



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika

## **PAMETNA INŠTALACIJA V STANOVANJSKI HIŠI**

Mentor: Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.  
Lektorica: Lea Kastelic, prof. slovenščine

Kandidat: Darko Kastelic

Šentvid pri Stični, december 2017

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju Matjažu Bobnarju za vso strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se svoji družini za strpnost in pomoč v času študija.

Posebno zahvalo pa namenjam vsem sošolcem za medsebojno pomoč in spodbujanje v času študija.

### **IZJAVA**

»Študent Darko Kastelic izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Matjaža Bobnarja.«

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

Dne \_\_\_\_\_

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

## **POVZETEK**

Pametna inštalacija v stanovanjski hiši je inštalacija, v kateri so posamezno določeni elementi, ki delujejo na električni pogon, upravljani ročno v neposredni bližini ali pa daljinsko preko centralno vodenega sistema. Pri načrtovanju pametne inštalacije je ključnega pomena komunikacija med investitorjem, projektantom in izvajalcem s ciljem izbora ustrezne rešitve glede na potrebe investitorja, upošteva stroškovni vidik. Naloga temelji na metodi študije primera, in sicer pametne inštalacije v enostanovanjski hiši. Analizira delovanje, način vodenja in upravljanja s pametno inštalacijo, vključno z investitorjem (uporabnikom) in programerjem pametne inštalacije. Naloga predstavlja prednosti in slabosti posamezne opreme, vključno s cenovno vrednostjo, ter možnosti nadaljnjih nadgradenj sistema pametnih inštalacij v stanovanjski hiši.

## **KLJUČNE BESEDE**

- pametna inštalacija
- investitor
- projekt gradbenih del (PGD)
- projekt za izvedbo del (PZI)

## **ABSTRACT**

Smart installation in a family house is an installation, in which specific elements powered by electricity are run manually in the vicinity of the house or by remote control through centrally run system. While planning smart installation, communication between the investor, the developer and the contractor is crucial. The aim of the communication is to select the appropriate solution based on the needs of the investor while considering the costs. This thesis is based on a case study method, namely smart installation in a single-family house. It analyses the workings of this smart installation, the way it is run and managed, including the investor (the user) and the programmer of the smart installation. The thesis also includes positive and negative sides of some of the equipment used for the installation, as well as the prices and possibilities of the upgrades.

## **KEY WORDS**

- smart installation
- investor
- Construction Project
- Project to carry out the work

# KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA .....	1
1.2	CILJI IN NALOGE .....	1
1.3	PREDSTAVITEV OKOLJA.....	1
1.4	OMEJITVE .....	1
1.5	METODE DELA .....	2
2	DOKUMENTACIJE.....	2
2.1	SPLOŠNE DOKUMENTACIJE.....	2
2.2	PROJEKTNE DOKUMENTACIJE .....	3
2.3	TEHNIČNE SMERNICE .....	4
3	NAČRTI IN OPIS INŠTALACIJ.....	5
3.1	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE .....	5
3.2	TELEKOMUNIKACIJE .....	9
3.3	STRELOVODNA INŠTALACIJA.....	10
3.4	ZAŠČITA PROTI UDARU ELEKTRIČNEGA TOKA.....	12
3.5	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE ZA SPLOŠNO MOČ V KOPALNICAH .....	14
4	PAMETNA INŠTALACIJA .....	15
4.1	ZGODOVINA PAMETNE INŠTALACIJE .....	15
4.2	OPIS DELOVANJA PAMETNE INŠTALACIJE .....	16
4.3	UPORABA KNX SISTEMA PRI PAMETNIH INŠTALACIJAH.....	24
4.4	PREDNOSTI IN SLABOSTI PAMETNE INŠTALACIJE .....	31
4.5	INTERVJU Z INVESTITORJEM (UPORABNIKOM) IN PROGRAMERJEM.....	33
4.6	NAČRTOVANJE IN PRIPRAVA PROJEKTOV ZA IZVEDBO PAMETNE INŠTALACIJE.....	33
5	SELEKTIVNOST VAROVANJA.....	35
6	ZAKLJUČEK .....	35
	LITERATURA IN VIRI .....	37
	VIRI SLIK .....	38
	PRILOGE.....	40

## KAZALO SLIK

Slika 1: Tlorisni načrt razsvetljave .....	6
Slika 2: Tlorisni načrt moči.....	7
Slika 3: Izvedba grobe inštalacije .....	7
Slika 4: Izvedba grobe inštalacije .....	7
Slika 5: Izvedba grobe inštalacije .....	8
Slika 6: Izvedba grobe inštalacije .....	8
Slika 7: Izvedba grobe inštalacije .....	8
Slika 8: Tlorisni načrt ozemljitve .....	11
Slika 9: Strelovodna inštalacija na strehi .....	11
Slika 10: Izvedba tračnega ozemljila .....	11
Slika 11: Kombinirano zaščitno stikalo.....	13
Slika 12: Cone v kopalnici .....	14
Slika 13: Kuhinjski priročni računalnik Honeywell H316 .....	15
Slika 14: Inteligentna hiša Tron .....	16
Slika 15: Inteligentna hiša Tron .....	16
Slika 16: Centralne nastavitve – glavni meni .....	16
Slika 17: Centralne nastavitve - pritličje .....	17
Slika 18: Tablo v kleti .....	17
Slika 19: Tablo v pritličju.....	18
Slika 20: Nastavitve delovanja kamer.....	19
Slika 21: Kamera otroška soba.....	19
Slika 22: Tlorisni prikaz ogrevanja prostorov .....	20
Slika 23: Nastavitve ogrevanja prostorov.....	20
Slika 24: Nastavitve senčil kleti in pritličja .....	21
Slika 25: Nastavitve oken .....	21
Slika 26: Nastavitve in kontrola vremenske postaje preko tabličnega računalnika ..	22
Slika 27: Nastavitve zunanjega ogrevanja tal in žlebov .....	22
Slika 28: Nastavitev zalivalnega sistema .....	23
Slika 29: Ročni vklop radijskega sprejemnika v pritličju .....	23

Slika 30: Vmesnik.....	24
Slika 31: Integriran nadzor glasbe .....	24
Slika 32: Simbol KNX .....	25
Slika 33: Aktuatorji .....	28
Slika 34: Aktuatorji .....	28
Slika 35: Aktuator .....	29
Slika 36: Električni razdelilnik z aktuatorji .....	29
Slika 37: Prikaz žične vezave .....	29
Slika 38: Prikaz žične vezave .....	30
Slika 39: Prikaz brezžične povezave .....	30
Slika 40: Prikaz vezalnega načrta električnega razdelilnika za pametno inštalacijo	34

## KRATICE IN AKRONIMI

ABB:	Švedsko Švicarska večnacionalna korporacija
Al:	Aluminij
BCI:	Industrijski komunikacijski sistem
CAVEL DG:	Antenski kabel
CEN:	Evropski standard
CENELEC:	Evropski standard
CO <sub>2</sub> :	Ogljikov dioksid
CSA:	Kanadski standard
Cu:	Baker
DC:	Enosmerna napetost
DIP:	Dodatna izenačitev potenciala
EHS:	Evropski protokol za sisteme
EIB:	Evropski inštalacijski sistem
ETI:	Slovensko podjetje z elektrotehničnimi izdelki
Fe Zn:	Železo pocinkano
GB:	Kitajski standard GuoBiao
GIP:	Glavna izenačitev potencialov
GT:	Ime Slovenskega podjetja
GZ:	Gradbeni zakon
H07V-K:	Mehko žilni vodnik
IDP:	Idejni projekt
IDZ:	Idejna zasnova
IR/WM:	Senzor vloma
IR:	Infra rdeči
ISO / IEC:	Mednarodni standard
IZS:	Inženirska zbornica Slovenije



J-Y (St) Y:	Mehko žilni vodnik
KNX:	Konnex organizacija
KO:	Komunikacijska omara
KZS:	Kombinirano zaščitno stikalo
LiYCY:	Kabel za vlom
LPS:	Zaščita pred delovanjem strele (lovilnik)
mA:	Miliamper
mW:	Milivat
NV/NH:	Nizkonapetostni talilni vložek
NYM-J:	Elektroinštalacijski trdo žilni kabel
OVP:	Odgovorni vodja projekta
PGD:	Projekt gradbenih del
PID:	Projekt izvedenih del
PMO:	Priključno merilna omara
PN:	Polivinil kloridna nadometna
PS:	Podometna doza za izenačitev potenciala
PZI:	Projekt za izvedbo
RF:	Radijska frekvenca
RJ:	Računalniški konektor
R-M:	Razdelilnik mansarde
R-P:	Razdelilnik pritličja
RS:	Republika Slovenija
SIST:	Slovenski inštitut za standardizacijo
TO:	Telefonska omarica
TSG:	Tehnična smernica za graditev
TS-N, TT, IT:	Sistemi ali vrste zaščit
UD:	Uporabno dovoljenje
UPS:	Električna naprava za brezprekinitveno napajanje
UTP:	Kabel za telekomunikacijo
Wi-Fi:	Brezžični signal
ZGB:	Zakon o graditvi objektov
ZGO:	Zakon o graditvi objektov
ZJN:	Zakon o javnih financah
ZPN:	Zakon o prostorskem načrtovanju
ZRud:	Zakon o rudarstvu
ZVO:	Zakon o varstvu okolja
ZZasV:	Zakon o zasebnem varovanju

# 1 UVOD

Diplomsko delo predstavlja pametno inštalacijo v stanovanjski hiši na primeru, v katerem sem bil kot vodja elektroinštalacijskih del neposredno prisoten večino časa gradnje. Pametna inštalacija je inštalacija, ki se lahko vodi in upravlja na daljavo. Opisana je kratka zgodovina razvoja pametne inštalacije, kako deluje, kaj ponuja, kakšne so vrednosti investicij tovrstnih projektov glede na obseg vgradnje in kakšne so prednosti ter slabosti pametne inštalacije. Sledi opis intervjujev, ki smo ju opravili z uporabnikom opisane hiše in programerjem. Proti koncu diplomske naloge je opisano načrtovanje in priprava projektov za izvedbo elektrotehnične inštalacije.

