Slika 1: Načrt elektroinštalacij

Vir: lastni

Pri študiju smo se bodoči diplomanti šole Academia seznanili tudi z vlogo projektnih skupin in pomenom njihovega delovanja. V ta namen smo opravili Belbinov test timskih vlog ter Myers-Briggsov osebnostni test. Rezultati obeh testiranj so omogočili oblikovanje skupin, v katerih so bile naloge razporejene glede na značilnosti, znanje in izkušnje posameznikov.

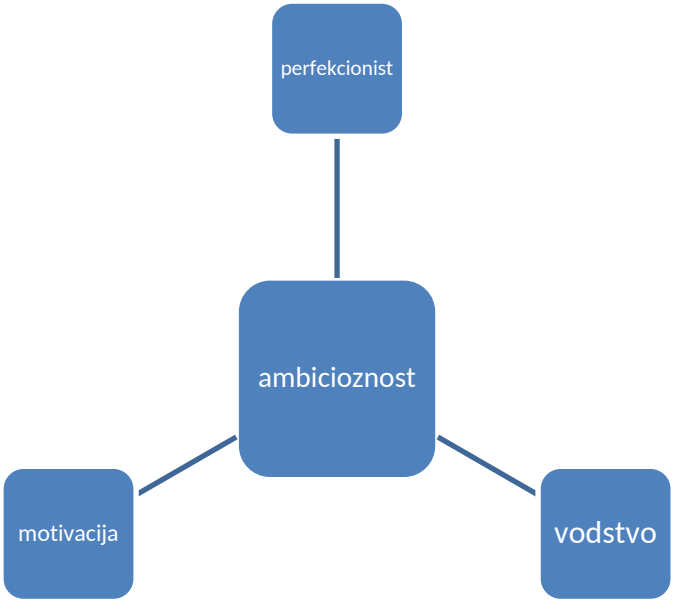
Na podlagi Belbinove analize smo bili uvrščeni med 'izvajalce'. Osebe v tej vlogi so navadno dobro organizirane, uživajo v rutini, so samodisciplinirani in imajo praktično zdravo pamet. Uspeva jim zaradi njihovega občutka za to, kar je uporabno in ustrezno. Tak profil pa daje prednost trdemu delu in sistematičnemu reševanju problemov. Med njihove slabosti bi lahko prišteli težave pri spopadanju z novimi položaji. Kljub temu so takšni posamezniki ključni za to, da je delo narejeno, kot je treba.



Slika 2: Glavne značilnosti izvajalca po Belbinovem testu timskih vlog

Vir: lastni

Po testu osebnosti smo bili opredeljeni kot arhitekt, za katerega velja, da je perfekcionist, ambiciozen, motiviran in ima željo po vodenju. Arhitekt se odlično odraža v vlogah, v katerih lahko uporabi svoje strateško razmišljanje in spretnost reševanja težav, zato je dragocen član za vsako organizacijo. Ima pa tudi nekaj slabosti in te ga ovirajo na njegovi karierni poti, npr. nagnjenost k samostojnemu delu in odpor do pisarniške politike.



Slika 3: Glavna značilnost arhitekta po Myers-Briggsovem testu osebnosti

Vir: lastni

Na skupinskih srečanjih smo razčlenjevali in analizirali teme diplomskih del glede na svoje znanje in izkušnje. Predstavili smo temo svojega diplomskega dela, in sicer pametno inštalacijo v stanovanjskem objektu. Osredotočili smo se na analizo in primerjavo navadnih inštalacij in inštalacij za pametno hišo. Debatirali smo predvsem o materialih, ki so potrebni za izvedbo obeh inštalacij, o sami izvedbi inštalacij, stroškovni analizi in trajnostnem vidiku prisotnih komponent ter s tem povezano dostopnostjo stanovanj. Ugotovili smo, da imata obe inštalaciji svoje slabosti in prednosti. Pri izvedbi pametnih inštalacij se je izkazalo, da so stroški izvedbe višji, saj je obseg dela neprimerljivo večji. V projektni skupini smo dokazali, da so dobro medsebojno sodelovanje, dobra organizacija in dobri odnosi ključni za uspešen zaključek projekta. Ob nastopu tehničnih težav smo reševanje predali v skupinsko obravnavo ter težave rešili skupaj.

2.1 Varnost pri delu in organizaciji gradbišča

Pri izvedbi pametnih inštalacij je varnost pri delu eden izmed ključnih elementov, saj so monterji izpostavljeni različnim vrstam tveganja, povezanim predvsem z elektriko, uporabo orodja in delom v zahtevnejših prostorih. Pametna inštalacija vključuje polaganje kablov, priklop krmilnih naprav, montažo senzorjev in končno konfiguracijo sistema, zato je pomembno, da so vsi postopki izvedeni tako, da se zmanjšuje možnost nezgod.

Pred začetkom del mora izvajalec pregledati delovišče, preveriti stanje obstoječih električnih vodov ter ugotoviti, ali so prisotne nevarnosti, kot so vlaga, neurejene površine ali omejen dostop. Na podlagi pregleda se določi potek dela, način varnega gibanja po prostoru in potrebna zaščitna oprema. Osebje, ki opravlja montažo, mora biti ustrezno usposobljeno za delo na nizkonapetostnih inštalacijah ter dobro poznati navodila proizvajalcev opreme.

Pri delu z električnimi vodi je nujno zagotoviti, da so vsi tokokrogi brez napetosti. Izklop mora biti jasno označen, po potrebi pa tudi zaklenjen, da se prepreči nenamerni ponovni vklop. Kablov ne smejo polagati pod napetostjo, prav tako morajo biti vodniki ustrezno izolirani in zaščiteni pred mehanskimi poškodbami. V času montaže je priporočljiva uporaba zaščitnih rokavic, primerne obutve ter orodja, ki ustreza standardom za električna dela.

Pri nameščanju senzorjev ali stenskih elementov je pogosto potrebno delo na višini, zato morajo biti lestve ali odri stabilni in postavljeni na ravno podlago. Monterji morajo paziti na pravilno držo telesa in ergonomsko uporabo orodja, saj dolgotrajno delo v neugodnem položaju lahko povzroči obremenitve hrbta in sklepov.



Slika 4: Uporaba varnostne opreme pri izvajanju meritev

Vir: https://www.learntradeskills.co.uk/electrical-training-for-business/electrical-upskilling-for-businesses-meeting-safety-compliance-in-2025/

V fazi programiranja in testiranja pametnega sistema lahko pride do nepričakovanih premikov pogonskih elementov ali vklopa posameznih naprav. Zato mora potekati brez nepotrebnih oseb. Ko je sistem dokončno nastavljen, se izvede zadnji pregled in preveri, ali vse naprave delujejo in ali so vsi spoji in kablovodi pravilno označeni in zavarovani.

Tak pristop zagotavlja, da se pametna inštalacija izvede varno, strokovno in v skladu s predpisi, izvajalcem pa omogoča, da svoje delo opravljajo brez nepotrebnega tveganja.

3 DOKUMENTACIJA

3.1 Splošna dokumentacija

Pri izvedbi investicije projekta je ključno, da poznamo pravilno zaporedje priprave in uporabo različnih vrst dokumentacije. Dobro razumevanje teh postopkov močno vpliva na potek gradnje, saj lahko prepreči zamude in zmanjša stroške. (Golob, 2025)

V okviru investicijskega procesa se običajno srečamo z naslednjimi skupinami dokumentov:

- **Predhodne študije, raziskave, analize**

  Predhodne študije, analize in raziskave predstavljajo uvodni del investicijskega procesa. V tej fazi se preveri različne možnosti umestitve objekta ter poišče najprimernejše tehnične, prostorske in ekonomske rešitve. Ko so zbrane vse potrebne informacije, se pripravijo idejne rešitve, ki običajno vključujejo več variant. Te nam pomagajo pri izbiri najustreznejših rešitev in služijo kot osnova za nadaljnje postopke, na primer pri pripravi državnega prostorskega načrta (DPN). (Golob, 2025)

- **Prostorska dokumentacija**

  Ko so pripravljene idejne rešitve in določeni obseg ter zahteve investicije, se izvede analiza različnih možnosti umestitve v prostor, da se izbere najprimernejša varianta. Uredba o investicijski dokumentaciji zahteva, da se pri tem upoštevajo prostorski izvedbeni pogoji, ki jih določajo prostorski akti. Ti pogoji zajemajo pravila o rabi prostora, velikosti in značilnosti posegov, parcelacije, komunalnega opremljanja ter priključevanja na infrastrukturo. Opredeljujejo tudi varstvene zahteve, začasno rabo prostora in med fazne izvedbe prostorskih ureditev, kar je pomembno za natančnejšo pripravo projektne dokumentacije. Zakon o urejanju prostora določa cilje in načela načrtovanja ter usklajuje različne udeležence v postopku. Poleg tega določa vrste prostorskih aktov, njihove medsebojne povezave ter postopke priprave, sprejemanja in izvajanja. Pri prostorskem načrtovanju ločimo strateške prostorske akte in izvedbene akte, ki jih podrobneje predpiše minister. (Golob, 2025)

- **Okoljska dokumentacija**

  Okoljsko dokumentacijo določa in ureja *Zakon o varstvu okolja*. Zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa

temeljna načela varstva okolja, programe in strategije varstva okolja, ukrepe varstva okolja, presoje vplivov na okolje in okoljevarstvena dovoljenja, sanacijo okoljske škode in onesnaženih območij, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, obvezne gospodarske javne službe varstva okolja, organizacije na področju varstva okolja, spremljanje stanja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja. (Golob, 2025)

- **Investicijska dokumentacija**

  Pripravo investicijske dokumentacije za projekte, financirane iz javnih sredstev, določa *Uredba o investicijski dokumentaciji*. Ta opredeljuje:

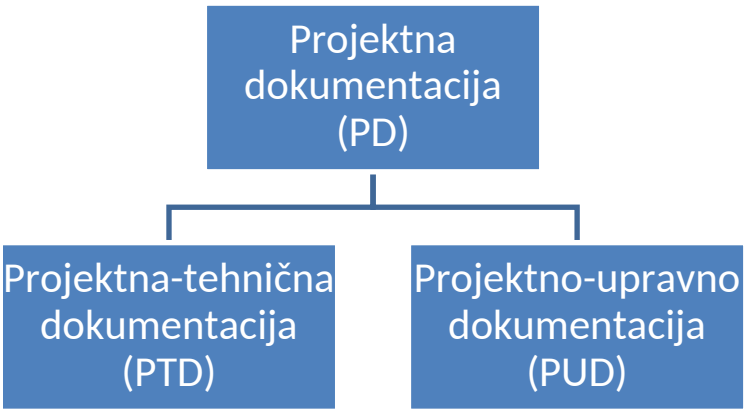
  - katere vrste dokumentov so potrebni;
  - kakšna mora biti njihova vsebina;
  - kako potekata njihova izdelava in ocenjevanje ter kdo pri tem sodeluje.

  Prav tako določa osnovna merila za preverjanje uspešnosti projektov v celotnem projektnem ciklu. Vrsta dokumentacije je odvisna od faze, v kateri se projekt nahaja. Pred sprejetjem odločitve o investiranju je treba pripraviti dokumente, kot so identifikacija projekta, predinvesticijska zasnova ter investicijski program. Pred začetkom razpisa za izvedbo je treba izdelati študijo izvedbe. Med gradnjo se spremlja potek projekta s poročilom o izvajanju, po zaključku gradnje in v času obratovanja pa se pripravlja poročilo o učinkih investicije.

  Obvezna vsebina posameznih dokumentov je vezana na področje, v katerega investicija spada. Dokumentacijo je treba pripraviti strokovno, na podlagi razpoložljivih podatkov in dokazil, ki izkazujejo usposobljenost pripravljavcev. (Golob, 2025)

- **Projektna dokumentacija**

  Skladno s pravili stroke je treba ločiti med celotno projektno-tehnično dokumentacijo (PTD) ter projektno-upravno dokumentacijo (PUD). Podrobno vsebino PTD določajo pravila stroke, vsebino PUD pa določa *Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih*, povezanih z graditvijo objektov, ki hkrati predstavlja izvleček oziroma povzetek projektne dokumentacije, kot je definirana v pravilih stroke.



Slika 5: Delitve projektne dokumentacije po pravilih stroke

Vir: lastni

S PTD pooblaščeni inženirji in arhitekti določajo lokacijo, funkcionalne, tehnične in oblikovne značilnosti predvidene gradnje tako, da ob upoštevanju naročila investitorja zagotovijo skladnost s prostorskimi akti, zanesljivost in evidentiranost objektov.

PTD se izdela na osnovi projektne naloge. Prav tako tudi smernice za javno naročanje arhitekturnega in inženirskih storitev opredeljujejo projektno nalogo oziroma tehnične specifikacije kot obvezni del javnega naročila.

Po pravilih stroke se celotna projektno-tehnična dokumentacija (PTD) glede na fazo in namen izdelave deli na:

- idejne rešitve (IDR),
- idejno zasnovo (IDZ),
- idejni (osnovni) projekt (IDP),
- projekt za izvedbo (PZI),
- projekt za razpis (PZR),
- projekt izvedenih del (PID);
- vrste projektne dokumentacije so povzete po SIST EN 16310. (Golob, 2025)
- **Geodetska dokumentacija**

  Pravilnik, ki ureja geodetski načrt, določa tako njegovo vsebino kot način priprave in uporabo. Opredeljuje, kaj mora geodetski načrt vključevati pri izdelavi projektne dokumentacije za gradnjo objektov, pri prikazu spremenjenega stanja zemljišča ter pri oblikovanju državnih in občinskih lokacijskih načrtov. (Golob, 2025)

- **Elaborati**

  Za pridobitev uporabnega dovoljenja mora investitor poskrbeti, da je objekt vpisan v ustrezne evidence zemljiškega katastra, kataster stavb oziroma kataster gospodarske javne infrastrukture. Če objekt pred tem še ni bil evidentiran, upravni organ po izdaji uporabnega dovoljenja obvesti pristojne geodetske službe, ki na podlagi dokumentacije poskrbijo za vpis.

  Za vpis v zemljiški kataster mora geodet pripraviti ustrezen elaborat, pri stavbah elaborat za vpis stavbe in njenih delov v kataster stavb, pri objektih gospodarske infrastrukture pa elaborat za vpis v kataster gospodarske javne infrastrukture. (Golob, 2025)

- **Razpisna dokumentacija**

  Pri javnih naročilih mora investitor pripraviti razpisano dokumentacijo, ki vključuje obvezne obrazce in priloge, predpisane z zakonodajo ter dodatne elemente, ki jih naročnik lahko doda glede na naravo projekta. Med tipične sestavne dele sodijo navodila ponudnikom, obrazec ponudbe, različne izjave ponudnika, reference, tehnične specifikacije, predračun in soglasja podizvajalcev.