V prilogi sta povzetka intervjujev z investitorjem (uporabnikom) in programerjem pametne inštalacije ter izračuni, ki ponazarjajo pravilno uporabo predpisanih dimenzij kablov in njihovega varovanja.

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Naloga analizira morebitne napake pri novogradnji stanovanjskih hiš. Številne nejasnosti lahko izhajajo iz nezadostnih dogovorov med investitorji in izvajalci, tako v fazi pridobivanja gradbene dokumentacije kot tudi v fazi izvedbe gradnje.

## 1.2 CILJI IN NALOGE

Cilj naloge je prikazati morebitne napake pred in pri sami izvedbi pametne inštalacije, ki so lahko posledica neustreznega pristopa investitorjev h gradnji stanovanjske hiše ali neustrezne komunikacije med investitorjem, projektantom in izvajalcem.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Predmet predstavitve je novogradnja enostanovanjske hiše. Prikazati smo želeli hišo, v kateri je zelo obsežna električna inštalacija in vgrajena vrhunska elektrotehnična oprema, s katero upravlja centralni programski sistem. Hiša stoji na podeželju in meri približno 300 kvadratnih metrov.

## 1.4 OMEJITVE

Med omejitvami lahko navedemo, da pri pridobitvi gradbenega dovoljenja ni potrebno pripraviti projektov s statičnimi izračuni in projektov z načrti ter izračuni za strojno in elektrotehnično inštalacijo.

## 1.5 METODE DELA

V diplomskem delu bomo opisali trenutno stanje in uporabljena bo opisna metoda. Empirični del temelji na študiji primera. V nadaljevanju bo uporabljena analitična metoda, ki se bo osredotočila na stroške izvedbe, na koncu pa metoda intervjuja z uporabnikom in programerjem pametne inštalacije.

## 2 DOKUMENTACIJE

### 2.1 SPLOŠNE DOKUMENTACIJE

Ob vsakem gradbenem posegu pa naj bo rušitev ali izgradnja potrebujemo ustrezno gradbeno dokumentacijo.

Inženirska zbornica Slovenije navaja, da dokumente, ki jih izdelamo preko vseh aktivnosti od analize stanja, idej, izgradnje, pa do končne uporabe ali obratovanja, imenujemo investicijska dokumentacija, celotni postopek pa imenujemo investicijski proces.

Inženirska zbornica Slovenije navaja več vrst dokumentacij:

- Dokumentacije predhodnih del za investicijo - ni direktno opredeljena z zakonodajo
- Prostorska dokumentacija – opredeljena v Zakonu o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt)
- Okoljska dokumentacija – opredeljuje Zakon o varstvu okolja (ZVO-1 s spremembami)
- Investicijska dokumentacija – izhaja iz Uredbe o investicijski dokumentaciji na osnovi Zakona o javnih financah (ZJN-2)
- Projektna dokumentacija – opredeljena v Zakonu o graditvi objektov (Ur. list RS, št. 110/02 s spremembami v Zakonu o graditvi objektov ZGO-1) in Pravilniku o projektni dokumentaciji (Ur. list RS, ŠT. 55/08)
- Geodetska dokumentacija – izdelujejo jo geodetska podjetja po Zakonu o evidentiranju nepremičnin (Ur. list RS, št. 47/2006, 65/2007)
- Razpisna dokumentacija – določa Zakon o javnem naročanju ZJN-2 (Ur. list RS, št. 128/2006 s spremembami)
- Dokumentacija po Zakonu o rudarstvu – določa Zakon o rudarstvu ZRud-1 (Ur. list RS, št. 61/2010 s spremembami)
- Elaborati na podlagi Zakona o graditvi objektov, Energetskega zakona, Zakona o varstvu okolja – te zahtevajo drugi tehnični predpisi in posredno tudi Zakon o graditvi objektov ZGO-1
- Navodila za obratovanje in vzdrževanje – iz Projektne dokumentacije je Zakon o graditvi objektov ZGB-1B (Ur. list RS, št. 126/2007) ukinil Projekt za obratovanje in vzdrževanje.

Za pridobitev Uporabnega dovoljenja (UD) se priložijo »Navodila za obratovanje in vzdrževanje«, ampak le pri zahtevnih objektih po Zakonu o graditvi objektov ZGO-1.

- Dokumentacija za vpis v uradne evidence
- Dokumentacija po Zakonu o zasebnem varovanju – upoštevati je treba Zakon o zasebnem varovanju ZZasV (Ur. list RS, št. 123/2003)
- Dokazilo o zanesljivosti objekta – določa Pravilnik o dokazilu o zanesljivosti objekta (Ur. list RS, št. 55/08). Za podpis in pripravo so zadolženi izvajalci del, dokazilo pa mora vsebovati tudi posebno izjavo Odgovornega vodja projekta (OVP).
- Načrt požarne varnosti – upoštevati je treba Zakon o graditvi objektov ZGO-1 in Zakon o varstvu pred požarom (Ur. list RS, št. 71/1993 s spremembami), ki ima še podzakonske akte in predpise:  
Pravilnik o študiji požarne varnosti (Ur. list RS, št. 28/2005 s spremembami)  
Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Ur. list RS, št. 31/2004 s spremembami)  
Tehnična smernica za graditev TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah (Inženirska zbornica Slovenije, 2011).

## 2.2 PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Projektne dokumentacije je potrebna za izgradnje novogradenj, adaptacij in rekonstrukcij. Z njimi pridobimo razna dovoljenja, soglasja, elaborate. Izdelavo in izdajo projektne dokumentacije lahko opravijo arhitekti – projektanti, ki so registrirani pri Inženirski zbornici Slovenije.

Navodila in obveznosti pri gradnji ureja Pravilnik o projektne dokumentaciji, objavljen v Uradnem listu RS št. 55/08. Ta pravilnik bo po novem nadomeščal Gradbeni zakon (GZ), objavljen v Uradnem listu RS, št. 61/2017, ki se bo začel uporabljati od 1. junija 2018. Ta zakon je v veljavi od 2. novembra 2017 (Pravno-informacijski sistem Republike Slovenije, 2008).

Pravilnik o projektne dokumentaciji podrobno določa vsebino projektne dokumentacije za manj zahtevne in zahtevne gradnje, odvisno od namena njene uporabe ter načinu izdelave. Poznamo več vrst projektne dokumentacij.

Projektne dokumentacije v Pravno-informacijskem sistemu Republike Slovenije so naslednje:

- IDZ – idejna zasnova, katerega namen je pridobitev projektne pogodbe, torej pridobitev vseh potrebnih soglasij mnenjedajalcev.
- IDP – idejni projekt je namenjen izbiri najboljše možnosti za izvedbo del. Upoštevati je treba, kakšna bo gradnja, kje so možnosti priklopov zunanjih priključkov (voda, plin, električna, kanalizacija), kakšno naj bi bilo ogrevanje. V idejnem projektu sodelujeta investitor in projektant. Investitor predlaga želje, projektant pa možnosti in dogovor prenese v idejni projekt.
- PGD – projekt gradbenih del je osnova za pridobitev gradbenega dovoljenja. V njem se morajo upoštevati zahteve glede varnosti objekta, dokazilo, da bo gradnja čim manj škodljiva za okolico, torej okolju prijazna, in upoštevati prostorske ureditve. Za enostanovanjsko hišo lahko PGD dokumentacijo pripravi in izdela samo en projektant,

ker ni potrebno predložiti statičnih, strojnih in elektrotehničnih načrtov. Vsa odgovornost je tako na odgovornem projektantu. PGD dokumentacija za enostanovanjsko hišo vsebuje vodilno mapo, načrt arhitekture (merilo 1:100), elaborate in namesto statičnega načrta konstrukcij izjavo odgovornega projektanta o mehanski odpornosti in stabilnosti.

- PZI – projekt za izvedbo je potreben pred začetkom gradnje, izdelan je na podlagi PGD dokumentacije in v njem morajo biti podrobno izdelane vse tehnične rešitve z izračuni stroškov materiala in izvedbo del. Tu morajo biti vključeni vsi strokovnjaki s področij gradbene, strojne, in elektrotehnične stroke. PZI dokumentacija mora biti na gradbišču vedno prisotna, posebno gradbeni dnevnik.
- PID – projekt izvedenih del, v katerega se vrišejo spremembe (na osnovi PZI dokumentacije), ki so nastale med gradnjo z odobritvijo odgovornega projektanta in se izdelata za potrebe pridobitve navodil za obratovanje in vzdrževanje ter uporabnega dovoljenja. Za vsebino projektne dokumentacije so odgovorni projektanti. Izpolnjevati morajo zahteve gradbenih predpisov, tehničnih smernic in standardov. Zagotoviti morajo skladnost s prostorskimi akti ob naročilu in željah investitorjev (Pravno-informacijski sistem Republike Slovenije, 2008).

## 2.3 TEHNIČNE SMERNICE

Projektna dokumentacija za stanovanjsko hišo mora biti izdelana skladno z veljavnimi tehničnimi smernicami, v katerih so zapisani tehnični predpisi in standardi. Te so:

- TSG-N-002:2013 – Nizkonapetostne električne inštalacije,
- TSG-N-003:2013 – Zaščita pred delovanjem strele,
- TSG -1-004:2010 – Tehnične smernice za učinkovito rabo energije.

Pri projektiranju in izvajanju del moramo upoštevati ukrepe, zahteve, načine gradnje ter vgrajevanja veljavnih tehničnih smernic. Tehnična smernica je dokument z zahtevami in določili. Materiali in izgradnja morata vseskozi zagotoviti zanesljivost objekta za čas življenjske dobe. Bistvene zahteve so mehanska odpornost in stabilnost, varnost pred požarom, higienska ter zdravstvena zaščita in zaščita okolice, varnost uporabe, zaščita pred hrupom ter varčevanje z energijo in ohranjanje toplote (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. Nizkonapetostne električne inštalacije, 2013). V Tehnični smernici Nizkonapetostnih inštalacij je poudarek na električni opreми in preprečitvi napak, predvsem z vidika zagotovitve varnosti. V Tehnični smernici Zaščita pred delovanjem strele pa je poudarek na odvodu atmosferske razelektritve v zemljo, da pri tem ne poškoduje ljudi in živali ali da ne pride do požara (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. Zaščita pred delovanjem strele, 2013). V Tehnični smernici za Učinkovito rabo energije je naveden 14. člen na temo razsvetljave. Poudarek je na naravni osvetlitvi, vendar je pri načrtovanju razsvetljave treba upoštevati velikost prostora in uporabiti varčna svetila (Ministrstvo za okolje in prostor, 2010).

## 3 NAČRTI IN OPIS INŠTALACIJ

### 3.1 ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Projektna dokumentacija (Projekt za izvedbo – PZI) električne inštalacije razsvetljave in moči je izdelana skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi ter standardi. Pri projektiranju so bili upoštevani ukrepi in rešitve veljavnih tehničnih smernic:

- TSG-N-002:2013 – Nizkonapetostne električne inštalacije,
- TSG-N-003:2013 – Zaščita pred delovanjem strele,
- TSG-1-004:2010 – Tehnične smernice za učinkovito rabo energije.

V nadaljevanju predstavljamo študijo primera projekta načrtovanja električnih inštalacij novogradnje enostanovanjske hiše.

Glavni kabelski razvod v objektu se izvede podometno v inštalacijskih ceveh. Glavna trasa poteka od priključno merilne omarice PMO do razdelilnika R-P v pritličju in R-M v mansardi ter vertikalno v ceveh do posameznih porabnikov v objektu. Trase cevi so predvidene pretežno v stenah, delno v tlakih.

V prostorih je predvidena električna inštalacija za razsvetljavo z vodniki NYM-J s potrebnim številom vodnikov preseka  $1,5 \text{ mm}^2$  oz. ustreznega preseka in števila žil v inštalacijskih zaščitnih ceveh v ometu. Število žil in trase so razvidne iz grafičnih prilog na shemah razdelilnika ter pripadajočih tlorisih. Vsi električni priključki morajo biti do višine dveh metrov od tal zaščiteni pred mehanskimi poškodbami. Inštalacije v morebitnih lesenih predelnih stenah in ostalih lesenih delih morajo biti izvedene v ognjevarni izvedbi, kabli morajo biti uvlečeni v samo ugasljive PN cevi. Vklon svetilk je lokalni s stikali nameščenimi pri vratih, za hodnike z IR senzori za vklop svetil. Svetilke v vlažnih prostorih in zunaj objekta morajo biti vodotesne. Stikala za vklop luči so predvidena pri vhodnih vratih v prostor, na višini 1,15 m od gotovih tal. Zunanja razsvetljava zajema osvetlitev vhoda v objekt in okolice objekta.

Električna inštalacija za moč je predvidena s kabli tipa NYM-J  $2,5 \text{ mm}^2$  oz. ustreznega preseka in števila žil v inštalacijskih zaščitnih ceveh v ometu. Inštalacije v morebitnih lesenih predelnih stenah in ostalih lesenih delih morajo biti izvedene v ognjevarni izvedbi, kabli morajo biti uvlečeni v PN cevi. Splošne vtičnice se vgradijo 0,4 m od gotovih tal, nad delovnimi pulti in ostalimi delovnimi površinami pa na višini 1,15 m. Vse vtičnice so predvidene v varnostni izvedbi. Vtičnice v kuhinji pri delovnih površinah, v kopalnici in zunaj so predvidene s pokrovom.

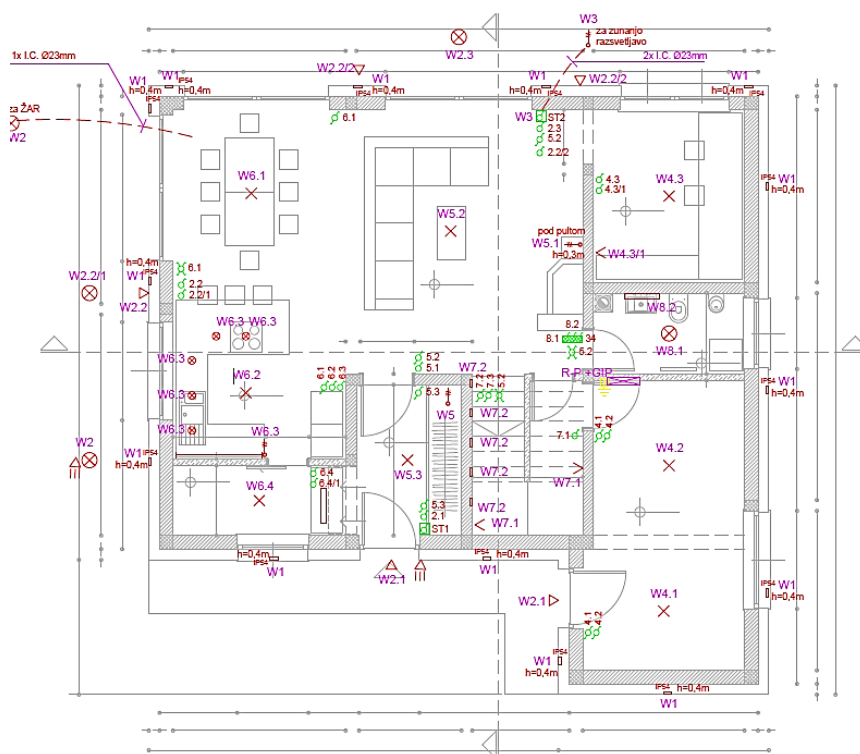
Meritve porabljene energije so predvidene v kabelsko priključno merilni omarici (PMO), ki se nahaja na parceli.

Za izenačevanje potencialov so predvidene doze za glavno izenačitev potencialov (GIP) (PS-50) in dodatno izenačitev potenciala DIP (PS-49). V njih so združeni vsi ozemljitveni vodi iz celotnega objekta.

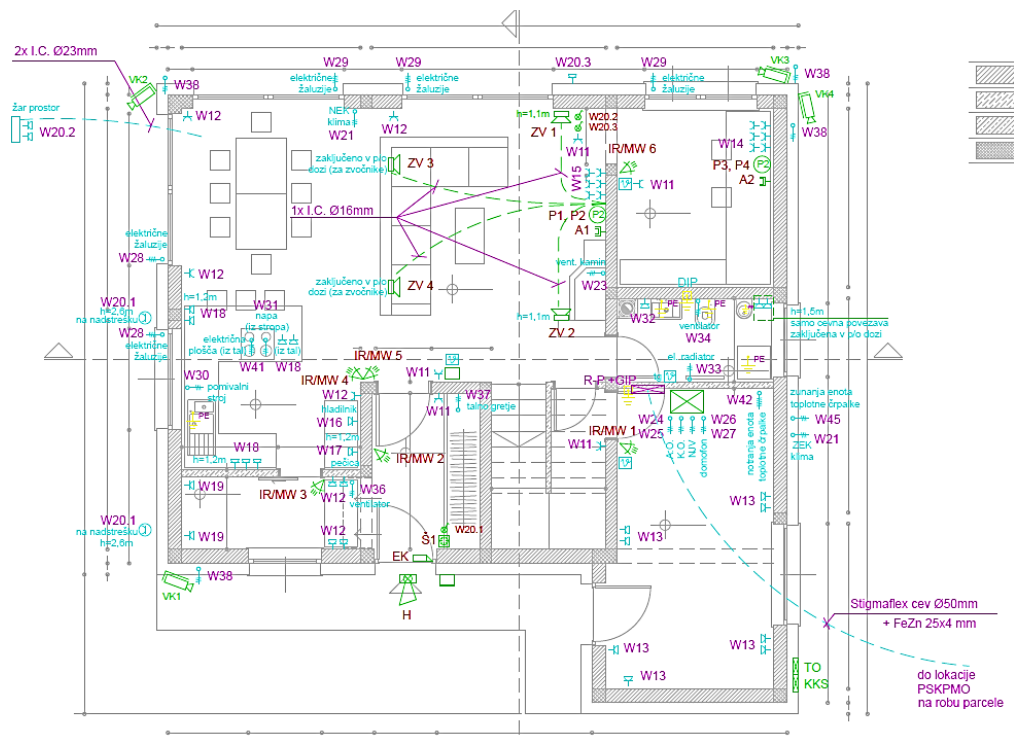
Glavni ozemljitveni vod poteka skupaj z dovodnim kablom od GIP mimo priključne omarice in je predviden priključek na ozemljilo objekta.