  Kako obsežna bo dokumentacija, je odvisno od vrste razpisa. Investitor lahko razpiše celoten projekt kot 'ključ v roke' ali pa ločeno razpiše gradbena dela, opremo in posamezne faze izvedbe. V praksi se investitorji pogosto odločajo za kombinacije, na primer posebej naročijo opremo in posebej montažo.

  Končna izbira načina razpisa je povezana predvsem s tem, koliko kadrovskih zmogljivosti ima investitor. Tisti z manj izkušnjami se pogosteje odločijo za celovite razpise, pri katerih je manj koordinacije, bolj usposobljeni pa projekt razdelijo na več manjših razpisnih sklopov. (Golob, 2025)

3.2 Projektna dokumentacija

Projektna dokumentacija mora opredeliti lokacijske, tehnične, funkcionalne in oblikovne lastnosti načrtovane gradnje ter pri tem upoštevati investitorjeve zahteve in prostorske akte. Projektant mora glede na vrsto, namen, velikost in kapaciteto objekta poskrbeti, da je objekt zasnovan v skladu z bistvenimi zahtevami, ki jih določajo gradbeni predpisi, smernice, standardi ali aktualna praksa v gradbeni stroki. Pri izpolnjevanju teh zahtev je treba zagotoviti

predvsem mehansko odpornost in stabilnost objekta, tako da nanj delujoči vplivi ne povzročajo poškodb ali porušitve. (PISRS, 2025)

Glede na namen uporabe se projektna dokumentacija razvršča na naslednje projekte:

- idejno zasnovo (IDZ), katere namen je pridobitev projektnih pogojev oziroma soglasij za priključitev pristojnih soglasodajalcev;
- idejni projekt (IDP), katerega namen je izbor najustreznejše variante nameravanega objekta oziroma načina izvedbe del, ki se izdela, le če je tako določeno s posebnimi predpisi ali če to izrecno pisno zahteva investitor;
- projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD), katerega namen je pridobitev gradbenega dovoljenja;
- projekt za izvedbo (PZI), katerega namen je izvedba gradnje;
- projekt izvedenih del (PID), katerega namen je pridobitev uporabnega dovoljenja. (PISRS, 2025)

3.3 Tehnične smernice

Stanovanjska hiša vsebuje projektno dokumentacijo, ki mora biti izdelana skladno z veljavnimi tehničnimi smernicami, te pa narekujejo tehnične predpise in standarde. Te so navedene v nadaljevanju.

TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne elektroinštalacije

Ta tehnična smernica za zagotavljanje varnosti nizkonapetostnih električnih inštalacij, njihove kakovosti in usklajenosti z elektroenergetskim sistemom določa:

- lastnosti in karakteristike nizkonapetostnih električnih inštalacij, naprav in opreme za izvajanje električnih inštalacij;
- pogoje in zahteve za izvajanje in uporabo nizkonapetostnih električnih inštalacij;
- označevanje in zaznamovanje naprav, opreme in električnih inštalacij, ki imajo pri uporabi vpliv na varnost življenja in zdravja ljudi;
- zaščitne tehnične ukrepe pri uporabi električnih inštalacij ter postopek preverjanja ustreznih električnih inštalacij (prostor m. z., nizkonapetostne električne inštalacije , 2025).

TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele

Ta tehnična smernica na osnovi evropskih standardov priporoča gradbene ukrepe za zaščito pred strelo, katerih cilj je omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v stavbah ter v njihovi

neposredni okolici na najmanjšo možno mero. Z upoštevanjem te smernice se bistveno povečata varnost pri uporabi stavbe in tudi varstvo pred požarom, ki bi ga lahko povzročil udar strele.
S to tehnično smernico se določa način izpolnjevanja zahteve za:

- tehnične lastnosti za LPS na stavbah in v njih ter njihove inštalacije;
- tehnične lastnosti in druge zahteve za proizvode, ki so namenjeni vgradnji in povezavam v LPS;
- uporabnost LPS v času življenjske dobe stavbe;
- projektiranje, izvajanje del in preverjanje LPS. (prostor m. z., tehnična smernica za graditev, 2025).
-

TSG-1-004:2022 – Energijska učinkovitost stavb

To tehnično smernico je na podlagi 36. člena *Gradbenega zakona* (Uradni list RS,št.199/21; v nadaljnjem besedilu: GZ-1) izdal minister za okolje in prostor, ki je pristojen za področje graditve objektov.
36. člen GZ-1 določa, da se s tehnično smernico za graditev objektov za določene vrste objektov natančno opredelijo priporočene tehnične rešitve, s katerimi se doseže izpolnjevanje bistvenih zahtev za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objektov ter določi izbrane ravni oziroma razrede gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, ter način njihove vgradnje.
Bistvene zahteve, ki jih določa GZ-1 za objekte (stavbe), so:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo, ohranjanje toplote in raba obnovljivih virov energije,
- univerzalna graditev in raba objektov,
- trajnostna raba naravnih virov. (prostor m. z., tehnična smernica za graditev, 2025)

4 NAČRTI IN OPIS INŠTALACIJ

4.1 Električne inštalacije

Projektna dokumentacija za izvedbo (PZI) električnih inštalacij razsvetljave in moči je pripravljena v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi. Pri načrtovanju so bili upoštevani vsi potrebni varnostni ukrepi ter rešitve, določene z aktualnimi tehničnimi smernicami, in sicer:

- TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne elektro inštalacije
- TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele
- TSG-1-004:2022 - Energetska učinkovitost stavb

V nadaljevanju je predstavljena študija primera projekta električnih inštalacij za novogradnjo enostanovanjske hiše.

Glavni kabelski razvod v objektu je predviden kot podometna izvedba v zaščitnih inštalacijskih ceveh. Osrednja trasa poteka od priključno merilne omarice (PMO) do razdelilnika R-P v pritličju, od tam pa vertikalno po ceveh do posameznih porabnikov v objektu. Trase cevi so v večini predvidene v stenah, delno tudi v tleh.

Za razsvetljavo je načrtovana električna inštalacija z vodniki tipa NYM-J s presekom 1,5 mm^2 oziroma z ustreznim presekom glede na zahteve posameznega tokokroga. Vodniki so položeni v inštalacijskih zaščitnih ceveh v ometu. Število vodnikov in potek trase sta razvidna iz grafičnih prilog, razdelilnih shem ter pripadajočih tlorisov. Vsi električni priključki do višine dveh metrov nad tlemi morajo biti mehansko zaščiteni. Inštalacije, ki potekajo v lesenih predelnih stenah ali drugih lesenih delih objekta, morajo biti izvedene v ognjevarni izvedbi, pri čemer morajo biti kabli napeljani v samougasljivih PN-ceveh. Vklop svetil je predviden lokalno s stikali ob vratih, v hodnikih pa z IR-senzorji gibanja. Svetilke v vlažnih prostorih ter zunaj objekta morajo biti ustrezno vodotesne. Stikala za vklop luči so nameščena ob vhodih v posamezne prostore na višini 1,15 m od končne talne obloge. Zunanja razsvetljava zajema osvetlitev vhodnega dela in neposredne okolice objekta.

Električna inštalacija za moč je predvidena z uporabo kablov tipa NYM-J s presekom 2,5 mm^2 oziroma po potrebi z drugačnim ustreznim presekom in številom žil. Tudi ti vodniki so položeni v zaščitnih ceveh v ometu. V lesenih konstrukcijskih elementih objekta mora biti inštalacija izvedena v ognjevarni izvedbi, pri čemer so kabli napeljani v PN-ceveh. Splošne vtičnice so nameščene na višini 0,4 m od gotovih tal, nad delovnimi pulti in drugimi delovnimi površinami

pa na višini 1,15 m. Vse vtičnice so predvidene v varnostnih izvedbi, v kuhinji ob delovnih površinah, v kopalnici in na zunanjih površinah pa so dodatno zaščitene s pokrovom.

Merjenje porabljene električne energije je predvideno v kabelsko priključni merilni omarici (PMO), ki je locirana na parceli objekta.

Za izenačevanje potencialov sta predvideni dozi za glavno izenačitev potencialov (GIP-PS-50) ter dodatno izenačitev potencialov (DIP-PS-49), z njima pa so povezani vsi ozemljitveni vodniki celotnega objekta.

Glavni ozemljitveni vod je načrtovan tako, da poteka skupaj z dovodnim električnim kablom od točke glavne izenačitve potencialov (GIP) mimo priključne omarice ter se zaključi na ozemljitvenem sistemu objekta. Takšna izvedba zagotavlja ustrezno zaščito in izenačevanje potencialov v celotnem objektu.

Projekt predvideva izvedbo električnih inštalacij za napajanje strojnih naprav. V okviru projektne rešitve so načrtovani zgolj električni dovodi do posameznih naprav, saj je lokalna avtomatika kompaktnih naprav predvidena kot sestavni del posamezne naprave. Potek kabelskih vodov je delno predviden po glavnih kabelskih trasah, delno po pomožnih trasah ter delno v zaščitnih inštalacijskih ceveh. Pri načrtovanju so bili upoštevani vsi razpoložljivi podatki projektanta strojnih inštalacij, kar omogoča usklajeno delovanje obeh sistemov.

Povezovanje morebitnih zunanjih in notranjih enot posameznih sistemov se izvede v skladu z navodili proizvajalca oziroma dobavitelji opreme. V sanitarnih prostorih so predvideni električni priključki za možnost vgradnje lokalnih ventilatorjev. Vse predvidene lokacije strojnih in elektroinštalacij morajo biti prilagojene dobavljeni in vgrajeni opremi.



Slika 6: Izvedba grobe inštalacije

Vir: lastni



Slika 7: Izvedba grobe inštalacije

Vir: lastni



Slika 8: Izvedba grobe inštalacije

Vir: lastni



Slika 9: Izvedba grobe inštalacije

Vir: lastni

4.2 Telekomunikacije

Za zagotovitev telefonske komunikacije v objektu je predvidena izvedba ustrezne telefonske napeljave. Pred začetkom zemeljskih del je treba obvestiti pristojnega operaterja telekomunikacij in z njim uskladiti način ter pogoje priklopa na omrežje. Na zunanji strani objekta je predvidena montaža telefonske omarice, opremljene s kronami, letvicami ter prenapetostno zaščito za javno omrežje. Povezava med zunanjo omarico in telefonskim razdelilnikom v komunikacijski omari znotraj objekta se izvede s kablom tipa 2 x UTP 4 x 2 x 24 kategorije 5e. Od razdelilnika do posameznih priključnih mest se napeljava izvede z UTP-kabli enake specifikacije. V posameznih prostorih so predvidene dvojne RJ45-vtičnice v podometni izvedbi, pri čemer sta do vsake vtičnice speljana dva ločena UTP-kabla v zaščitni cevi. Glavna telefonska omara se priključi na ozemljitev z vodnikom H07V-K preseka 16 mm^2. Priklop objekta na telekomunikacijsko omrežje se izvede preko obstoječe infrastrukture. Med telefonsko omarico in komunikacijsko omaro je dodatno predvidena prazna cev, namenjena morebitni kasnejši vgradnji optičnega kabla. Za sprejem in razvod televizijskega signala je načrtovana antenska napeljava. Na fasadi objekta se namesti antenska omarica, v komunikacijski omari pa antenski ojačevalnik in več razdelilnikov. Ojačevalnik se napaja iz električnega omrežja z napetostjo 230 V in frekvenco 50 Hz. V notranjih prostorih se namestijo

antenske vtičnice v podometni izvedbi, poravnane po višini z električnimi vtičnicami. Razvod signala se izvede s koaksalnim kablom impedance 75 Ω tipa CAVEL DG 113, položenim v inštalacijske cevi. Za varovanje objekta pred nepooblaščenim vstopom je predvidena protivlomna instalacija. V tehničnem prostoru ob komunikacijski omari se namesti centralna alarmna naprava, na katero so vezani IR/MW-senzorji gibanja v prostorih, tipkovnice pri vhodih ter v mansardi. Sistem se napaja iz električnega omrežja 230 V, 50 Hz. Upravljanje sistema je zasnovano tako, da ga ob odhodu iz objekta aktivira zadnja oseba, ob prihodu pa se deaktivira s pomočjo vnosne kode. Programiranje glede na potrebe uporabnika omogoča delno ali popolno aktivacijo sistema.

Predviden je tudi prenos alarmnih signalov na intervencijsko službo, in sicer preko telefonske linije ali komunikatorja, z uporabo UTP-kabla kategorije 5e, povezave med centralno enoto, senzorji in tipkovnicami se izvedejo s kablom LiYCY 4 x 0,22 + 2 x 0,5 mm^2. Tipala gibanja se namestijo na višino približno 2,3 m od tal. Na zunanji strani objekta ob vhodu se namesti zunanja sirena z utripajočo signalno lučjo in lastnim napajanjem.

V objektu je predvidena tudi vgradnja videodomofonskega sistema, ki omogoča zvočno, govorno in slikovno komunikacijo z obiskovalci ter daljinsko odpiranje vhodnih vrt in vrat na parcelo. Ob glavnem vhodu se namesti zunanja videoenota z vgrajeno kamero, znotraj objekta pa notranje enote z zaslonom in upravljalnimi tipkami, nameščene v pritličju in nadstropju.

4.3 Videonadzori

Na objektu sta predvidena tudi videonadzorni in alarmni sistem, ta sistema sta na objektu izvedena kot medsebojno dopolnjujoči se varnostni rešitvi. Videonadzor zagotavlja vizualno dokumentiranje dogodkov, kar bistveno olajša pregled posnetkov, analizo dogajanja ter identifikacijo morebitnih kršitev. Alarmni sistem s svojo sposobnostjo hitrega zaznavanja nepravilnosti omogoča pravočasno obveščanje in aktivno preprečevanje nevarnih situacij.

Videonadzorni sistem je vzpostavljen z namestitvijo kamer na vnaprej določena območja objekta, iz katerih je možno zajeti največ dogajanja okrog objekta in okolice. Sistem omogoča nadzor v realnem času ter shranjevanje posnetkov v arhiv za kasnejšo obdelavo in analizo. Kamere predstavljajo osnovne senzorske komponente sistema, pri čemer so uporabljene različne vrste kamer, prilagojene pogojem posameznih lokacij, tako za notranje kot zunanje prostore. Inštalacije teh sistemov se izvedejo tako, da se do vsake kamere pripelje inštalacijska cev od lokacije, kjer je nameščena omarica za telekomunikacijo. Pozneje se po tej isti cevi do vsake kamere posebej napelje kabel UTP (cat 5), po katerem poteka prenos signalov. Za

zbiranje, obdelavo in shranjevanje videoposnetkov se uporabi digitalni snemalnik videonadzora (DVR), ki se namesti v telekomunikacijsko omaro. (Ravnikar, 2025)

4.4 Strelovodne inštalacije

Za obravnavani objekt je predvidena zaščita pred neposrednim udarom strele z uporabo strelovodne naprave, izvedene po principu Faradayeve kletke. Rešitev je načrtovana skladno s *Tehnično smernico za zaščito pred delovanjem strele* TSG-N-003:2021. Sistem zaščite pred strelo (LPS) mora omogočati varno odvajanje atmosferskih razelektritev v zemljo, pri čemer ne sme prihajati do nevarnih posledic, kot so poškodbe oseb, električni preskoki ali nastanek iskrenja. Glede na umestitev in značilnosti objekta je zaščita razdeljena na zunanji in notranji del sistema LPS. Zunanji del vključuje lovilne elemente, odvode ter ozemljitveni sistem, notranji del pa zajema zaščito ozemljitve in izenačevanje potencialov, kar je povezano tudi z ukrepi za zaščito pred električnim udarom.