Predvidene so električne inštalacije za potrebe strojnih naprav. V projektu so predvideni samo dovodi do posameznih naprav, lokalna avtomatika posameznih kompaktnih naprav bo dobavljena v sklopu same naprave. Trase kabelskih dovodov so predvidene delno po glavnih, delno po pomožnih kabelskih trasah, delno pa v inštalacijskih ceveh. Upoštevani so vsi pridobljeni podatki projektanta strojnih inštalacij.

Povezave med morebitnimi zunanjimi in notranjimi enotami se izvede po navodilu dobavitelja opreme. V sanitarijah so predvideni dovodi za možnost izvedbe lokalnih ventilatorjev. Vse lokacije strojnih naprav in elektroinštalacij uskladiti z dobavljeno opremo.



Slika 1: Tlorisni načrt razsvetljave  
(lastni vir)



Slika 2: Tlorisni načrt moči  
(lastni vir)



Slika 3: Izvedba grobe inštalacije  
(lastni vir)



Slika 4: Izvedba grobe inštalacije  
(lastni vir)





*Slika 5: Izvedba grobe inštalacije  
(lastni vir)*



*Slika 6: Izvedba grobe inštalacije  
(lastni vir)*



*Slika 7: Izvedba grobe inštalacije  
(lastni vir)*

## 3.2 TELEKOMUNIKACIJE

Za potrebe telefonskih komunikacij se predvidi telefonska inštalacija. Pred nameravanimi izkopi je potrebno obvestiti TELEKOM in se dogovoriti o detajlih za priklop objekta.

Predvidena je fasadna telefonska omarica s krone letvicami in prenapetostnimi zaščitami za javne linije. Od fasadne omarice in do telefonskega delilnika v komunikacijski omari, katera se nahaja v objektu, se predvidi povezava s kablom 2xUTP 4x2x24, kat. 5e. Od telefonskega delilnika se do posameznih RJ45 vtičnic predvidi razvod s kabli UTP 4x2x24, kat. 5e. Po prostorih se predvidijo RJ45 vtičnice – dvojne, v podometni izvedbi. Do dvojne RJ45 vtičnice se predvidi dva UTP kabla v cevi. Glavna telefonska omara se ozemlji z vodnikom H07V-K 16 mm<sup>2</sup>. Telefonski dovod do objekta se priključi na obstoječe telekomunikacijsko omrežje. Od TO omare do telefonskega delilnika v komunikacijski omarici se predvidi dodatna cev za možnost dovoda optike.

Za distribucijo antenskega signala se predvidi antensko inštalacijo. Predvidena je fasadna antenska omarica, v komunikacijski omarici (KO) pa se predvidi antenski ojačevalnik in več vejni odcepniki. Antenski ojačevalnik se predvidoma napaja z napajalno napetostjo 230V, 50Hz. V objektu se predvidoma namestijo antenske vtičnice v podometni izvedbi, na enaki višini kot vtičnice za moč, katere se zaključijo v delilniku. Razvod inštalacij se predvidi s koaksialnim 75 Ω kablom CAVEL DG 113 uvlečenim v inštalacijske cevi.

Za nadzor prostorov proti vstopu nezaželenih oseb se v objektu predvidi protivlomna inštalacija. V tehničnem prostoru pri komunikacijski omari (KO) se predvidi napravo za javljanje vloma, po prostorih z IR/MW senzorji vloma, pri vseh v objekt in mansardi pa s tipkovnico. Naprava se predvidoma napaja z napajalno napetostjo 230V, 50Hz. Sistemi se vklaplajo tako, da zadnji, ki zapusti stanovanje vklopi sistem s kodo na tipkovnici. Prvi, ki pride v objekt pa sistem izklopi, skladno s programom (vse ali samo del, notranji senzorji, zunanji ...). Predvidi se prenos signala z vsake naprave na intervencijsko službo. V ta namen se napravo predvidoma poveže na telefonsko linijo s kablom UTP 4x2x24, kat. 5e oziroma na komunikator. Razvod inštalacije se predvidi od posamezne naprave do IR javljalnikov in tipkovnice s kablom LiYCY 4x0,22+2x0,5 mm<sup>2</sup>. IR/MW senzorje se predvidi na višini 2,3 m od tal. Na fasadi objekta, pred vhodom, se predvidi zunanjo sireno z bliskavico z lastnim napajalnikom.

V objektu se predvidi videofon inštalacija, ki omogoča govorno, slušno in video komunikacijo z obiskovalcem in odpiranje vrat na parcelo in glavnih vhodnih vrat. Pri vходу je predvidena zunanja videofon enota z vgrajeno kamero. V objektu je v pritličju in nadstropju predvidena notranja videofon enota z govorno, slušno in video kombinacijo in tipkami za daljinsko odpiranje vhodnih vrat.

Napajalnik je predviden v komunikacijski omari v pritličju. Za povezavo zunanje videofon enote in napajalnika ter povezave med napajalnikom in notranjimi videofon enotami se predvidijo kabli UTP.

### 3.3 STRELOVODNA INŠTALACIJA

Predvidena je zaščita objekta pred udarom strele s strelovodno napravo v obliki Faradayeve kletke v skladu s: Tehnično smernico za zaščito pred delovanjem strele (TSG-N-003:2013).

Sistem zaščite pred delovanjem strele (LPS) mora biti izdelan tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkratnih iskrenj. Glede na položaj objekta je LPS sestavljen iz zunanjega in notranjega LPS-a. Zunanji LPS sestavljajo lovilniki, odvodi in sistem ozemljil, medtem ko notranji LPS obsega zaščitno ozemljitev in zaščitno izenačitev potencialov, ki pa je zajeta tudi v sklopu točke Zaščita pred električnim udarom. Ocena tveganja pred udarom strele omogoča, na podlagi vrednotenja rizikov določiti minimalni zaščitni nivo, ki še nudi sprejemljiv nivo tveganja. Izračun tveganja je podrobno opisan v standardu SIST EN 62305-2: 2012. Glede na tveganje in njegove komponente ter lokacijo objekta in karto maksimalnih vrednosti strel je določen nivo zaščite za predmetni objekt.

Maksimalne vrednosti gostote strel za področje Ljubljane (št. polja 116) je 4,4 km<sup>2</sup> na leto.

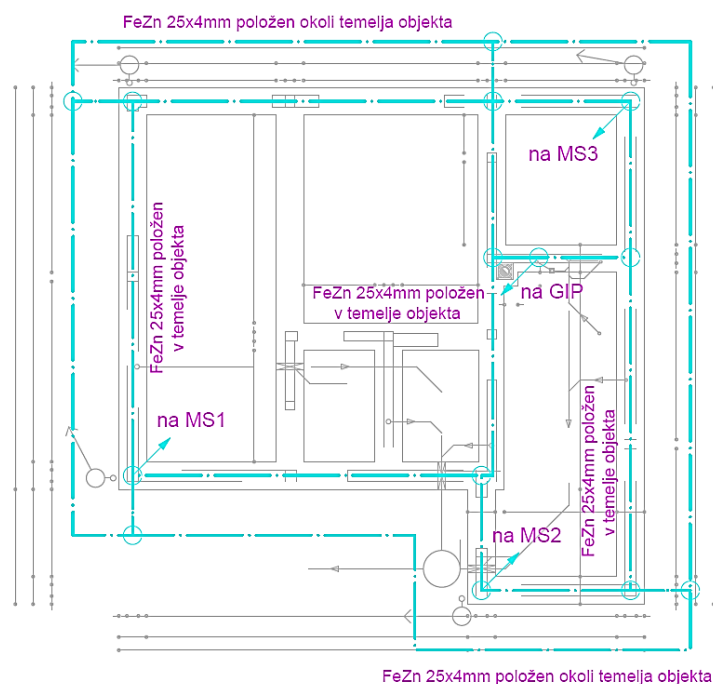
Določen zaščitni nivo je »III«, ki določa, da imamo razdalje med odvodi maksimalno do 20 m ter velikost lovilne mreže maksimalno 20 x 20 m. Vse projektirane razdalje so manjše od navedenih.

Strelovodno napravo sestavljajo lovilne palice, lovilni vodi, odvodi, merilni spoji in ozemljitev. Lovilni vodi so predvideni z vodniki Fe Zn premera 8 mm, pritrjenimi na strehi.

Odvodi tvorijo povezavo med lovilnimi vodi in merilnimi spoji. Razmik med posameznimi odvodi ne sme presegati 20 m. Za odvode je predviden Fe Zn premera 8 mm, položen podometno pod fasado.

Merilni spoji omogočajo ločitev ozemljitve od nadzemne inštalacije. S tem je omogočena kontrola ozemljitve strelovodne naprave. V našem primeru so merilni spoji predvideni v talni pohodni izvedbi.

Ozemljitev je predvidena s pocinkanim jeklenim trakom Fe Zn 25 x 4 mm, vgrajenim v temelje objekta, za premostitev napetostnega lijaka je v zemlji okoli objekta položen dodatni obroč s pocinkanim jeklenim trakom Fe Zn 25 x 4 mm. Od tu so speljani tudi vsi odcepi na vse kovinske mase in tudi do glavne omarice za izenačitev potencialov. Na strelovodno napravo je potrebno povezati vse večje kovinske mase na strehi in fasadah objekta (obrobe fasade, korita, ograje ...). Te povezave se izvede z vodniki Fe Zn premera 8 mm, enako kot lovilni vodi. Vse kovinske ograje in ostale kovinske konstrukcije se poveže s trakom Fe Zn 25 x 4 mm, oziroma 20 x 3 mm na ozemljilo.



Slika 8: Tlorisni načrt ozemljitve  
(Vir: lastni vir)



Slika 9: Strel vodna inštalacija na strehi  
Slika 10: Izvedba tračnega ozemljila

(Vir: Hermi, 2017)

(Vir: Krovko, 2009)

Za delovanje strel vodne naprave je odločilna njena udarna ponikalna upornost.

Za odvajanje udarnega toka strele v zemljo je učinkovita dolžina 20 m od mesta uvoda v zemljo.

Udar strele se odvaja v zemljo najmanj v dve smeri, pri čemer nastopi v eni smeri dolžina ozemljila 20 m.

Za odvajanje udarnega toka strele v zemljo je učinkovita dolžina 20 m od mesta uvoda v zemljo. Udar strele se odvaja v zemljo najmanj v dve smeri, pri čemer nastopi v eni smeri dolžina ozemljila 20 m.

Kontrola presekov zaščitnih vodnikov je izvedena ustrezno standardu.

SIST HD 60364-5-54, preglednica 54.3, ki določa, da mora biti presek zaščitnega vodnika:

- enak preseku faznega vodnika do preseka  $16 \text{ mm}^2$ ,
- $16 \text{ mm}^2$ , če je fazni vodnik od  $16 \text{ mm}^2$  do  $35 \text{ mm}^2$ ,
- polovični presek faznega vodnika, če je le-ta večji od  $35 \text{ mm}^2$ .

V primeru, da zaščitni vodnik ni del kabla, mora imeti najmanjši prerez po standardu (SIST HD 60364-5-54, točka 543.1.3):

- $2,5 \text{ mm}^2$  za Cu ali  $16 \text{ mm}^2$  za Al, če je vodnik mehansko zaščiten,
- $4 \text{ mm}^2$  za Cu ali  $16 \text{ mm}^2$  če zaščitni vodnik ni mehansko zaščiten,
- $50 \text{ mm}^2$  za Fe Zn.

### 3.4 ZAŠČITA PROTI UDARU ELEKTRIČNEGA TOKA

Zaščita pred električnim udarom je predvidena skladno s standardom SIST HD 60364-4-41.

Zahteve za zaščito ob okvari pri posrednem dotiku so zaščitna ozemljitev in zaščitna izenačitev potencialov, samodejni odklop ob okvari, sistem inštalacije TN, TT, IT ter dodatna zaščita. Izpostavljeni prevodni deli morajo biti povezani z zaščitnim vodnikom pod podanimi pogoji za vsako vrsto ozemljitve sistema napajanja. Hkrati morajo biti dotakljivi izpostavljeni prevodni deli povezani na isti ozemljitveni sistem posamično, v skupinah ali skupno. Vodniki za zaščito ozemljitev morajo ustrezati zahtevam za zaščitni vodnik po SIST HD 60364-5-54.

Za ozemljitev večjih kovinskih mas v objektu je predviden pocinkan jekleni trak Fe Zn  $25 \times 4 \text{ mm}$ , položen v temelju objekta ter s tipskimi elementi vezan na armaturo temelja. Na ozemljitveni vod se vežejo vse večje kovinske mase, ki od zunaj vstopajo v objekt, kot tudi, vrata, ograje in ostale kovinske predmete. Ozemljitveni vod se na več mestih veže na ozemljilni vod objekta v zemlji. Vse skupaj tvori ozemljitveni sistem objekta.

V vsaki stavbi morajo biti ozemljitveni vodniki, glavna ozemljitvena zbiralka in naslednji prevodni deli povezani v zaščitno izenačitev potencialov, kovinske cevi napajalnih sistemov, ki so od zunaj napeljane v notranjost stavbe, npr. plinske, vodovodne, tuji prevodni deli konstrukcije stavbe, če so dotakljivi ob normalni uporabi, kovinski deli centralnega ogrevanja in klimatskih naprav, kovinske armature železobetonskih konstrukcij, če so dotakljive in zanesljivo medsebojno povezane. Če ti prihajajo od zunaj, jih je treba povezati skupaj čim bližje mestu njihovega vstopa v stavbo.

Kot zaščitni ukrep pred udarom električnega toka je uporabljen samodejni odklop (varovalke v razdelilni omarici) v TN – S sistemu inštalacije. TN sistem zahteva, da

morajo biti vsi izpostavljeni prevodni deli povezani preko zaščitnega vodnika z ozemljilno točko napajalnega sistema. Zaščitne naprave in prerezi vodnikov se morajo izbrati tako, da pride do samodejnega odklopa v času, ki ustreza navedenim vrednostim v standardu SIST HD 60364-4-41, če pride do okvare oz. stika zanemarljive upornosti med faznim in zaščitnim vodnikom oz. izpostavljenim prevodnim delom v poljubni točki inštalacije. Varovalni elementi morajo biti izbrani tako, da zagotavljajo pri najvišji pričakovani napetosti 230V, 50 Hz, odklopne čase skladno z zgoraj navedeno preglednico:

- za dovode in neprenosne porabnike večje od 32A  $t = 5$  s
- za prenosne porabnike in vtičnice 400V do 32A  $t = 0,2$  s
- za prenosne porabnike in vtičnice 230V do 32A  $t = 0,4$  s

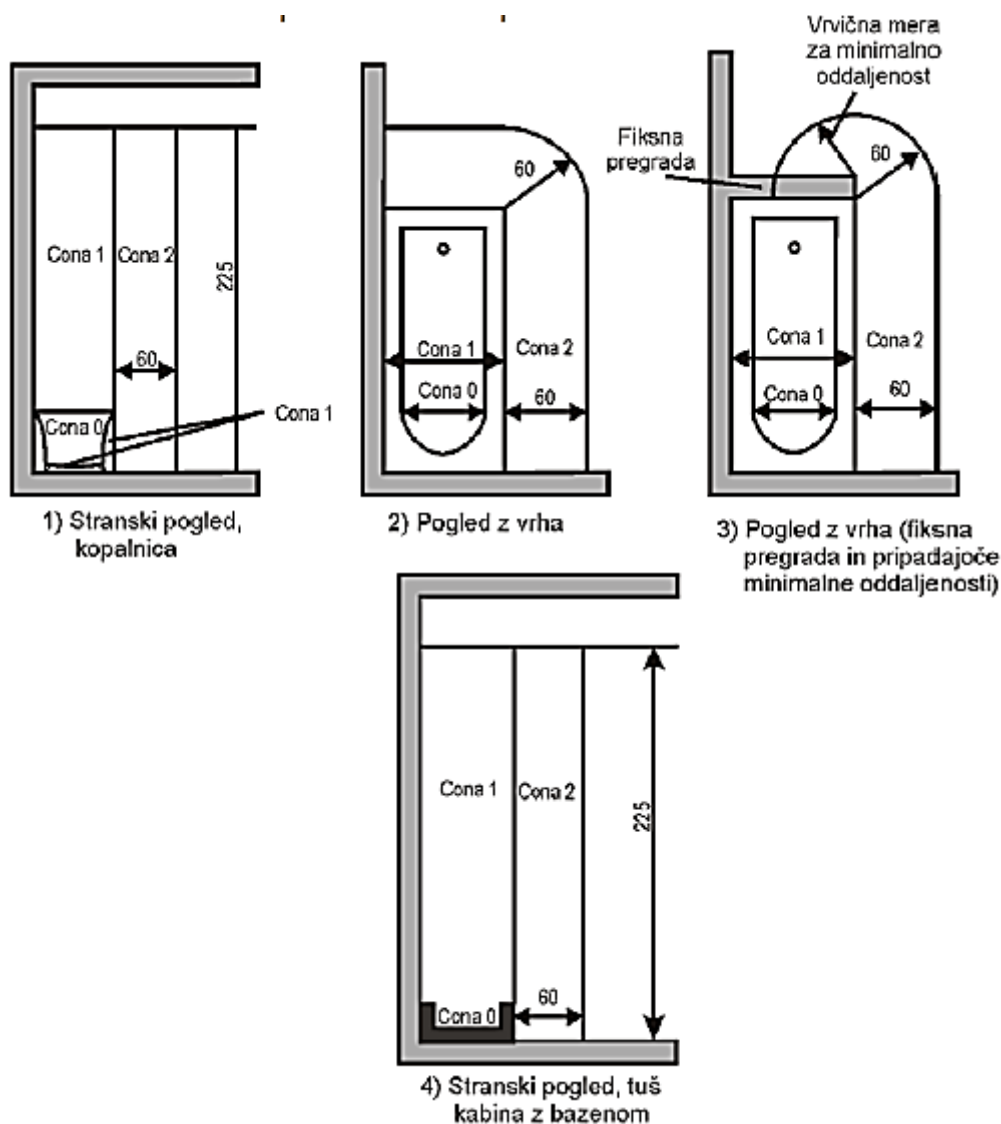
Kot dodatni zaščitni ukrep pred udarom električnega toka je za določene tokokroge uporabljeno kombinirano zaščitno stikalo KZS – C16/2/30 mA in diferenčno zaščitno stikalo proizvajalca ETI.