Na podlagi analize tveganja je mogoče določiti najmanjši potrebni zaščitni razred, ki še zagotavlja sprejemljivo raven varnosti. Metodologija za izračun tveganja je podrobno opisana v standardu SIST EN 62305-2:2012. Upoštevani so dejavniki tveganja, njihovi posamezni prispevki, lokacija objekta ter karta največjih gostot udarov strele.

Na podlagi opravljenega vrednotenja je za objekt določen zaščitni nivo III. Ta določa, da razdalja med posameznimi odvodi ne sme presegati 20 m, prav tako pa največja dovoljena dimenzija lovilne mreže znaša 20 x 20 m. Vse projektirane razdalje v sistemu so znotraj navedenih mej.

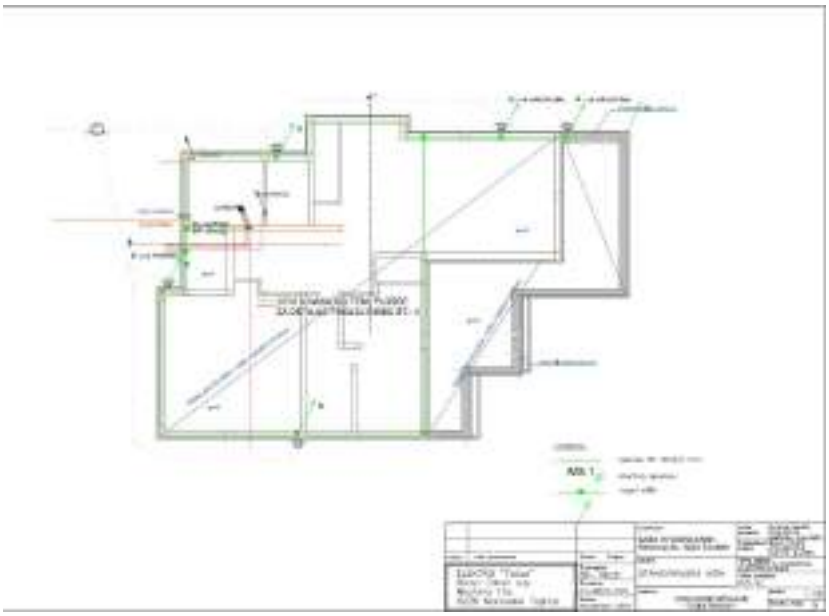
Strelovodna naprava je sestavljena iz lovilnih palic, lovilnih vodov, odvodov, merilnih spojev ter ozemljitvenega sistema. Lovilni vodi so izdelani iz pocinkanih jeklenih vodnikov Fe/Zn s premerom 8 mm in so pritrjeni na strešno konstrukcijo objekta.

Odvodi služijo povezavi med lovilnimi vodi in merilnimi spoji. Medsebojna razdalja odvodov ne sme presegati 20 m. Za njihovo izvedbo so predvideni vodniki Fe/Zn s premerom 8 mm, ki so položeni podometno pod fasado objekta.

Merilni spoji omogočajo ločitev ozemljitvenega sistema od nadzemnega dela strelovodne naprave, s čimer je zagotovljena možnost pregleda in meritev ozemljitve. V obravnavanem primeru so merilni spoji izvedeni v talni, pohodni izvedbi.

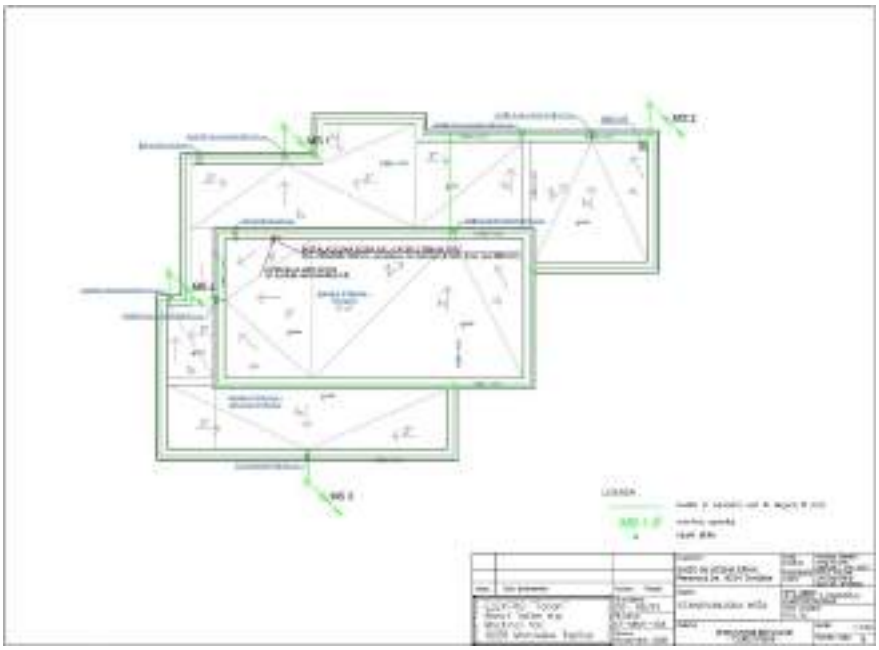
Ozemljitveni sistem je zasnovan z uporabo pocinkanega jeklenega traku Fe/Zn dimenzij 25 x 4 mm, vgrajenega v temelj objekta. Zaradi dodatne izenačitve potencialov je okoli objekta v

zemlji položen še dodatni ozemljitveni obroč enakih dimenzij. Na ta sistem so priključeni vsi odcepi do kovinskih mas ter povezava z glavno razdelilno omarico za izenačevanje potencialov. Na strelovodno napravo je treba priključiti vse večje kovinske mase, nameščena na strehi fasadi objekta, kot so fasadne obrobe, žlebovi, ograje in podobni elementi. Povezave se izvedejo z vodniki Fe/Zn premera 8 mm, enako kot lovilni vodi. Vse kovinske ograje in druge kovinske konstrukcije se dodatno povežejo na ozemljitev s pocinkanim jeklenim trakom dimenzij 25 x 4 mm oziroma 20 x 3 mm.



Slika 10: Strelovodne inštalacije

Vir: lastni



Slika 11: Strelovodne inštalacije

Vir: lastni

4.5 Ozemljitve

Zaščita pred električnim udarom je v obravnavanem objektu načrtovana v skladu z zahtevami standarda SIST HD 60364-4-41. Pri tem so upoštevani ukrepi za zaščito v primeru okvare, predvsem pri posrednem dotiku, kjer lahko pride do nevarnega dotika prevodnih delov.

Osnovni zaščitni ukrepi vključujejo izvedbo zaščitne ozemljitve in izenačevanja potencialov, uporabo samodejnega izklopa napajanja ob pojavu okvare ter pravilno izbiro sistema napajanja (TN,TT ali IT). Poleg tega je predvidena tudi dodatna zaščita, kjer je to zahtevano. Vsi izpostavljeni prevodni deli morajo biti povezani z zaščitnim vodnikom, pri čemer morajo biti upoštevani pogoji, ki veljajo za posamezno vrsto ozemljitve in sistem napajanja. Dotakljivi prevodni deli so lahko povezani posamično ali v skupinah, vendar vedno na skupni ozemljitveni sistem objekta. Uporabljeni zaščitni vodniki morajo ustrezati tehničnim zahtevam standarda SIST HD 60364-5-54.

Za ozemljitev večjih kovinskih delov v objektu je predviden pocinkan jekleni trak Fe/Zn dimenzij 25 x 4 mm, ki je vgrajen v temelje objekta in s tipskimi spojkami povezan na armaturo. Na ta ozemljitveni vod so priključene vse pomembnejše kovinske mase, ki vstopajo v objekt z zunanje strani, kot so kovinska vrata, ograje ter drugi kovinski elementi. Ozemljitveni vod je

na več mestih povezan z ozemljitvenim sistemom v zemlji, kar skupaj tvori enoten in funkcionalen ozemljitveni sistem stavbe.

V vsaki stavbi morajo biti v sistem zaščitene izenačitve potencialov vključeni ozemljitveni vodniki, glavna ozemljitvena zbiralka ter vsi pomembni prevodni deli. Med te sodijo kovinske cevi energetskih in drugih inštalacij, ki iz zunanjosti prehajajo v notranjost objekta (na primer plinske in vodovodne cevi), kovinski konstrukcijski elementi, če so pri normalni uporabi dostopni, ter kovinski deli ogrevalnih in klimatskih naprav. Prav tako je treba upoštevati kovinske armature armiranobetonskih konstrukcij, kadar so medsebojno zanesljivo povezane in dotakljive. Če ti elementi v objekt vstopajo od zunaj, jih je treba medsebojno povezati čim bližje mestu vstopa v stavbo.

Kot zaščitni ukrep pred nevarnimi posledicami električnega toka je v objektu previden samodejni izkop napajanja, ki se izvede s pomočjo varovalk v razdelilni omarici v TN-S-sistemu električne inštalacije. Vsi dostopni prevodni deli električne inštalacije morajo biti medsebojno povezani z zaščitnim vodnikom, ki je priključen na ozemljitveno točko napajalnega sistema. Zaščitne naprave in prerezi vodnikov morajo biti izbrani tako, da v primeru okvare ali nenamernega stika med faznim vodnikom in zaščitnim vodnikom oziroma izpostavljenim prevodnim delom pride do samodejnega izklopa napajanja v časovnem okviru, ki je skladen z zahtevami standarda SIST HD 60364-4-41. Ta pogoj mora biti izpolnjen ne glede na mesto okvare znotraj električne inštalacije. Varovalni elementi so dimenzionirani tako, da pri nazivni napetosti 230 V in frekvenci 50 Hz zagotavljajo izklop v predpisanem času, ki je določen glede na vrsto porabnikov.

- Pri dovodnih in nepremičnih porabnikih z nazivnim tokom nad 32 A mora izklop nastopiti najkasneje v 5 s (t = 5 s).
- Pri prenosnih porabnikih in vtičnicah z nazivno napetostjo 400 V in tokom do 32 A je dovoljen izklopni čas do 0,2 sekunde (t = 0,2 s).
- Pri prenosnih porabnikih in vtičnicah z nazivno napetostjo 230 V in tokom do 32 A pa izklopni čas ne sme preseči 0,4 sekunde (t = 0,4 s).



Slika 12: Ozemljitev armature temelja objekta

Vir: lastni



Slika 13: Vstavljanje valjenca v zemljo pod temeljno ploščo objekta

Vir: lastni

5 PAMETNA INŠTALACIJA

5.1 Začetki pametne inštalacije

Prvi koncepti pametnih domov niso nastali kot fizične stavbe, temveč kot ideje. Že več desetletij znanstvena fantastika obravnava zamisel avtomatiziranega bivanjskega okolja. Znanstveniki so si predstavljali prihodnost, v kateri so domovi interaktivni in pretežno delujejo samostojno. V zgodbi z naslovom 'There will come soft rains' Raya Bradburyja je opisan avtomatiziran dom, ki nadaljuje svoje delovanje tudi po izginotju človeštva. Čeprav je ideja avtomatizacije doma prisotna že dalj časa, so se dejanski pametni domovi začeli uveljavljati šele v zadnjih desetletjih. Razvoj pametnih bivanjskih rešitev je tesno povezan s tehnološkim napredkom, predvsem na področju strojne opreme. V nadaljevanju navedenih alinejah zgodovinskega razvoja se osredotoča na ključne izume, ki so postopoma vodili do pametnih domov, kakršne poznamo danes, ter na tehnologijo, ki jih lahko pričakujemo v bližnji prihodnosti. (Hendricks, 2025)

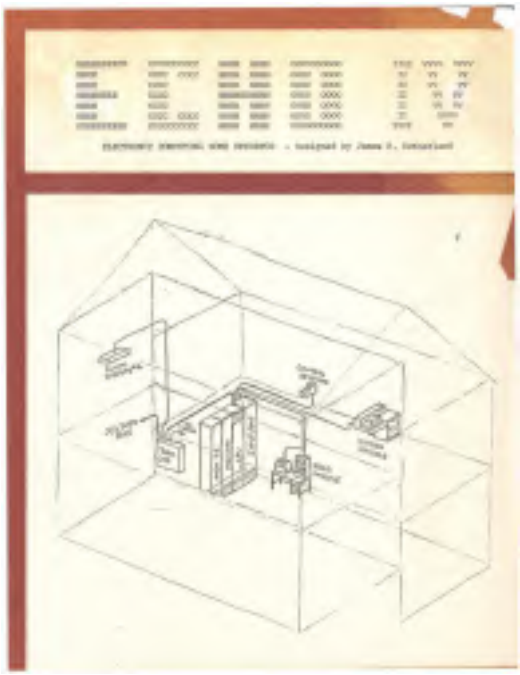
- **Obdobje 1901-1920: razvoj gospodinjskih aparatov**
  Čeprav gospodinjskih aparatov z začetka 20. stoletja ne moremo označiti kot pametnih, so predstavljali izjemen tehnološki napredek tistega časa. Razvoj se je začel z izumom prvega sesalnika na motorni pogon. V naslednjih dveh desetletjih so bili razviti številni drugi gospodinjski aparati, kot so hladilniki, pralni stroji, sušilni stroji, likalniki in toasterji. Ti izumi so bistveno poenostavili gospodinjska opravila in pomembno vplivala na kakovost bivanja, zlasti v premoženjskih gospodinjstvih. (Hendricks, 2025)

- **Obdobje 1966-1967**
  Naprava ECHO IV nikoli ni bila komercialno dostopna, veljala pa je za prvi pametni sistem. Omogočala je izračun nakupovalnih seznamov, regulacijo temperature v domu ter vklop in izklop gospodinjskih naprav. Leto kasneje je bil razvit t. i. kuhinjski računalnik, ki je omogočal shranjevanje receptov. Kljub inovativnosti naprava zaradi neustreznega trženja in družbenih okoliščin ni dosegla tržnega uspeha.