Slika 11: Kombinirano zaščitno stikalo  
(Vir: ETI, 2017)

### 3.5 ELEKTRIČNE INŠTALACIJE ZA SPLOŠNO MOČ V KOPALNICAH

Električne instalacije v kopalnicah ureja standard SIST HD 60364-7-701: 2007 – Niskonapetostne električne inštalacije. Kopalnico s kadjo ali prho je treba obravnavati razdeljeno na cone, kot je razvidno s slike 12. Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov in izbiro ter postavitvev električne opreme in naprav.



Slika 12: Cone v kopalnici  
(Vir : IZS, 2014)

## 4 PAMETNA INŠTALACIJA

### 4.1 ZGODOVINA PAMETNE INŠTALACIJE

Prvi uradno uporabljen zapis »pametna hiša« je bil leta 1984 pri Ameriškem združenju hišnih graditeljev. Takrat zanimanja za tak tehnološki napredek ni bilo. Prve take domove so posamezniki izdelovali že v začetku 60. let prejšnjega stoletja. Takrat opreme za tak razvoj ni bilo na razpolago, idej pa je bilo veliko (TVTI, 2017).

Napredne tehnologije in razvoj so bili predvsem v pristojnosti vojske povsod po svetu. Nekaj podobnega je tudi sedaj. Naprednejši razvoj je zelo počasi prehajal na splošni trg za domačo uporabo.

Med prvimi podjetji na tem področju je bilo podjetje Honeywell, ki je leta 1969 izdelalo prvi pripomoček za kuhinjsko uporabo, katerega je upravljala računalnik, 16 bitni mikroprocesor Honeywell H316. Imel je nekaj shranjenih receptov, lahko pa so se dodajali novi. Za dodajanje novih so potrebovali dva tedna uvajanja. Takrat je bila cena tega kuhinjskega računalnika 10.600 ameriških dolarjev (IT History Society, 2017). Kljub visoki ceni je bil to eden velikih naslednjih korakov v nadaljevanju razvoja računalništva.



Slika 13: Kuhinjski priročni računalnik Honeywell H316  
(Vir: Bulles, 2011)

Naslednji večji korak v razvoju pametnih inštalacij se je zgodil julija 1989 v Nishi Azabu na Japonskem, in sicer Intelova inteligentna hiša Tron. Pri projektu je sodelovalo še 15 drugih podjetij. Projekt je bil ocenjen na milijardo jenov oz. približno 8 milijonov evrov. Ta hiša je imela 380 računalnikov, ki so bili povezani v arhitekturo Tron. Prikazane so bile enote, ki so bile na razpolago v vsaki sobi. Oprema, ki je bila regulirana s pomočjo sistema Tron, je bila precej obsežna. Zunanje informacije je prejela preko televizije, telefona in radia, notranje informacije pa so zagotavljali avdiovizualni sistem, videofon, varnostni sistemi kamer in senzorjev. Opremljena je bila z zvočniki, standardnimi stikali in daljinskim upravljalnikom za splošni namen. V kuhinji je bil za ogled receptov sistem video diskov, v kleti pa shranjevalnik videoposnetkov. Že takrat so imeli pokrovi stranišnih školjk avtomatsko ročno pranje in sušenje. Hiša Tron je za potrebe testiranja delovala tri leta. Mediji ji niso bili najbolj naklonjeni, ker so pisali, da je predraga, da straši, ker se samodejno odpirajo okna (TRON, 2017).





Slika 14: Inteligentna hiša Tron  
(Vir : TRON, 2017)



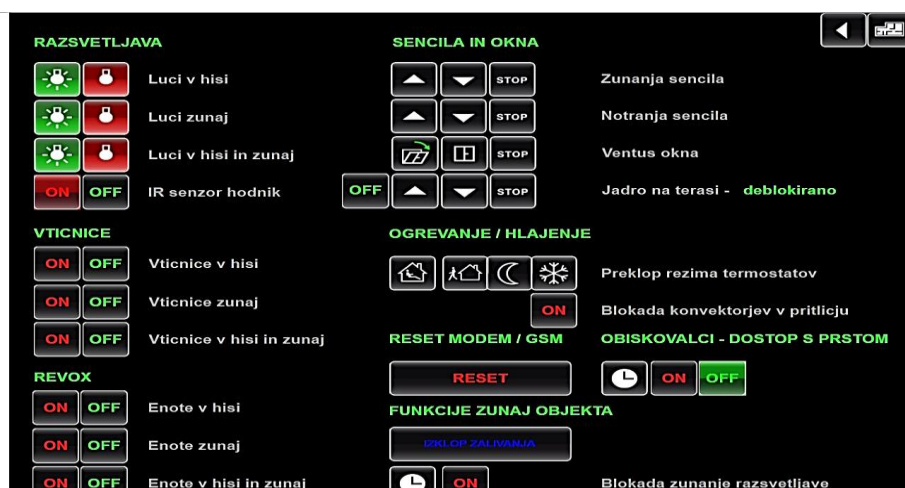
Slika 15: Inteligentna hiša Tron  
(Vir : TRON, 2017)

## 4.2 OPIS DELOVANJA PAMETNE INŠTALACIJE

Pametna inštalacija vsebuje veliko različnih komponent, ki so lahko med seboj povezane ali ločene. V primeru povezanih komponent so te povezane v centralni sistem; upravljamo jih lahko s pomočjo lokalnih stenskih tablic v objektu, tabličnega računalnika ali pa s sodobnejšimi mobilnimi žepnimi telefoni. Ta sistem omogoča vodenje ali nadziranje izven objekta preko internetne povezave ne glede na to, kje se nahajamo.



Slika 16: Centralne nastavitve – glavni meni  
(lastni vir)



Slika 17: Centralne nastavitve – pritičje  
(lastni vir)

Poleg daljinske možnosti upravljanja lahko po posameznih prostorih upravljamo določene porabnike s tipkami.

Razsvetljava lahko s kratkim pritiskom prižigamo, s ponovnim kratkim pritiskom pa ugasnemo. Zatemnjujemo jih z daljšim pritiskom, s ponovnim daljšim pritiskom pa jih ponovno osvetljujemo. Možnost je tudi, da z dvakratnim kratkim pritiskom vklopimo vnaprej nastavljeno želeno svetilnost glede na prostor (slika 18 in 19). Ob senzorjih za zaznavanje svetlobe se svetilnost po prostorih lahko prilagaja avtomatsko glede na trenutno svetlobo v prostoru. Po hodnikih, stopniščih, shrambah, sanitarijah so še senzori gibanja za vklop razsvetljave namenjeni samo za čas, dokler smo prisotni v prostoru. Zatemnitev razsvetljave se zgodi ob prižigu televizorja, recimo v dnevni sobi, s prižigom televizorja se na zvočnikih avtomatsko ugasne radijski sprejemnik.



Slika 18: Tablo v kleti  
(lastni vir)

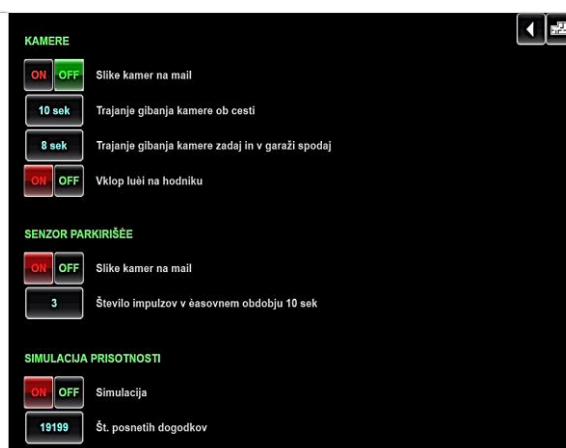


*Slika 19: Tablo v pritičju  
(lastni vir)*

Protivlomni sistem je pri novogradnjah skorajda nepogrešljiv. Ob izklopu protivlomnega sistema lahko senzori gibanja služijo za vklop razsvetljave na hodnikih, stopnišču, v sanitarijah pa poleg razsvetljave tudi za avtomatski vklop prezračevanja. Na protivlomni sistem so priključeni tudi požarno dimni in temperaturni senzori za alarmiranje.

Ob odsotnosti vklopimo ali pa izklopimo protivlomni sistem. Prisotna je tudi kontrola zaprtosti zunanjih vrat in oken preko stikal; ob vklopu vlomnega sistema nas takoj opozori na morebitna odprta okna ali vrata. Ob morebitnem vsiljivcu, ki ga zazna senzor, se takoj vklopi alarm, ki nas obvesti na mobilni telefon. S pomočjo notranjih in zunanjih kamer lahko preverimo dogajanje v in izven hiše ter vidimo morebitnega nepridiprava. Ob vklopu zunanje in notranje sirene se v povezavi s pametno inštalacijo dvignejo vsa senčila ter se prižge razsvetljava (odvisno, koliko razsvetljave sprogramiramo).

Ob zunanji kameri je lahko samo domofon, v tem primeru potrebujemo samo zvočno povezavo. Če pride obiskovalec in pozvoni na domofon, se mu lahko, če smo odsotni od doma, javimo prek mobilnega telefona; s pomočjo kamere ga vidimo in se z njim pogovarjamo. Če pa smo doma, daljinsko ali preko notranje sprejemne enote aktiviramo električno ključavnico na vratih in mu omogočimo vstop.