Slika 14: Naprava ECHO IV

Vir: https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102647711/



Slika 15: Skica delovanja sistema ECHO IV

Vir: https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102647711/

- **Pametni domovi konec 90. let**

  Konec devetdesetih let in v začetku 21. stoletja so pametni domovi oziroma sistemi za avtomatizacijo bivanjskih prostorov postajali vse bolj priljubljeni. Razvoj tehnologije je omogočil pojav novih naprav in rešitev, ki so postopoma postale cenovno dostopnejše širšemu krogu uporabnikov. Na trg so začeli vstopati različni sistemi za domače omrežje, nadzor in upravljanje gospodinjskih naprav, kar je pametne domove uveljavilo kot realno in uporabno možnost za potrošnike. (Hendricks, 2025)

- **Sodobni pametni domovi**

  Danes so pametni domovi večinoma usmerjeni v povečanje varnosti, energetske učinkovitosti in trajnostnega bivanja. Taki sistemi omogočajo nadzor porabe energije ter prispevajo k zmanjševanju nepotrebnih energetskih izgub. Poleg tega izboljšujejo varnost objekta, saj uporabnika obveščajo o morebitnih nepooblaščenih vstopih, ne glede na to, ali je ta fizično prisoten doma ali ne. Med trenutno najbolj razširjene funkcije avtomatizacije doma sodijo daljinsko upravljanje prek mobilnih naprav, avtomatsko krmiljenje razsvetljave, prilagoditev delovanja ogrevalnih in hladilnih sistemov, časovno upravljanje gospodinjskih aparatov, obveščanje prek mobilnih sporočil ali elektronske pošte ter videonadzor na daljavo. (Hendricks, 2025)

5.2 Opis delovanja pametne inštalacije

Pametne inštalacije združujejo raznolike elemente, ki lahko delujejo samostojno ali pa so med seboj povezani v enoten sistem. Pametne naprave so običajno povezane s centralnim krmilnikom, ki omogoča njihovo upravljanje na več različnih načinov. (Buh, 2025)

Ena izmed najpogostejših oblik upravljanja poteka preko pametnega telefona, tablice ali osebnega računalnika. Z uporabo namenskih aplikacij lahko uporabnik na daljavo spremlja in nadzira delovanje naprav v domu, kar je še posebej uporabno v času odsotnosti. Tak način upravljanja omogoča dostop do sistema ne glede na lokacijo in čas, kar bistveno povečuje udobje in pregled nad dogajanjem v objektu.

Pomembno vlogo pri sodobnih pametnih sistemih imajo tudi glasovni asistenti, kot so Amazon Alexa, Google Assistent in Apple Siri. Ti uporabnikom omogočajo upravljanje naprav z glasovnimi ukazi, na primer vklop ali izklop razsvetljave, prilagajanje temperature, predvajanje glasbe in podobno. Glasovno upravljanje je posebej priročno, saj omogoča uporabo pametnih naprav brez fizičnega stika ali uporabe mobilnih naprav.

Kljub razvoju naprednih tehnologij ostajajo klasična stenska stikala in tipke pomemben del pametnih inštalacij. Ta omogočajo neposredno upravljanje naprav v prostoru, kjer se uporabnik nahaja, in so še posebej primerna za osebe, ki niso vešče uporabe sodobnih tehnologij, kot so starejši uporabniki.

Dodatno udobje zagotavlja tudi stenski zaslon na dotik, ki je centralni vmesnik za nadzor več naprav hkrati. Omogoča pregleden prikaz stanja sistema ter enostavno upravljanje različnih funkcij pametnega doma. Zasloni so lahko nameščeni na več lokacijah po objektu, kar omogoča lažji dostop do upravljanja.

Poleg neposrednega upravljanja pametni domovi omogočajo tudi uporabo scenarijev oziroma funkcij, ki temeljijo na vnaprej določenih dogodkih. Ti scenariji omogočajo samodejno delovanje več naprav hkrati glede na potrebe ali življenjske navade uporabnika. (Buh, 2025)

Med pogosto uporabljenimi scenariji je na primer način 'na počitnicah', ki se aktivira ob daljši odsotnosti stanovalcev. Ta lahko vključuje samodejni izklop razsvetljave, spuščanje žaluzij ali rolet, znižanje temperature ogrevanja za varčevanje z energijo ter aktivacijo varnostnih sistemov. Drugi primer je scenarij 'domači kino', pri katerem so ob aktivaciji samodejno zatemnijo luči, spustijo senčila in vklopi televizijski sprejemnik.

Oddaljeno upravljanje pametnih naprav je mogoče preko lokalnega strežnika, kar omogoča nadzor znotraj domačega omrežja. Poleg tega je omogočen tudi dostop prek drugih omrežij, kar pomeni, da so naprave povezane v oblak in jih je mogoče upravljati tu na daljavo. (Buh, 2025)

5.3 Različni sistemi pametnih inštalacij

Pri načrtovanju pametnih inštalacij ima ključno vlogo razumevanje komunikacijskih mehanizmov, ki omogočajo izmenjavo podatkov med posameznimi napravami. Komunikacijski protokoli predstavljajo osnovo za sodelovanje različnih komponent sistema, saj določajo pravila in način njihovega medsebojnega sporazumevanja. Glede na način prenosa podatkov jih v splošnem razvrščamo v dve glavni skupini, in sicer na žične ter brezžične komunikacijske protokole. (Dance, 2026)

Žični protokoli za prenos informacij uporabljajo fizične povezave, kot so kabli, ki zagotavljajo zanesljivo in stabilno komunikacijo. Njihova prednost se kaže v manjši dovzetnosti za motnje ter višjih hitrostih prenosa podatkov. Slabost tovrstnih rešitev pa je potreba po dodatni kabelski infrastrukturi, kar lahko poveča stroške izvedbe in zmanjša prilagodljivost sistema. Med bolj znane uporabljene žične protokole sodijo Ethernet, RS-485, KNX in DALI. (Dance, 2026)

Brezžični komunikacijski protokoli omogočajo povezovanje naprav brez fizičnih povezav, kar poenostavi namestitev in poveča prilagodljivost sistema. Tak način komunikacije je še posebej primeren za naknadne nadgradnje in razširitev pametnih inštalacij. Kljub temu so brezžične povezave praviloma občutljivejše na motnje iz okolja ter imajo omejen doseg v primerjavi z žičnimi rešitvami. Med najbolj razširjenimi brezžičnimi protokoli so Zigbee, Z-Wave in LoraWAN. Nekateri izmed navedenih protokolov bodo podrobneje opisani v nadaljevanju tega diplomskega dela. (Dance, 2026)

5.3.1 ZigBee

ZigBee je brezžični komunikacijski standard, namenjen predvsem aplikacijam, pri katerih je ključna nizka poraba energije ob zanesljivem prenosu podatkov. Protokol je zasnovan za delovanje pri manjših hitrostih prenosa, hkrati pa zagotavlja visoko stopnjo varnosti in stabilnosti povezave. Zaradi teh lastnosti se je ZigBee uveljavil tako v industrijskih okoljih kot tudi na področju t. i. 'interneta stvari' (angl. Internet of Things), kamor sodi tudi obravnavana naprava CubeSensors.

V predstavljeni napravi je za brezžično komunikacijo uporabljen modul Telegesis ETRX357, ki temelji na tehologiji ZigBee in deluje v frekvenčnem pasu 2,4 GHz. Osrednji del modula predstavlja sistem na čipu Ember E357, ki skrbi za izvajanje ZigBee protokola in obdelavo komunikacijskih nalog. Poleg tega modul vsebuje kristalni oscilator s frekvenco 24 MHz, ki zagotavlja natančno časovno osnovo delovanja, ter radijski del, namenjen brezžičnemu prenosu podatkov. Povezava med modulom in preostalim sistemom poteka preko serijskega komunikacijskega vmesnika UART.

Učinkovito upravljanje porabe energije v sistemu temelji na načelu, da so posamezni senzorji in elektronski sklopi večino časa v energijsko varčnih načinih delovanja. Aktivni so le takrat, ko je to nujno potrebno za zajem ali prenos podatkov. Komponente, ki ne podpirajo varčnih načinov delovanja, kot sta senzor svetlobe in mikrokrmilnik, se po potrebi popolnoma odklopijo od napajanja s pomočjo za to namenjenega tranzistorskega stikala. (Rok Češnovar, 2026)

5.3.2 Z-Wave

Podjetje z Danske je razvilo tehnologijo Z-Wave. Naprava je zmožna v eno mrežo vključiti 232 naprav, ki producirajo mrežo MESH, pri čemer imajo naprave zmožnost prenosa ali podaljšanja

signala. Z-wave pri komunikaciji uporablja radijske valove majhnih moči, ki se gibljejo med 800 in 900 GHz. Ena večjih prednost te tehnologije je povezljivost naprav, saj raznovrstne naprave lahko komunicirajo med seboj ne glede na znamko, tip ali leto proizvoda. Med drugim se lahko pohvali tudi s hitrostjo delovanja sistema.

5.3.3 Modbus

Modbus je eden izmed pogosto uporabljenih komunikacijskih protokolov v industrijskih sistemih, predvsem zaradi svoje robustnosti in enostavne implementacije. Različici MODBUS ASCII in RTU omogočata povezovanje večjega števila naprav, in sicer do 247, ki so lahko med seboj povezane zaporedno ali v obliki vodila. Komunikacija poteka po eni sami liniji, kar omogoča učinkovito izmenjavo podatkov v obe smeri. Razširitev protokola v obliki MODBUS TCP omogoča prenos podatkov prek omrežij TCP/IP, s čimer je zagotovljena povezljivost tudi prek lokalnih ali globalnih omrežij. Tak način komunikacije povečuje prilagodljivost sistema ter omogoča lažji dostop do naprav znotraj omrežja. Zaradi preproste zasnove in zanesljivega delovanja se MODBUS uporablja tudi na področju hišne avtomatizacije, kjer pametni moduli med seboj izmenjujejo podatke ter uporabnikom omogočajo centralizirano upravljanje in nadzor nad različnimi sistemi v bivalnem okolju. (Wikipedia, 2026)

5.3.4 EIB/KNX

Sistem KNX, ki je bil sprva poznan pod imenom European Installation Bus (EIB), se je sčasoma razvijal in postopoma uveljavil kot osrednji standard na področju avtomatizacije stavb. K njegovemu razvoju je pomembno prispevalo združenje več organizacij, med drugim Batibus Club International, European Installation Bus Association ter European Home System Association, ki so se leta 1999 povezale v organizacijo KNX Association. Tako je bila vzpostavljena enotna platforma za nadaljnji tehnološki napredek in širšo uporabo sistema. Pomemben mejnik v razvoju KNX je bilo leto 2003, ko je bil sistem uradno sprejet kot standardizirano komunikacijsko vodilo. To je omogočilo uporabo skupnega komunikacijskega jezika med napravami različnih proizvajalcev, tako v stanovanjskih kot tudi v industrijskih okoljih. Zaradi standardizacije in odprtosti je KNX postopoma postal globalno priznan in razširjen sistem. Ena izmed ključnih lastnosti KNX je njegova decentralizirana zasnova. Vsaka naprava v sistemu deluje samostojno in ni neposredno odvisna od centralne krmilne enote, kar

bistveno poveča zanesljivost delovanja. Takšna arhitektura zmanjšuje možnost popolnega izpada sistema, saj okvara posameznega elementa ne vpliva na delovanje celote.

Delovanje KNX-sistema temelji na sodelovanju več vrst elementov. Med osnovne sistemske komponente sodijo podatkovni vodi, kot so kabli in povezovalni elementi, ki omogočajo prenos informacij. Pomembno vlogo imajo tudi napajalni in zaščitni elementi, med katere sodijo napajalniki, spojke ter filtrirani moduli. Na aplikativni ravni pa sistem sestavljajo senzorji, aktuatorji, uporabniški vmesniki in drugi krmilni elementi, ki omogočajo izvajanje funkcij avtomatizacije. Najpogosteje uporabljena komunikacijska rešitev v KNX-sistemih je prenos podatkov po sukanem paru. Ta tehnologija omogoča hkratno napajanje in komunikacijo po istem vodniku, kar poenostavi montažo ter zmanjša potrebo po dodatnih napajalnih vodih. Naprave v sistemu običajno delujejo v območju enosmerne napetosti med 21 V in 30 V. Poleg žične komunikacije KNX podpira tudi brezžične rešitve, kot je KNX RF, ki omogočajo vključevanje elementov brez posegov v obstoječo inštalacijo. Brezžični moduli običajno vsebujejo RF-oddajnik, sprejemnik ter ustrezno komunikacijsko elektroniko. (wikipedia, 2026)

Zaradi možnosti uporabe različnih prenosnih medijev, vključno z žičnimi in brezžičnimi povezavami ter integracijo obstoječih inštalacij, je KNX izjemno prilagodljiv sistem. Uporablja se lahko v enostavnih stanovanjskih objektih ali v kompleksnih objektih in industrijskih zgradbah. Celostno gledano KNX zagotavlja visoko stopnjo zanesljivosti, prilagodljivosti in energetske učinkovitosti, zato ostaja ena ključnih tehnologij na področju pametnih stavb. Pri načrtovanju KNX-sistema je nujno upoštevati namen objekta, obstoječo infrastrukturo ter zahteve uporabnika, saj le ustrezno zasnovan sistem omogoča optimalno izkoriščanje vseh svojih prednosti. (wikipedia, 2026)

Slika 16: Simbol KNX

Vir: https://en.wikipedia.org/wiki/KNX

6 OPIS IN PRIKAZ SESTAVE, VEZAVE IN DELOVANJA PAMETNE INŠTALACIJE S SISTEMOM KNX

6.1 Opis delovanja sistema KNX v stanovanjski hiši

Za razumevanje delovanja sistema KNX/EIB je treba najprej izpostaviti njegove temeljne značilnosti. Vse naprave, vključene v KNX-inštalacijo, so povezane na skupno komunikacijsko vodilo (bus), pri čemer ima vsaka naprava določen lastni fizični naslov. Na ta način sistem natančno določa izvor in cilj posameznih ukazov oziroma telegramov, ki se prenašajo po vodilu, ter tako omogoča pravilno upravljanje povezanih elementov. (d. o. o., 2026)

Klasično zasnovane elektroinštalacije ne omogočajo enostavnega prilagajanja delovanja posameznih porabnikov brez posegov v fizično strukturo sistema. Vsaka sprememba funkcionalnosti zato praviloma zahteva dodatno ožičenje ali zamenjavo elementov. Pri KNX-inštalacijah, ki temeljijo na standardu instabus, je pristop drugačen, saj je krmiljenje izvedeno preko skupnega komunikacijskega vodila, ki povezuje vse aktivne komponente sistema. Napajanje porabnikov je zagotovljeno preko aktuatorjev, ki so vključeni v KNX-omrežje in omogočajo nadzor nad posameznimi električnimi tokokrogi. Taka zasnova omogoča, da se način delovanja, vklop in izklop, regulacija ter povezovanje posameznih funkcij med seboj prilagajajo zgolj s programsko konfiguracijo. Za to se uporablja programsko orodje ETS, s katerim lahko uporabnik ali izvajalec spremeni logiko delovanja sistema brez kakršnih koli fizičnih posegov v inštalacijo. V praksi to pomeni, da je na primer mogoče razsvetljavo v prostoru sprva upravljati z eno tipko, kasneje pa z enostavno programsko spremembo določiti, da se svetila vključujejo ločeno, v različnih skupinah ali preko dodatnih upravljalnih elementov, kot so daljinski upravljalniki ali senzorji, nameščeni na poljubnih mestih v objektu. KNX-sistem je zasnovan decentralizirano, kar povečuje njegovo zanesljivost. V primeru okvare posamezne komponente se zamenja le okvarjeni aktuator ali naprava, medtem ko preostali deli sistema še naprej delujejo nemoteno. (d. o. o., 2026)

Sistem instabus KNX predstavlja sodobno rešitev za izvedbo inteligentnih elektroinštalacij, saj omogoča centralno in avtomatizirano upravljanje različnih tehničnih sistemov v objektu. Z njegovo uporabo je mogoče krmiliti raznovrstne porabnike in naprave, ki so vključene v električno in komunikacijsko omrežje stavbe. Med najpogosteje uporabljene funkcije sodijo:

- nadzor razsvetljave,
- upravljanje električnih porabnikov, priključenih na vtičnice,

- nadzor senčil,
- nadzor ogrevanja in prezračevanja,
- nadzor klime,
- oddaljeno upravljanje, na primer preko mobilnega telefona ali GSM-povezave.

Upravljanje senčil, žaluzij, zaves, rolet, tend in oken je mogoče prilagoditi različnim potrebam uporabnika, če so v sistem vgrajeni ustrezni KNX-aktuatorji:

- **Posamezne naprave** je mogoče upravljati ločeno, kar pomeni, da se vsak element zastiranja svetlobe vklaplja, izklaplja ali nastavlja samostojno. Hkrati pa jih je mogoče povezati v skupine ali vključiti v različne scenarije, s čimer se doseže usklajeno delovanje več elementov hkrati.
- V primeru vgradnje **KNX-pogonov na oknih** je omogočeno tudi avtomatsko odpiranje in zapiranje oken, na primer z namenom prezračevanja prostora.
- Delovanje sistema je mogoče dodatno nadgraditi z **zunanjimi vremenskimi senzorji**, ki merijo parametre, kot so temperatura, hitrost vetra in vlažnost zraka. Na podlagi teh podatkov se lahko sistem samodejno prilagaja trenutnim vremenskim razmeram, npr. tako se ob močnem soncu senčila ali žaluzije spustijo, ob oblačnem vremenu pa se ponovno dvignejo. Prav tako se lahko ob večernem času samodejno spustijo rolete in se zjutraj znova dvignejo, medtem ko se ob močnem vetru tende ali zunanje žaluzije zložijo, s čimer se preprečijo morebitne poškodbe opreme. (d. o. o., 2026)



Slika 17: Vremenska postaja

Vir: Gira weather station Plus for KNX

V sistemih pametnih elektroinštalacij je delovanje razsvetljave mogoče prilagoditi na več različnih načinov, pri čemer se vse funkcije določijo programsko. Posamezna svetila se lahko upravljajo samostojno, kar pomeni, da jih je mogoče vključevati in izključevati neodvisno, podobno kot pri klasičnih elektroinštalacijah. Poleg tega se lahko svetila povežejo v skupine, s čimer omogočimo, da se več izbranih svetlobnih virov v prostoru upravlja hkrati z eno samo tipko. Sistem omogoča tudi regulacijo svetilnosti, pri čemer uporabnik z ustreznim stikalom ali upravljalnikom prilagaja jakost osvetlitve glede na potrebe in razmere v prostoru. Pomembna prednost je možnost oblikovanja svetlobnih scen, pri katerih se z enim ukazom aktivira vnaprej določena kombinacija svetilk in njihove svetilnosti. Tako je mogoče v istem prostoru ustvariti različne ambiente, na primer za sprostitev, gledanje televizije ali večerno osvetlitev. Razsvetljavo je mogoče upravljati tudi centralno. Ob izhodu iz objekta lahko uporabnik s pritiskom na eno tipko izključi vsa svetila v hiši, kar prispeva k večji preglednosti in varčevanju z energijo. Poleg tega sistem omogoča simulacijo prisotnosti, pri kateri se ob odsotnosti stanovalcev svetila v določenih časovnih intervalih samodejno vklapljajo in izklapljajo, bodisi posamezno, v skupinah ali preko vnaprej nastavljenih scen. Delovanje razsvetljave je mogoče povezati tudi s senzorji gibanja, ki se pogosto uporabljajo na hodnikih, v garažah ali na dovozih. V tem primeru se svetila ob zaznani prisotnosti vključijo samodejno. Dodatno je mogoče nastaviti časovno krmiljenje, kjer se osvetlitev vklaplja ob določenih urah ali glede na količino dnevne svetlobe, kar je posebej uporabno pri zunanjih in dekorativnih svetilih. Z vgradnjo svetlobnih senzorjev se razsvetljava prilagaja dejanskim svetlobnim razmeram v prostoru, na primer v dnevnih sobah ali delovnih prostorih, s čimer se doseže večje udobje in učinkovitejša raba energije. (d. o. o., 2026)

Upravljanje različnih sistemov v objektu je mogoče izvesti na več načinov:

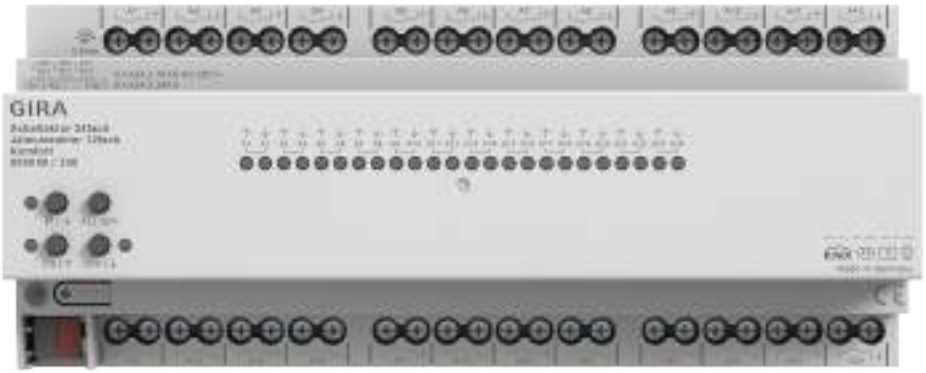
- Eden izmed njih je nadzor **električnega ogrevanja**, pri katerem se grelni kabli vgrajujejo na dovozne poti, terase pod talnimi oblogami, pred garažne vhode, v žlebove ali odtočne cevi. V povezavi z vremenskimi tipali se ogrevanje samodejno vklaplja in izklaplja glede na zunanje razmere, kar omogoča učinkovito delovanje predvsem v neugodnih vremenskih pogojih.
- Poleg tega je mogoče s pomočjo ustreznih aktuatorjev nadzorovati tudi **različne električne porabnike** v gospodinjstvu. Sistem omogoča upravljanje naprav, kot so grelniki sanitarne vode, pralni, sušilni in pomivalni stroji ter druge podobne naprave, ki jih je mogoče po potrebi vklapljati ali izklapljati.

Uporaba pametne inštalacije KNX uporabniku ponuja več načinov upravljanja:

- Ena izmed možnosti so **inteligentna stikala**, ki se nameščajo ob vratih in so lahko enojna, dvojna ali večkratna. Njihova funkcionalnost je prilagodljiva; kratek pritisk lahko pomeni vklop ali izklop, daljši pritisk pa na primer lahko zatemnjevanje svetil ali nastavitev položaja lamel na senčilih, vse glede na programske nastavitve.
- Drugi način upravljanja je preko **centralnega LCD-zaslona**, ki omogoča pregledno in enostavno ročno vodenje vseh vgrajenih elementov. Tak nadzorni vmesnik je praviloma prilagojen slovenskemu jeziku in omogoča upravljanje na več ravneh. Poleg ročnega upravljanja omogoča tudi avtomatsko delovanje naprav glede na časovno nastavitev ali medsebojno odvisnost posameznih porabnikov.
- Sistem je mogoče upravljati tudi na daljavo, in sicer preko mobilnega telefona. V ta namen se na ustreznem mestu namesti komunikacijska enota, ki omogoča povezavo s telefonom bodisi brezžično bodisi preko GSM-omrežja. Tako lahko uporabnik na daljavo nadzoruje in upravlja izbrane porabnike.

Pomembno je poudariti, da omenjene dodatne naprave, kot so zasloni na dotik, daljinski dostop ali vremenske postaje, niso nujni pogoji za delovanje KNX-sistema. Sistem deluje zanesljivo tudi brez njih, kar omogoča postopoma nadgrajevanje in prilagajanje funkcionalnosti glede na želje uporabnika.

Vsi elementi v sistemu med seboj komunicirajo preko skupnega KNX-vodila. Vsaka komponenta, na primer aktuator, ima svoj naslov in deluje neodvisno od ostalih. To pomeni, da ob morebitni okvari posameznega elementa preostali del sistema nemoteno deluje naprej. Pri načrtovanju sistema je treba glede na število uporabljenih naslovov oziroma elementov, kot so aktuatorji, moduli, tipke in regulatorji, pravilno izbrati napajalnik ter zagotoviti ustrezno povezavo vseh komponent. (d. o. o., 2026)



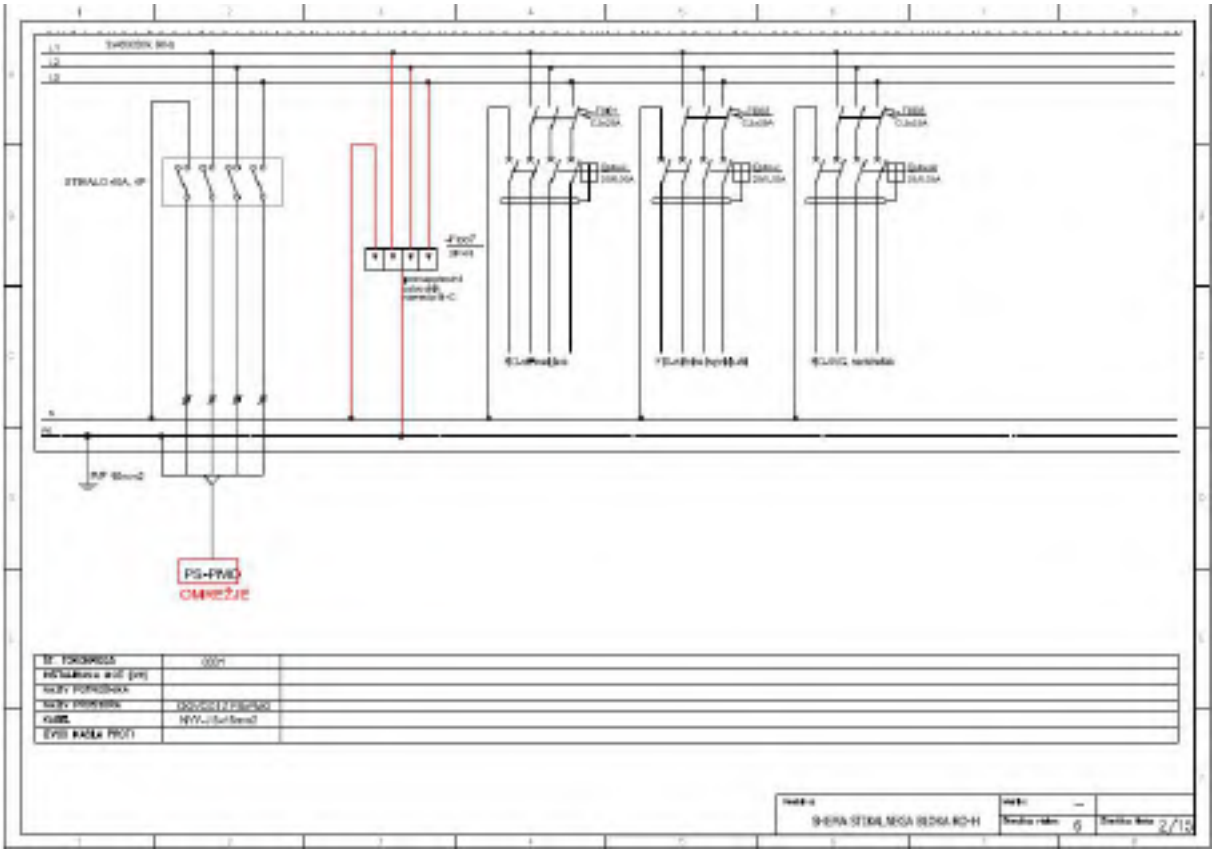
Slika 18: KNX-aktuator

Vir: https://partner.gira.com/en/systeme/knx-system/knx-produkte/aktoren/knx-schaltaktor-jalousieaktor.html#cms-anchor-intro

Z uporabo namenske programske opreme se najprej nastavi celotno upravljanje objekta. Po končani konfiguraciji se nastavitve prek vmesnika naložijo na posamezne naprave v prostoru ter v razdelilno omarico. Na ta način je zagotovljeno usklajeno delovanje vseh elementov sistema. Preko istega vmesnika je sistem mogoče povezati tudi z internetom, kar omogoča oddaljen dostop. Ob ustrezni identifikaciji lahko uporabnik prek spletne povezave nadzoruje in upravlja vse priključene komponente sistema. (d. o. o., 2026)

Pri izračunu skupnih stroškov vgrajene opreme je treba poleg cene modulov upoštevati še stroške programiranja in zagona sistema. Ti običajno predstavljajo približno 15 % vrednosti KNX-opreme. Opisani primeri jasno prikazujejo široke možnosti nadzora in upravljanja, ki jih KNX-sistem omogoča. Končna vrednost investicije pa je odvisna predvsem od zahteve in finančnih zmožnosti naročnika. (d. o. o., 2026)