Slika 20: Nastavitve delovanja kamer  
(lastni vir)



Slika 21: Kamera otroška soba  
(lastni vir)

Ogrevanje in hlajenje v stanovanjski hiši ima zelo velik pomen. V novogradnjah se za ogrevanje prostorov običajno uporablja talno ogrevanje. Ogrevalne cevi so ločene po prostorih in skoraj v vsakem prostoru je sobni termostat. Tako se glede na namen prostora lahko nastavljajo različne temperature (slika 22 in 23). Vsi termostati so povezani na centralni sistem upravljanja. Nastavitev je lahko ročna (na vsakem termostatu) ali daljinsko. Za ogrevanje je poskrbljeno s toplotno črpalko zemlja – zemlja. Deluje dobro, vendar ni priklopljena na pametno inštalacijo, ker pred nekaj leti (v študiji primera pred štirimi leti) na tržišču še ni bilo toplotne črpalke, da bi tak priklop omogočala. Za dodatno ogrevanje in hlajenje nekaterih prostorov je poskrbljeno s kanalskimi konvektorji. Ti se ravno tako vklapljajo in izklapljajo preko centralnega sistema. V vročih poletnih dneh je poskrbljeno še za prisilno hlajenje s pomočjo stenskih klimatskih naprav. Te so povezane na centralni sistem in ob odpiranju

zunanjih vrat v prostoru se ob nameščenih stikal na vratih klimatska naprava avtomatsko ugasne.

V hiši je še rekapitulator prezračevanja za dovajanje svežega zraka preko filtrov. Priklopljen je na pametno inštalacijo, z njim lahko daljinsko nastavljamo čase obratovanja in hitrost delovanja ventilatorja.



Slika 22: Tlorisni prikaz ogrevanja prostorov (lastni vir)

	Izm. T	Nast. T	G/H	Režim	Izhod reg.	Stanje vent.
Dnevna soba	23.2 °C	23.0 °C	☄	🏠	0%	0%
Kuhinja	23.1 °C	23.0 °C	☄	🏠	0%	0%
Delovna soba	22.7 °C	23.0 °C	☄	🏠	0%	0%
Utility in WC	21.8 °C	24.0 °C			100%	100%
Vetrolov	18.2 °C	25.0 °C			100%	100%

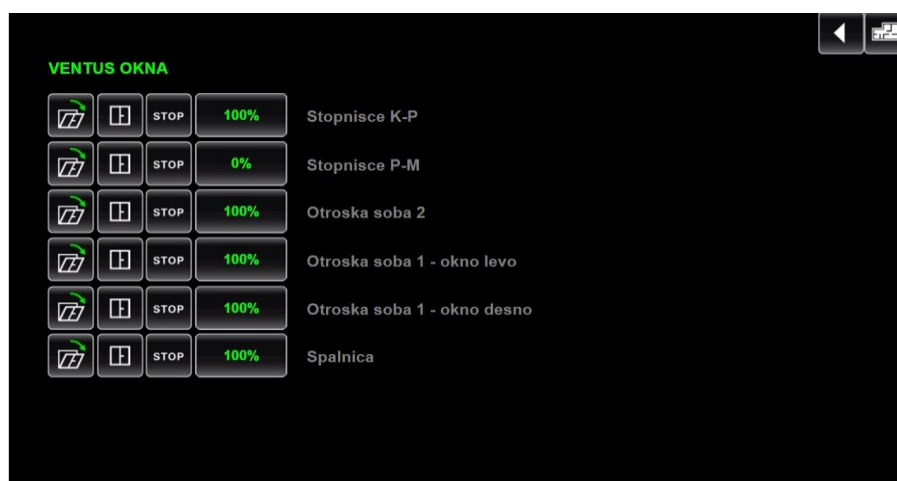
Slika 23: Nastavitve ogrevanja prostorov (lastni vir)

S pomočjo električnih pogonov upravljamo z odpiranjem ali zapiranjem oken in senčil, tako zunanjih kot notranjih. Imamo točen vpogled v delež odprtosti ali zaprtosti senčil in oken (slika 24 in 25). Senčila se regulirajo avtomatsko preko vremenske postaje. Poleti ob soncu jih zapira zaradi ohlajanja prostorov, pozimi ob soncu pa odpira zaradi pridobivanja sončne toplote oziroma energije. To omogoča vremenska postaja s pomočjo senzorja za sonce. Pri nastavitvi le-tega moramo biti pazljivi na položaj hiše.

Preko vremenske postaje se lahko s pomočjo senzorja za dež upravlja tudi z okni. Ob padavinah nam jih avtomatsko zapre, ob koncu padavin pa ponovno odpre.



Slika 24: Nastavitve senčil kleti in pritličja  
(lastni vir)

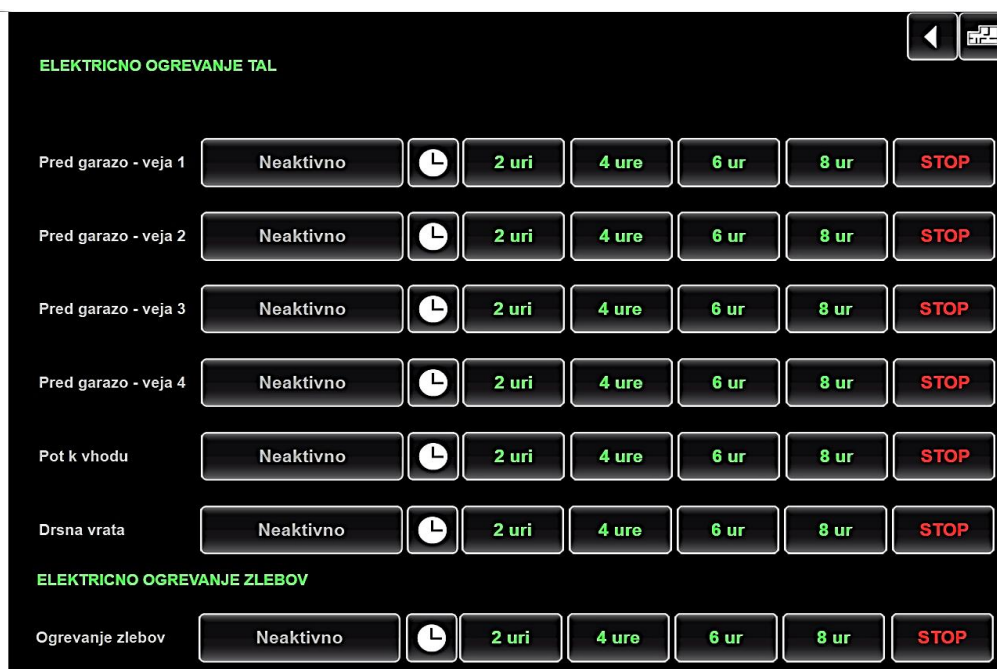


Slika 25: Nastavitve oken  
(lastni vir)



Slika 26: Nastavitve in kontrola vremenske postaje preko tabličnega računalnika (lastni vir)

Vremenska postaja nam služi tudi za ogrevanje žlebov, odtokov, teras in dovoznih poti. Vse to je mogoče tudi ročno nastaviti preko časovnega delovanja.



Slika 27: Nastavitve zunanjega ogrevanja tal in žlebov (lastni vir)

Zalivalni sistem povezan na centralni sistem upravljanja in mu na daljavo lahko spreminjamo nastavitve. V zimskem času pa je zalivalni sistem izklopljen (slika 28).



Slika 28: Nastavitev zalivalnega sistema  
(lastni vir)



Slika 29: Ročni vklop radijskega sprejemnika v pritličju  
(lastni vir)





Slika 30: Vmesnik  
(Vir: Bens, 2017)



Slika 31: Integriran nadzor glasbe  
(Vir: Gira, 2017)

Za najbolj zahtevne uporabnike obstaja tudi multimedijski sistem. Multimedijski sistem je nadgradnja že tako vrhunski opremi, ki omogoča upravljanje vseh elementov v hiši preko centralnega sistema pametne inštalacije. Najbolj je uporabljena pri ozvočenju v povezavi s hišnim kinom, televizijskimi in radijskimi sprejemniki.

Z multimedijskim sistemom povežemo več dogodkov v hiši. S programom, ki smo ga nastavili, lahko z enim pritiskom na določeno številko ali znak aktivira komplet postopek. Hišni kino je eden večjih. Ko vstopimo v prostor s hišnim kinom, se s pritiskom na znak avtomatsko zasenčijo vsa senčila, zaprejo se okna, prižge se optimalna svetloba, igra nam glasba, ki smo jo sprogramirali, nastavi se hitrost prezračevanja, temperatura ogrevanja ali hlajenja se nastavi na zeleno temperaturo, spusti se platno, zaklenejo vrata, lahko se dodajo kakšni dodatni svetlobni efekti itd. S tem sistemom lahko ustvarimo dogodke, kot so prekinitev električna napajanja določenim porabnikom, kot so štedilnik, pečice, zunanje vtičnice izven objekta, vrtno ute, televizijske in radijske sprejemnike, na primer ob odsotnosti ali pa ko gremo spat. Možnost izklopa občutljivih porabnikov je tudi preko vremenske postaje ob morebitnih nevihtah s strelami.

S tehnološkim napredkom se število dodatnih možnosti upravljanja in nadzora samo še povečuje.

### 4.3 UPORABA KNX SISTEMA PRI PAMETNIH INŠTALACIJAH

Da centralni sistem pametne inštalacije deluje brezhibno, se v Evropi uporablja KNX sistem, ki je zelo razširjen tudi v svetu.