6.2 *Prikaz in opis vezalne sheme pametne inštalacije v stanovanjski hiši*



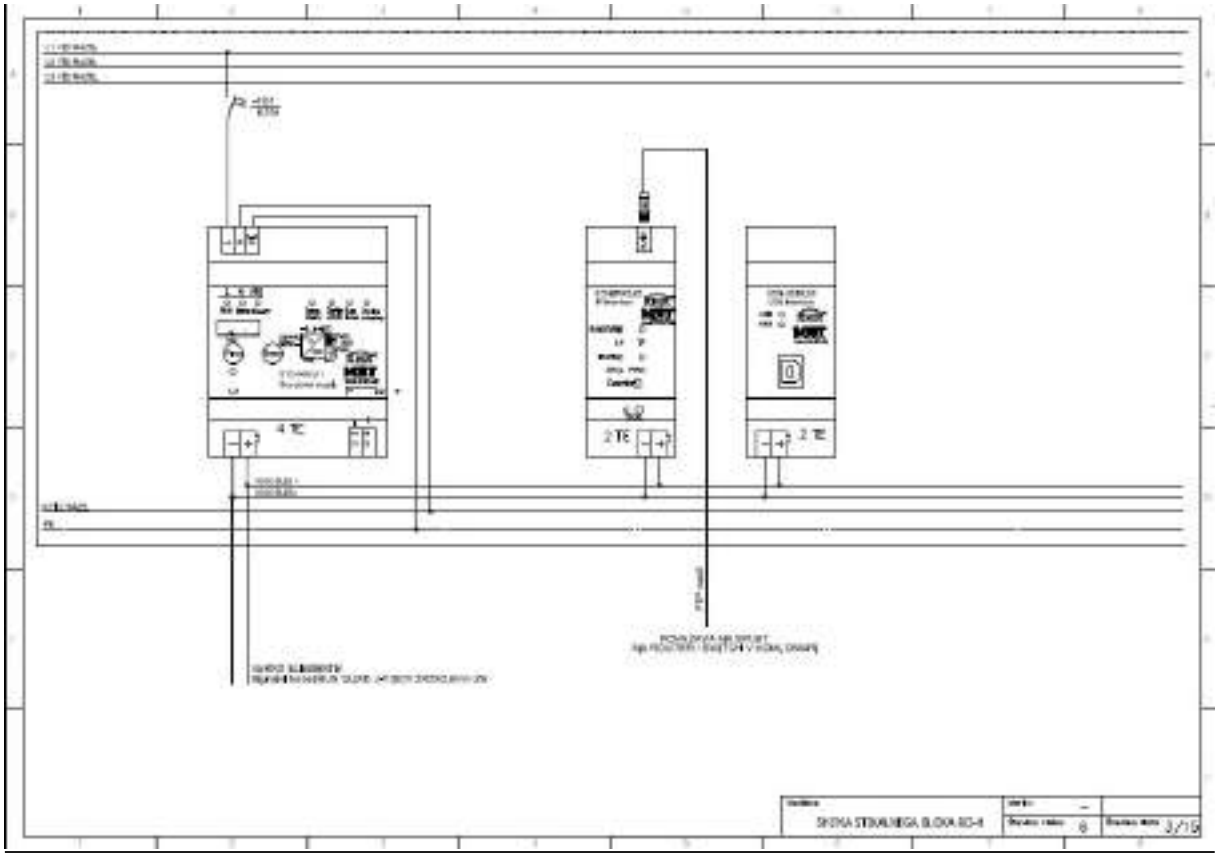
Slika 19: Prvi del vezalne sheme objekta

Vir: (d. o. o., 2026)

Slika 17 prikazuje začetni del vezalne sheme obravnavanega objekta. Shemo sestavljajo ključni elementi električne inštalacije, ki so bistveni za pravilno delovanje in varnost sistema. V nadaljevanju so ti elementi podrobneje predstavljeni in opisani.

1. Glavno stikalo 40 A, 4p: gre za štiripolno glavno stkalo, na katero je priključen dovodni vodnik. Njegova osnovna naloga je omogočiti popoln izklop električne napetosti v celotnem objektu, kar je še posebej pomembno pri vzdrževalnih delih ali v primeru nevarnosti.
2. Prenapetostna zaščita razreda B+C: prenapetostni odvodniki razreda B+C (razred 1/B+C) so namenjeni zaščiti električne inštalacije ter priključene opreme pred učinki prenapetosti, ki lahko nastanejo ob neposrednih ali bližnjih udarih strele.
3. FID-razsvetljava: zaščitno stikalo na diferenčni tok, imenovano tudi FID (Fault Interrupter Differential), zagotavlja zaščito pred nevarnimi dotiki delov pod napetostjo ter zmanjšuje tveganje za nastanek požara. Njegova funkcija je, da ob zaznavi odstopanja tokov samodejno prekine napajanje električnih porabnikov.

4. FID-vtičnice in priključki: to FID-stikalo je namenjeno varovanju vtičnic in različnih električnih priključkov, kar omogoča večjo stopnjo varnosti in zanesljivosti delovanja sistema.
5. FID-KVG, nadstrešek: v obravnavani vezalni shemi so uporabljeni štiri FID-stikala. Prvo je namenjeno zaščiti tokokrogov razsvetljave, drugi varovanju vtičnic in različnih električnih priključkov, tretje pa je posebej namenjeno za vtičnice in priključke v okolici hiše, kar omogoča večjo stopnjo varnosti in zanesljivosti delovanja sistema. (d. o. o., 2026)



Slika 20: Drugi del vezalne sheme objekta

Vir: (d. o. o., 2026)

Slika 18 prikazuje nadaljnji del vezalne sheme objekta, v kateri so že vključeni prvi sestavni deli pametne inštalacije. Ti elementi predstavljajo osnovo za delovanje sistema pametnega upravljanja in omogočajo komunikacijo ter napajanje posameznih naprav v sistemu KNX.

1. MDT STC-1280.01 - napajalnik KNX-vodila

   Napajalnik MDT STC skrbi za napajanje komunikacijskega vodila KNX s stalno in stabilizirano enosmerno napetostjo 30 V. Vgrajena dušilka ločuje napajalni del od

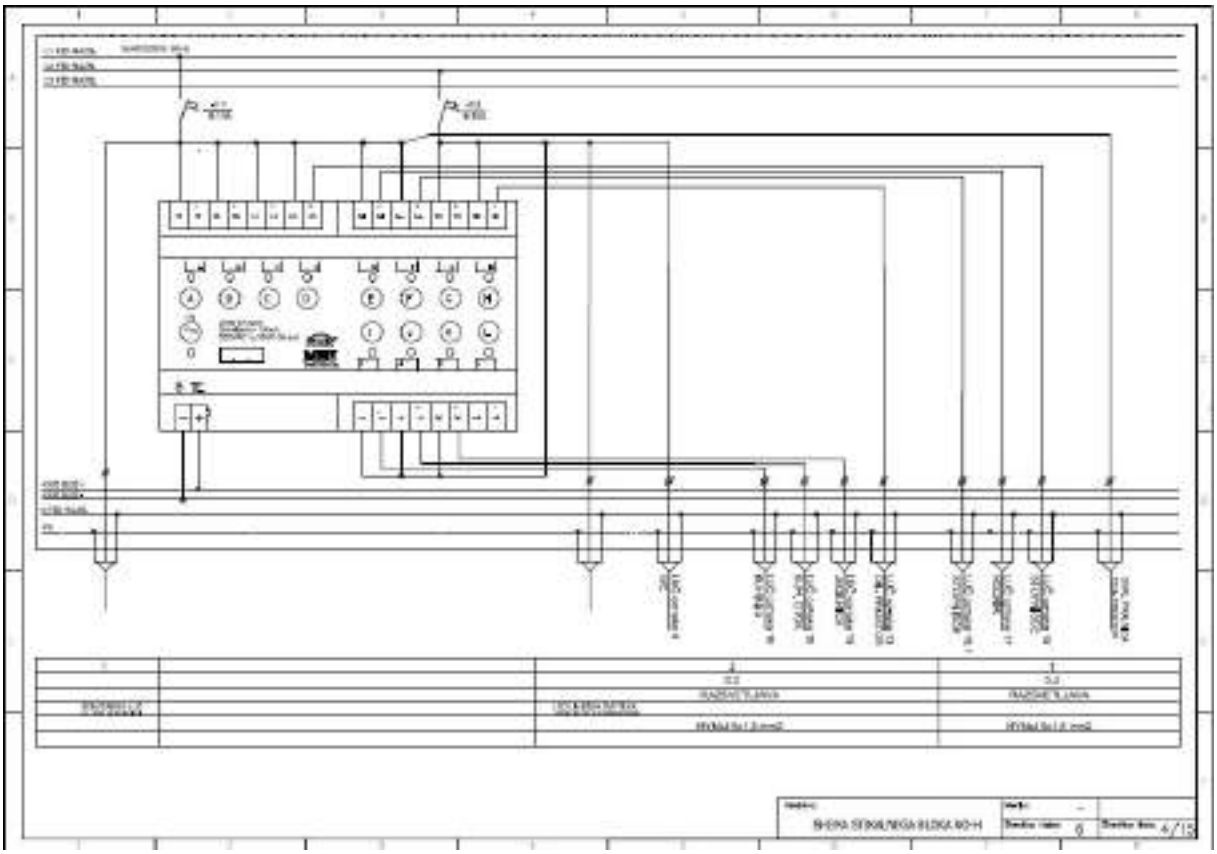
podatkovnega signala. Naprava vključuje tudi diagnostične funkcije, s katerimi se spremljajo napetosti in tok vodila, morebitne preobremenitve ter izpadi napajanja.

2. MDT SCN-IP000.03-KNX IP-vmesnik

   IP-vmesnik omogoča povezavo med osebnim računalnikom in sistemom KNX/EIB preko lokalnega omrežja. Uporablja se za konfiguracijo in upravljanje KNX-naprav s pomočjo protokola TCP/IP. Podpora za KNX IP Secure zagotavlja varen dostop do sistema z uporabo varnostnega ključa. Napajanje vmesnika poteka neposredno iz KNX-vodila.

3. MDT SCN-USBR.02 - USB-vmesnik

   USB-vmesnik omogoča neposredno komunikacijo med računalnikom in sistemom KNX/EIB preko USB-povezave. Vmesnik je galvansko ločen od KNX-vodila, kar povečuje varnost in zanesljivost delovanja. Popolnoma je združljiv s programsko opremo ETS različic 4, 5 in 6, kar omogoča enostavno programiranje in diagnostiko sistema. (d. o. o., 2026)



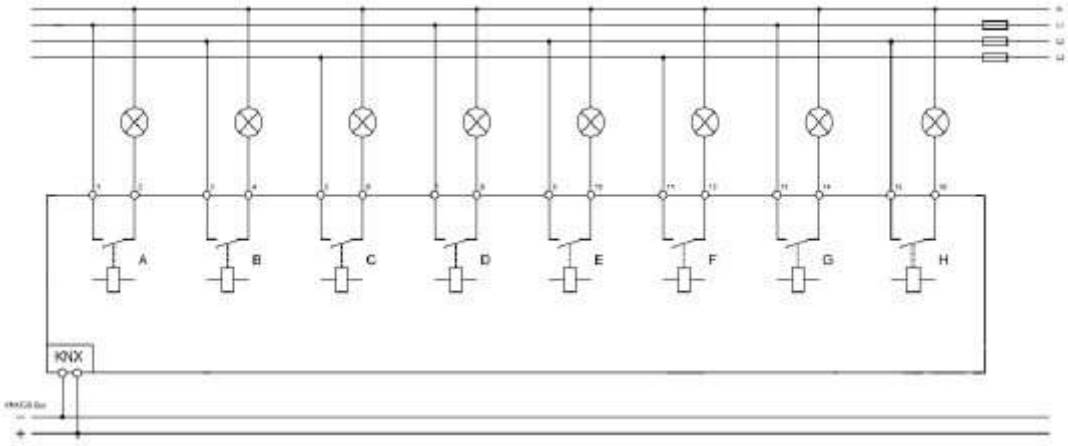
Slika 21: Tretji del vezalne sheme objekta

Vir: (d. o. o., 2026)

Slika 19 predstavlja nadaljevanje vezalne sheme, prikazane na sliki 18. Na tem delu sheme je razviden način povezave razsvetljave posameznih prostorov z aktuatorjem. Povezava med aktuatorjem in svetilkami se lahko izvede z uporabo dveh ločenih kablov, in sicer komunikacijskega vodnika I-Y(ST)Y 2 x 2 x 0,8 mm^2 za sistem DALI ter napajalnega kabla NYM-J 3 x 1,5 mm^2, pri čemer se dve žili uporabita za komunikacijo v sistemu DALI. (d. o. o., 2026)

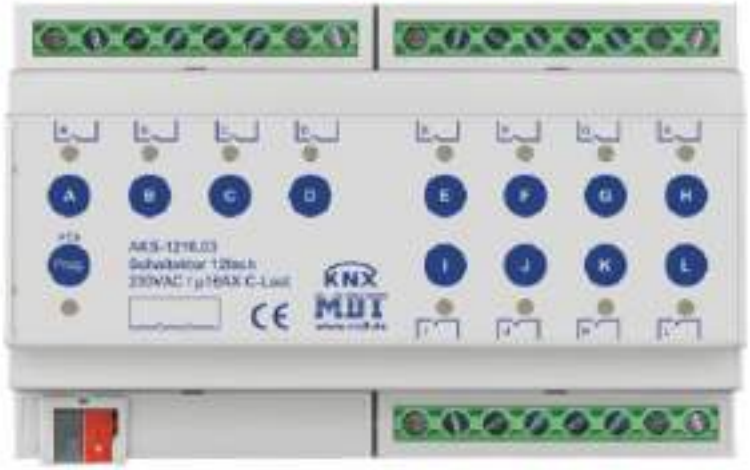
1. MDT AKS-1216.03 - stikalni aktuator

   Stikalni aktuator MDT AKS-1216.03, prikazan na sliki 3.8, deluje kot izvršilni element sistema KNX. Sprejema ukaze v obliki KNX-telegramov in omogoča preklapljanje do dvanajstih med seboj neodvisnih električnih bremen. Vsak izmed dvanajstih kanalov je mogoče ročno upravljati neposredno na napravi s pomočjo vgrajenega gumba, stanje posameznega kanala pa je jasno prikazano z zeleno signalno LED-diodo. Aktuator je opremljen z bistabilnimi releji, ki omogočajo preklapljanje tokov do 16 A, zato je primeren za krmiljenje srednje zahtevnih in večjih električnih porabnikov. Vezalna shema aktuatorja je prikazana na sliki 20.



Slika 22: Vezalna shema stikalnega aktuatorja

Vir: (d. o. o., 2026)

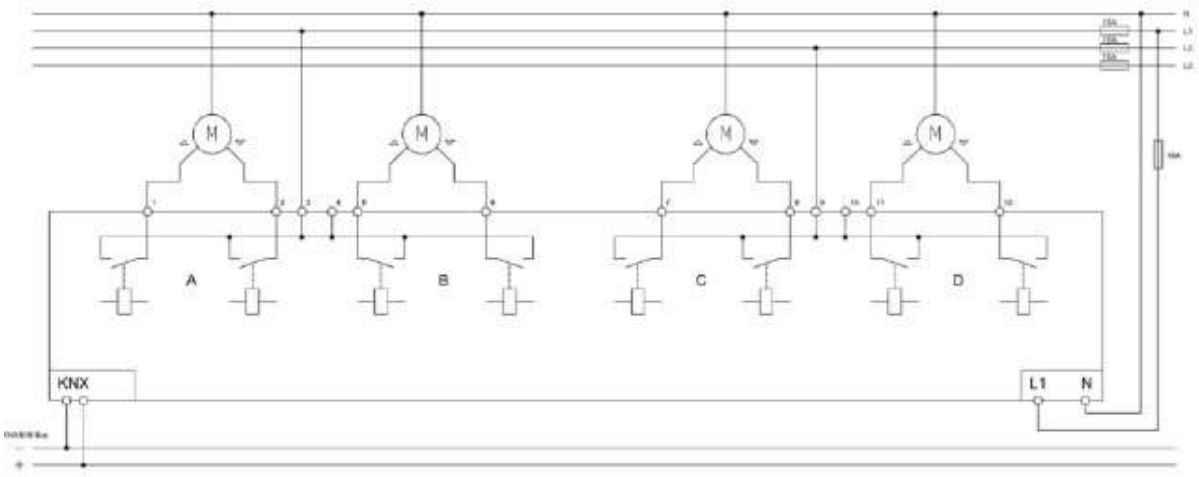


Slika 23: Stikalni aktuator MDT aks-1216.03

Vir: (technologies, 2026)

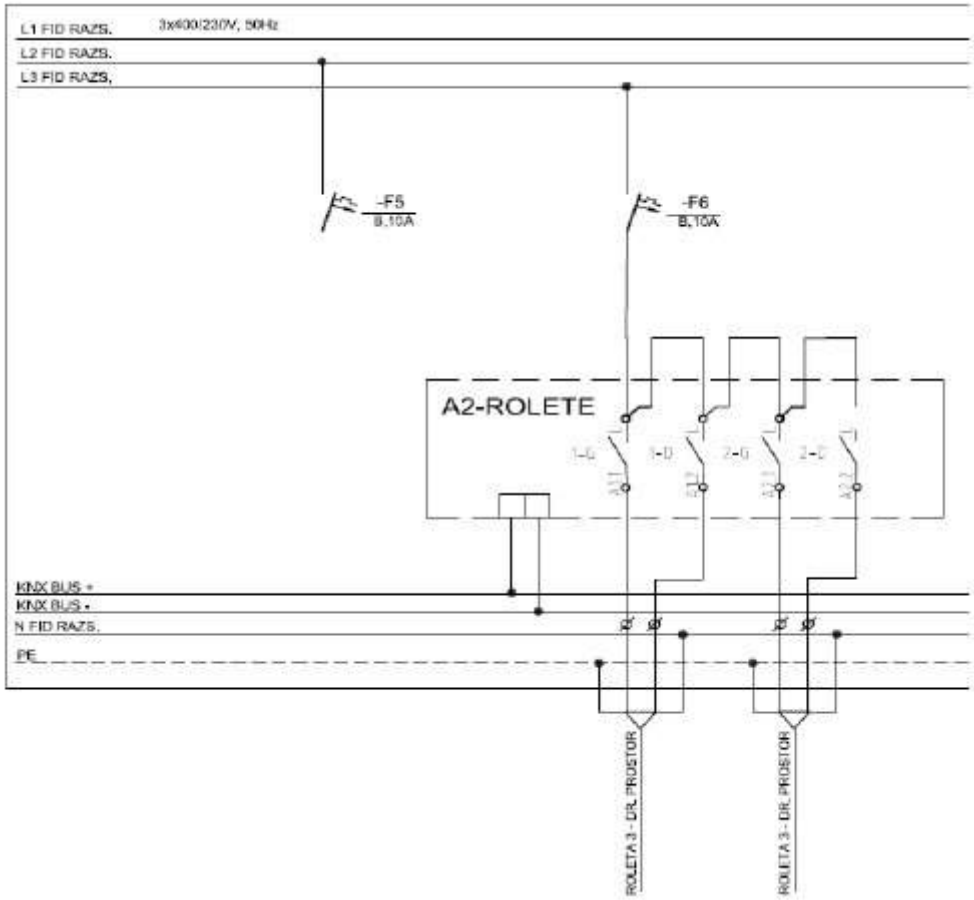
Slika 22 prikazuje del vezalne sheme sistema. Na shemi je prikazan aktuator, ki je namenjen upravljanju žaluzij oziroma rolet. Povezava med aktuatorjem in pogonom žaluzije ali rolete je izvedena z vodnikom tipa NYM-J 4 x 1,5 mm^2, pri čemer so uporabljeni zaščitni vodnik PE, nevtralni vodnik N ter fazna vodnika za pomik navzgor in navzdol (d. o. o., 2026)

Aktuator MDT JAL-0410.02, ki je prikazan na sliki 24, omogoča krmiljenje štirih ločenih pogonov žaluzij ali rolet. Naprava ima vgrajeno funkcijo zaznavanja napak, kot so izpad napajanja, napačen položaj, mehanske blokade ali pregrevanje motorja. Poleg avtomatskega krmiljenja omogoča tudi ročno upravljanje, saj so na ohišju aktuatorja nameščeni gumbi za neposreden pomik žaluzij ali rolet. Stanje posameznega kanala je prikazano z LED-indikatorji, kar omogoča hiter pregled delovanja sistema. Nastavitve in parametri aktuatorja se določajo s pomočjo programske opreme ETS. Podobna vezalna shema naprave je predstavljena na sliki 23.



Slika 24: Četrti del vezalne sheme objekta

Vir: (d. o. o., 2026)



Slika 25: Vezalna shema aktuatorja za žaluzije/rolete

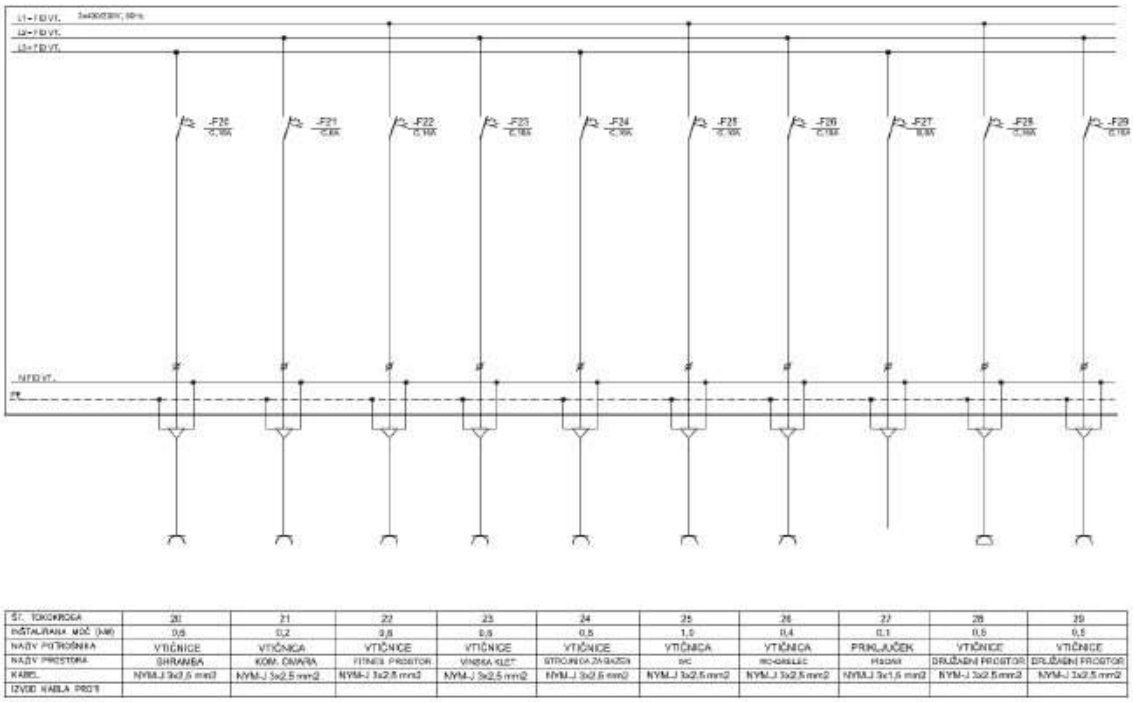
Vir: (d. o. o., 2026)



Slika 26: Aktuator za žaluzije/rolete MDT JAL-0410.02

Vir: (technologies, 2026)

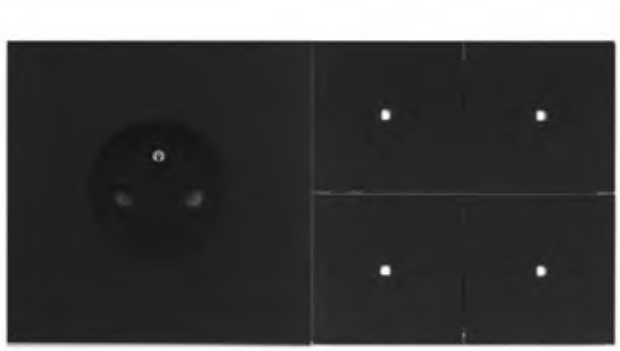
Na sliki 25 je prikazan zaključni del vezalne sheme, ki v tem primeru predstavlja zadnji segment celotne električne inštalacije. Na shemi so razvidne povezave vtičnic, razporejenih po posameznih prostorih objekta. Ker sistem ne vključuje pametne inštalacije, je bila izvedena klasična električna napeljava. Vtičnice so med seboj povezane z napajalnim kablom NYM-J s presekom 3 x 2,5 mm^2, kar ustreza standardnim zahtevam za tovrstne tokokroge.



ŠT. TOKOKROGA	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
INŠTALIRANA MOČ (kW)	0,6	0,2	0,6	0,6	0,6	1,0	0,4	0,1	0,6	0,6
NAZIV POTROŠNIKA	VTIČNICE	VTIČNICA	VTIČNICE	VTIČNICE	VTIČNICE	VTIČNICA	VTIČNICA	PRIKLJUČEK	VTIČNICE	VTIČNICE
NAZIV PROSTORA	SHRAMBA	KOM. OMARA	FITNES PROSTOR	VINSKA KLET	STROJNICA ZA DVIGALO	WC	RO-GARELEC	HIŠNIK	DRUŽABNI PROSTOR	DRUŽABNI PROSTOR
KABEL	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x1,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2	NYM-J 3x2,5 mm2
IZVOD KABLA PRO'S										

Slika 27: Peti del vezalne sheme objekta

Vir: (d. o. o., 2026)



Slika 28: Primer vtičnice in pametnega stikala proizvajalca Tense
Vir: (tense, 2026)

Pod opisom sta prikaza celotne razdelilne omarice pametne inštalacije in blokovna shema KNX-sistema, ki zajema vse ključne komponente, potrebne za pravilno delovanje pametne inštalacije. Med te elemente sodijo stikala in tipkala, različni senzorji, KNX-moduli za upravljanje vhodnih in garažnih vrat ter moduli za krmiljenje toplotne črpalke, klimatske naprave, sistema rekuperacije in drugih porabnikov.

Vsi našteti elementi so med seboj povezani v zaprt komunikacijski krog s pomočjo KNX-vodila preseka 2 x 2 x 0,8 mm^2. Konfiguracija in parametriranje posameznih naprav poteka s programsko opremo ETS, pri čemer se določita njihova vloga in funkcionalnost znotraj pametnega sistema, kot so vklop in izklop naprav, ustvarjanje scen ter regulacija zatemnjevanja. (d. o. o., 2026)



Slika 29: Razdelilna omarica pametne inštalacije

Vir: lastni

7 PREDNOSTI IN SLABOSTI PAMETNE INŠTALACIJE

Pametne inštalacije se od klasičnih sistemov razlikujejo predvsem po večjem udobju in naprednejšem načinu upravljanja, hkrati pa prinašajo tudi določene omejitve. Ena izmed njihovih ključnih prednosti je enostavno upravljanje, saj uporabnik različne naprave lahko nadzoruje preko pametnega telefona, tablice ali z uporabo glasovnih ukazov. Tak način uporabe povečuje praktičnost in prilagodljivost vsakodnevnemu življenju. Pomembna prednost pametnih inštalacij je tudi učinkovitejša raba energije. S samodejnim krmiljenjem sistemov, kot so ogrevanje, razsvetljava in klimatizacija, je mogoče zmanjšati nepotrebno porabo in s tem stroške energije. Poleg tega pametni sistemi prispevajo k večji varnosti objekta, saj omogočajo nadzor nad varnostnimi elementi, kot so videonadzor, pametne ključavnice in alarmni sistemi, kar uporabniku daje večji občutek zaščite. Ena izmed večjih prednosti je tudi prilagodljivost sistema, saj omogoča postopno nadgradnjo in dodajanje novih naprav brez večjih posegov v obstoječo inštalacijo. Povezovanje različnih naprav v enoten sistem izboljša preglednost in uporabniško izkušnjo, saj je več funkcij združenih na enem mestu.

Kljub številnim prednostim pa pametne inštalacije prinašajo tudi nekatere slabosti. Med najpogostejšimi izzivi so visoki začetni stroški, saj je za vzpostavitev sistema potrebna večja začetna naložba v opremo in njeno namestitev. Poleg tega je delovanje takšnih sistemov odvisna od tehnologije, kar pomeni, da lahko v primeru okvar ali motenj pride do zmanjšanja zanesljivosti delovanja. Poseben izziv predstavlja tudi varovanje zasebnosti in varnosti podatkov, saj pametne naprave pogosto zbirajo in obdelujejo podatke o uporabnikovih navadah. Dodatno težavo lahko povzroča nezdružljivost med napravami različnih proizvajalcev, kar lahko oteži povezovanje v enoten sistem. Prav tako je treba pri uporabi pametnih inštalacij upoštevati veljavne zakonske predpise o zbiranju in obdelavi podatkov. Kljub navedenim pomanjkljivostim pametne inštalacije ponujajo veliko možnosti za izboljšanje kakovosti bivanja, energetske učinkovitosti in varnosti, zato predstavljajo pomemben korak v razvoju sodobnih bivalnih okolij.

8 POTRDITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZE

8.1 H1: Danes se izvaja vedno več pametnih inštalacij.

Na podlagi pregleda sodobnih trendov v gradnji ter vse večje uporabe avtomatiziranih sistemov v stanovanjskih in poslovnih objektih lahko hipotezo potrdimo. Pametne inštalacije se danes izvajajo vedno pogosteje, saj uporabnikom omogočajo večje udobje, boljši nadzor nad porabo energije ter višjo stopnjo varnosti. Razvoj tehnologije, večja dostopnost pametnih naprav in naraščajoče zavedanje o energetski učinkovitosti dodatno prispevajo k vse širši uporabi takšnih sistemov. Pametne inštalacije tako postajajo vse bolj uveljavljen del sodobnih objektov in ne več zgolj izjema ali novost.

8.2 H2: Za izvedbo pametnih inštalacij se porabi 10 % več časa kot pri klasičnih inštalacijah.

Pri izvedbi elektroinštalacij v stanovanjskem objektu je časovna komponenta eden ključnih dejavnikov pri načrtovanju projekta. Primerjava med klasičnimi elektroinštalacijami in pametnimi inštalacijami pokaže, da so pametni sistemi v povprečju časovno zahtevnejši za približno 25 %. Razlika nastane predvsem zaradi dodatnih faz dela, ki pri klasičnih inštalacijah niso potrebne.

Klasične elektroinštalacije vključujejo osnovna dela, kot so polaganje napajalnih vodov, montaža inštalacijskih doz, stikal, vtičnic ter priklop porabnikov. Postopek izvedbe je standardiziran in dobro poznan, kar omogoča relativno natančno časovno oceno.

Pametne inštalacije poleg osnovnih elektrodel vključujejo še vgradnjo krmilnih modulov, komunikacijskih vodov, centralnih enot ter faze programiranja, konfiguracije in testiranja sistema. Prav dodatne aktivnosti, povezane z zagonom in optimizacijo sistema, vplivajo na podaljšanje celotnega časa izvedbe.

Tabela 1: Poraba časa pri klasični elektroinštalaciji

Faza izvedbe	1. teden					2. teden					3. teden					4. teden					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Načrtovanje in groba faza	8	8	8	8	8	8															
Polaganje kablov in vodov							8	8	8	8	8										
Montaža elementov												8	8	8	8						
Vgradnja krmilnih komponent																/					
Programiranje in konfiguracija																/					
Testiranje in zagon sistema																8					
Skupaj:																					256 H

Vir: lastni

Izvedba klasičnih elektroinštalacij se začne s prvo fazo, v kateri se izvede groba elektroinštalacija. V tej fazi sta prisotna dva delavca, ki delo opravljata šest delovnih dni po osem ur na dan. Sledi faza polaganja kablov in vodnikov, pri kateri prav tako sodelujeta dva delavca, delo pa poteka pet delovnih dni po osem ur dnevno. Po zaključku polaganja kablov sledi montaža elektroinštalacijskih elementov, ki jo opravita dva delavca v štirih delovnih dneh, prav tako po osem ur na dan. Zadnja faza obsega testiranje in zagon sistema, ki ga opravita dva delavca v enem delovnem dnevu. S tem je postopek izvedbe klasičnih elektroinštalacij zaključen.

Tabela 2: Poraba časa za izvedbo pametnih elektroinštalacij

Faza izvedbe	1. teden					2. teden					3. teden					4. teden					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Načrtovanje in groba faza	8	8	8	8	8	8															

Polaganje kablov in vodov							8	8	8	8	8										
Montaža elementov												8	8	8	8						
Vgradnja krmilnih komponent																8	8				
Programiranje in konfiguracija																		8	8		
Testiranje in zagon sistema																				8	
Skupaj:																					320 H

Vir: lastni

Iz tabele je razvidno, da je osnovni potek del pri obeh vrstah inštalacij podoben, vendar pametne inštalacije vključujejo dodatne faze, ki čas izvedbe skupno povečajo za približno 25 %. Največja razlika se pojavi pri fazah programiranja, konfiguracije ter testiranja sistema, ki so nujne za pravilno delovanje pametnih funkcij.

Iz časovnega načrta lahko razberemo, da za izvedbo klasičnih inštalacij potrebujemo 16 delovnih dni aktivne izvedbe, v katerih se je porabilo 256 delovnih ur z dvema delavcema, medtem ko izvedbo pametnih elektroinštalacij zahteva 20 aktivnih delovnih dni oz. 320 delovnih ur. Razlika nastane predvsem zaradi večjega števila delovnih procesov pri izvedbi pametnih inštalacij.

8.3 H3: Izvedba pametnih inštalacij je za 10 % dražja od klasičnih inštalacij.

Na podlagi primerjave stroškov izvedbe klasičnih in pametnih inštalacij lahko hipotezo potrdimo. Izvedba pametnih inštalacij je v povprečju približno za 10 % dražja od klasičnih inštalacij.

Za primerjavo je pripravljena stroškovna analiza izvedbe klasičnih elektroinštalacij in pametnih elektroinštalacij v enostanovanjskem objektu površine približno 120 m^2.

Tabela 3: Stroškovna analiza klasičnih elektroinštalacij

Postavka	Opis	Strošek (€)
Elektroinštalacijski material	Kabli, cevi, razdelilna omarica, komunikacijska omara, vtičnice, stikala	3.200
Montažno delo	Polaganje vodnikov, montaža elementov	2.400
Elektro omarica in zaščita	Varovalke, FID-stikalo, glavno stikalo, šinja, drobni material	900
Meritve in zagon	Meritve, tehnični pregled	500
Skupaj		7000

Vir: lastni

Tabela 4: Stroškovna analiza pametnih elektroinštalacij

Postavka	Opis	Strošek (€)
Elektroinštalacijski material	Kabli, cevi, razdelilna omarica, komunikacijska omara, vtičnice, stikala, pametni aktuatorji, senzorji	3.500
Krmilni sistem	Centralna enota, komunikacijski moduli	1000
Montažno delo	Polaganje vodnikov, montaža elementov	2.600
Programiranje in konfiguracija	Nastavitev scenarijev, testiranje	600
Elektro omarica in zaščita	Varovalke, FID-stikalo, glavno stikalo, šinja, drobni material	1000
Meritve in zagon	Meritve, tehnični pregled	500
Skupaj		7700

Vir: lastni

Tabela 5: Primerjalna analiza stroškov

Postavka	Skupni stroški (€)	Razlike (€)	Razlike (%)
Klasične elektroinštalacije	7000	-	-
Pametne elektroinštalacije	7700	+700	10%

Vir: lastni

Iz primerjave je razvidno, da so pametne elektroinštalacije za 10 % dražje od klasičnih elektroinštalacij. Razlika v ceni izhaja predvsem iz dodatnih komponent, kot so krmilne enote, senzorji ter stroški programiranja. Kljub višji začetni investiciji pametne elektroinštalacije omogočajo večjo funkcionalnost, prilagodljivost in potencialne prihranke pri uporabi energije v času uporabe objekta.

8.4 H4: Cenovno dostopna stanovanja z integracijo pametnih inštalacij nudijo učinkovitejšo rabo energije, višjo raven udobja in večjo varnost, pri čemer so te tehnologije dostopne in uporabne tudi za širšo populacijo z omejenim proračunom.

Na podlagi analize cenovno dostopnih stanovanj in možnosti integracije pametnih inštalacij lahko hipotezo potrdimo. Tudi v stanovanjih z omejenim proračunom je mogoče z ustrezno izbiro osnovnih pametnih rešitev doseči učinkovitejšo rabo energije, višjo raven udobja in izboljšanje varnosti. Sistemi za nadzor razsvetljave, ogrevanja in uporabe energije omogočajo optimizacijo delovanja ter zmanjšanje obratovalnih stroškov, kar je pomembno za širšo populacijo.

Poleg energetske učinkovitosti pametne inštalacije prispevajo k večjemu udobju bivanja z enostavnim upravljanjem ter povečujejo varnost z uporabo osnovnih varnostnih funkcij. Zaradi večje dostopnosti tehnologij in možnosti postopne nadgradnje so pametne rešitve danes vse bolj dosegljive tudi uporabnikom z omejenimi finančnimi sredstvi, kar potrjuje njihovo uporabnost in smiselnost za širši krog prebivalstva.

9 SKLEP

V diplomskem delu je bilo obravnavano področje pametnih inštalacij v stanovanjskem objektu ter njihov vpliv na funkcionalnost, udobje, energetsko učinkovitost in varnost bivanja. Na podlagi teoretičnih izhodišč, analize strokovne literature ter praktičnega primera zasnove sistema je mogoče ugotoviti, da pametne inštalacije predstavljajo pomemben korak v razvoju sodobne stanovanjske gradnje. Tehnološki napredek, digitalizacija in vse večja usmerjenost k tajnostni rabi energije vplivajo na to, da se pametni sistemi vse pogosteje vključujejo tako v novogradnje kot tudi v prenove obstoječih objektov.

Prva hipoteza, da se danes izvaja več pametnih inštalacij kot v preteklosti, se je z analizo trga, razvojem tehnologije in prakso izvajalcev izkazala za utemeljeno. Povpraševanje po pametnih rešitvah narašča predvsem zaradi večje dostopnosti opreme, širše ponudbe proizvajalca ter večje ozaveščenosti uporabnikov o pomenu energetske učinkovitosti in udobja bivanja. Pametne inštalacije niso več zgolj nadgradnja za prestižne objekte, temveč postajajo del standardne ponudbe pri sodobni gradnji. Investitorji in uporabniki prepoznavajo prednosti avtomatizacije, daljinskega upravljanja ter optimizacije porabe energije, kar vpliva na odločitev za tovrstno izvedbo.

Druga hipoteza je predpostavljala, da se za izvedbo pametnih inštalacij porabi približno 25 % več časa kot pri klasičnih inštalacijah. Na podlagi primerjave procesov načrtovanja, montaže, programiranja in zagona sistema je bilo ugotovljeno, da je ta hipoteza potrjena. Pametne inštalacije zahtevajo natančnejše načrtovanje, usklajevanje komponent ter dodatno fazo konfiguracije in testiranja sistema. Poleg klasičnih elektroinštalacijskih del je treba izvesti tudi programiranje logike delovanja, preverjanje komunikacije med napravami ter optimizacijo nastavitev glede na potrebe uporabnika. Kljub nekoliko daljšemu času izvedbe pa ta dodatni vložek prinaša večjo prilagodljivost in funkcionalnost sistema v nadaljnji uporabi.

Tretja hipoteza, da je izvedba pametnih inštalacij približno 10 % dražja od klasičnih inštalacij, je bila prav tako potrjena. Višji stroški so posledica cene naprednejših komponent, komunikacijskih modulov, krmilnikov ter dodatnega strokovnega znanja, ki je potrebno za pravilno izvedbo in nastavitev sistema. Vendar je treba te stroške obravnavati z dolgoročnega vidika; pametne inštalacije namreč omogočajo optimizacijo porabe električne energije,

učinkovitejše upravljanje ogrevanja in hlajenja ter zmanjšanje ogrevanja in hlajenja ter zmanjšanje nepotrebnih izgub, to pa dolgoročno lahko pomeni opazne finančne prihranke. Poleg tega povečujejo tržno vrednosti nepremičnine in njeno privlačnost na trgu.

Četrta hipoteza se nanaša na cenovno dostopna stanovanja z integracijo pametnih inštalacij. Ugotovljeno je bilo, da tudi v takšnih objektih pametne rešitve omogočajo učinkovitejšo rabo energije, višjo raven udobja ter večjo varnost. S pravilnim načrtovanjem in izbiro ustreznih, cenovno dostopnih komponent je mogoče vzpostaviti funkcionalen sistem, ki ni nujno bistveno dražji od klasične izvedbe. Možnost postopne nadgradnje dodatno omogoča, da se sistem prilagaja finančnim zmožnostim uporabnika. S tem pametne tehnologije niso več omejene le na višji cenovni razred stanovanj, temveč postajajo dostopne tudi širši populaciji z omejenim proračunom.

Na podlagi vseh ugotovitev lahko zaključimo, da pametne inštalacije predstavljajo smiselno in dolgoročno upravičeno rešitev v sodobnih stanovanjskih objektih. Kljub nekoliko višjim začetnim stroškom in daljšemu času izvedbe prinašajo številne prednosti, ki se kažejo v večjem udobju bivanja, večji energetski učinkovitosti, izboljšani varnosti ter boljši prilagodljivosti potrebam uporabnikov. Razvoj tehnologije in širjenje trga bosta v prihodnje verjetno še dodatno znižala stroške ter povečala dostopnost teh sistemov.

Pametne inštalacije tako niso le tehnološki trend, temveč pomemben element trajnostne in funkcionalne gradnje, ki odgovarja na sodobne zahteve uporabnikov in prispeva k racionalnejši rabi virov. Njihova vloga v stanovanjskih objektih bo v prihodnje še naraščala, saj združujejo tehnološki napredek, ekonomsko učinkovitost in izboljšano kakovost bivanja v celovito rešitev sodobnega doma.

10 VIRI IN LITERATURA

Buh, M. (4. 1 2025). Pridobljeno iz priročnika Dom za družine: https://prirocnikdom.si/pametna-hisa/

d.o.o., P. (11. 1 2026). PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje). Murska Sobota 2022.

Dance, A. (4. 1 2026). Pridobljeno iz THE IOTPAD: https://theiotpad.com/home-automation-protocols/

Golob, d. K. (7. 12 2025). *izs.* Pridobljeno iz inženirska zbornica slovenije: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-9F1NHWBP/bf7a7d00-b28c-48e4-956f-73f10e130e7b/PDF

Hendricks, D. (13. 12 2025). *iotevolution.* Pridobljeno iz https://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/376816-history-smart-homes.htm

Moja. (brez datuma).

Pečaver, E. (1. december 2025). *living smart pametna hiša*. Pridobljeno iz https://www.elektro-pecaver.si/livingsmart/zakaj-izbrati/

PISRS. (9. december 2025). *PISRS.* Pridobljeno iz pravno-informacijski sistem republike slovenije: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV8788

prostor, m. z. (13. 12 2025). *nizkonapetostne električne inštalacije* . Pridobljeno iz tehnična smernica: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Graditev/TSG-N-002_2021_nizkonapetostne_instalacije.pdf

prostor, m. z. (13. 12 2025). *tehnična smernica.* Pridobljeno iz zaščita pred delovanjem strele: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Graditev/TSG-N-003_2021_strela.pdf

prostor, m. z. (13. 12 2025). *tehnična smernica za graditev.* Pridobljeno iz energetska učinkovitost stavb: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Graditev/TSG-1-004_2022_ure.pdf

prostor, M. z. (11. 12 2025). *učinkovita raba energije.* Pridobljeno iz tehnična smernica TSG-1-004:2010:

https://www.gov.si/gone?src=http://www.mop.gov.si&url=http://mop.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/TSG_01_004_2010_ure.pdf

Ravnikar, I. (31. 12 2025). Pridobljeno iz Scribd: https://www.scribd.com/document/635089608/Elektri%C4%8Dne-In%C5%A1talacije-Ivan-Ravnikar

Rok Češnovar, A. Š. (4. 1 2026). Pridobljeno iz elektrotehniški vestnik: https://ev.fe.uni-lj.si/5-2015/Cesnovar.pdf

technologies, M. (17. 1 2026). Pridobljeno iz https://www.mdt-group.com/fileadmin/user_upload/user_upload/download/MDT_Productlist_EN.pdf

wikipedia. (7. 1 2026). Pridobljeno iz https://de.wikipedia.org/wiki/KNX-Standard

Wikipedia. (7. 1 2026). Pridobljeno iz https://en.wikipedia.org/wiki/Modbus