Konnex (v skrajšani obliki KNX) je organizacija, ki je bila ustanovljena maja 1999 s sedežem v Bruslju. Organizacija je nastala z združitvijo European Installation Bus (EIB), BatiBus (BCI) iz Francije in European Home system Association (EHS) iz Nizozemske in nastala KNX organizacija.



Slika 32: Simbol KNX  
(Vir: KNX, 2017)

KNX sistem omogoča medsebojno povezovanje krmilnikov in naprav s 425 različnimi proizvajalci v 43 državah. Število se vsako leto večja. Je vodilni proizvajalec in uporabnik v Evropi in na Kitajskem. Ima 72447 KNX partnerjev v 162 državah in 427 centrov za usposabljanje v 67 državah po svetu (KNX Introduction, 2017).

KNX sistem uporablja naslednje standarde:

- Mednarodni standard (ISO / IEC 14543-3)
- Evropski standard (CENELEC EN 50090 in CEN EN 13321-1)
- Kitajski standard GuoBiao (GB / T 20965)
- Kanadski standard (CSA – ISO /IEC 14543-3)

(KNX Association, 2017)

Prednosti KNX sistema je, da nam nudi široko izbiro različnih proizvajalcev in s tem svobodno izbiro. Vsi proizvajalci (ABB, Gira, Jung, Schneider Electric, Siemens ...) morajo imeti certifikat za najnovejše tehnične standarde, katere certificiranje opreme in produktov poteka v neodvisnih laboratorijskih organizacijah KNX (Magos, 2017). KNX sistem ni centraliziran, je dogodkovno voden dvožični sistem, podatkovno povezan z vodniki s prepletenimi žicami prereza 0,8 mm<sup>2</sup>. Običajno je to vodnik J-Y (St) Y 2x2x0,8 mm<sup>2</sup>. Najboljša je uporaba rdeče žice za pozitivni pol in črne žice za negativni pol. Obstaja tudi kombinacija, da je rumena žica pozitivna, bela negativna ali pa je svetlejša pozitivna, temnejša žica pa negativna. Nekateri uporabljajo UTP kable kat. 5e, vendar niso ravno primerni zaradi priklopov na elemente, ker jih je zaradi preseka vodnika potrebno povezati z večjim številom žic vodnika. Sestavljajo ga še napajalniki in elementi v povezavi s senzorji na vhodni enoti ter aktuatorji na izhodni enoti. Ni nujno, da so napajalniki in elementi povezani na enem mestu, ampak so lahko nameščeni v bližini ali pa v samih porabnikih. Večinoma se nahajajo v sami stavbi, v ali pa neposredno ob električnih razdelilnikih. Podatkovno vodilo (vodniki) in napajanje z električno energijo sta ločena. Do porabnikov sta izvedena paralelno. Skoraj povsod se napajalniki in elementi nahajajo v sami stavbi, v ali pa neposredno ob električnih razdelilnikih. Napajanje porabnikov se tako izvede direktno iz

razdelilnika. Ta način izvedbe je uporabljen v večini primerov in je prijeten zaradi boljše preglednosti ter vzdrževanja elementov in napajalnikov, ker so vsi na enem mestu. Med seboj so senzori, tipke, napajalniki in elementi (aktuatorji, vmesniki, kot so zaslone na dotik ali stikalne naprave) povezani linijsko, zvezdno ali drevesno. Čeprav krožno ne smejo biti povezani, iz prakse izhaja ravno nasprotno, ampak se zaključni zadnji vodnik ne priklopi, temveč se ga označi in pusti v rezervi (zaradi slučajne mehanske prekinitve ene izmed medsebojnih povezav) (KNX. Implementation Aspects for KNX RF devices, 2017).

Napajanje vse elektronike se prenaša po podatkovnem vodilu (vodniku), enako velja za signale za krmilne, merilne in regulacijske elemente. Napaja se preko zaščitnega transformatorja izhodne napetosti 28 V do 30 V DC (enosmerna napetost). Najnižja napetost delovanja je 21 V DC, moč napajalnika je 320 mA ali 640 mA, priključna moč elementov pa je od 150 mW pa do 200 mW. Napajalniki so vezani vzporedno. Določeni elementi imajo svoje napajalnike in z njimi imamo možnost napajanja druge naprave jakosti do 80 mA.

Tako glavna linija kot tudi druge linije morajo imeti svoj napajalnik. Na glavno napajalno linijo je možno priklopiti 64 elementov in prav toliko jih možno priklopiti na podatkovno napajalno linijo, z ojačevalniki pa 256 elementov. Medsebojne linije povezujemo z linijskim spojnim elementom, ki deluje kot filter in kot galvanski ločilni člen. Filter ima nalogo, da loči podatke, ki se po vodilu prenašajo preko izmenične napetosti za prenos podatkov. Za delovanje elektronike se uporablja enosmerna napetost. Na glavno linijo je možno priključiti največ 15 linij. Tako je skupaj možnost priključiti 1024 elementov ( $15 \times 64 + 64$ ).

KNX sistem delimo na tri različne elemente. Prvi je sistemski element oziroma pribor, v katere spadajo podatkovni linijski kabli, tračnice, pokrovi za tračnice in sponke za vodilo. V drugo skupino spadajo sistemski elementi: napajalniki, spojni in priključni elementi, tuljave s filtri. V tretjo skupino pa spadajo aplikativni elementi, in sicer senzori ali tipke, aktuatorji, vmesniki in povezovalni elementi.

Največja dovoljena dolžina ene podatkovne linije je 1000 metrov, med elementi 700 metrov, med dvema napajalnikoma 200 metrov, največja dolžina med napajalnikom in elementom pa je 350 metrov.

Za funkcioniranje KNX sistema (element) potrebujemo dva med seboj povezani komponenti. Prvi so senzori ali stikala ali znak na zaslonu za dotik, s katerimi pošljemo električne izmenične signale, ki se spremenijo v telegrame glede na nastavitve in vklaplajo ali izklaplajo, zasenčujejo ali osvetlujejo, dvigujejo ali spuščajo želeno napravo. Drugi element je aktuator, na katerem priključni del z vodilom (naložen s potrebno programsko opremo) prebere telegram in da aktuatorju ustrezen signal za odprtost ali zaprtost kontaktov, pokaže podatek odstotne odprtosti (okna, senčila), podatke temperatur itd.

Po liniji lahko naenkrat poteka samo en telegram. Hitrost prenosa je 9600 bit/s in to pomeni kar 40 prenosov telegrama v eni sekundi oziroma en prenos v 25 ms. Telegrami se prenašajo v digitalno zaporedni obliki. V primeru, da prejemnik ne razume telegrama, se prednostno ponovi do trikrat. Če ga kljub temu ne sprejme, označi neuspelo pošiljanje.

Na vse priključke na vodilu je treba na začetku naložiti programsko opremo. Programska oprema vsebuje fizični naslov elementa, ki je sestavljen iz treh delov (funkcionalno področje, linija, element) in uporabniškega programa (parametri in skupinski naslovi). Skupinski naslov pomeni, da sta skupaj vsaj dva elementa (senzor ali tipka in aktuator). Skupne naslove se vpiše programsko. Ko je programska oprema naložena, je potrebno pred pričetkom delovanja vse elemente programirati. S programiranjem sistema naložimo aplikativni program za ustrezno upravljanje s pametno inštalacijo. Če želimo kasneje spremeniti delovanje enega elementa, mu preprosto naložimo nov aplikativni program. Vsaka naprava in elementi so med seboj neodvisni (Bizjak, 2017).

Uporabljajo se tudi brezžični KNX RF elementi in ne zahtevajo posebnih KNX komponent.

RF je okrajšava za radijsko frekvenco elektromagnetnega valovanja, ki deluje od približno 3kHz pa do 300GHz in se uporablja za radijsko komunikacijo (Techopedia, Radio frequency, 2017).

Vozlišče KNX RF sestavljajo elementi, kot so čip oddajnika (namenski čip ni potreben), RF vezja, mikrokrmilnik (jedro naprave) in komunikacijski sklop, ki je sistemska programska oprema, v kateri se opravlja kompleten protokol za vodenje, izvajanje in potrjevanje (KNX. Implementation Aspects for KNX RF devices, 2017).

Delujejo načeloma hitro, vendar pa je zaradi sigurnosti delovanja in nastavitve priporočljivejši žični sistem. Običajno se vgrajujejo v starejših stavbah, da ni potreben velik gradbeni poseg. Vgrajujejo se v neposredni bližini ali v porabnikih, v obstoječih dozah ali stikalih za ročno upravljanje. Vendar povsem brez gradbenega posega ne gre. Doze je potrebno poglobiti, da pridobimo prostor za aktuatorje. Če se dodatno montirajo rolete ali senčila, je potrebno omogočiti električno napajanje motorčkov, česar v starejših stanovanjskih objektih ni in v tem primeru je gradbeni poseg potreben.

Pri načrtovanju in projektiranju je obsežnost vgrajenih elementov odvisna od vrste drugih dejavnikov. Potrebno je poznati namen stavbe (zasebna lastnina, oddaja v najem, poslovna, za potrebe skladiščenja), kje naj bi se postavili elementi z morebitno rezervno kapaciteto, kakšna bo strojna in električna oprema in željen obseg uporabe z upravljanjem preko pametne inštalacije.

Prikaz nekaterih aktuatorjev KNX sistema in pogled električnega razdelilnika z aktuatorji:



Slika 33: Aktuatorji  
(Vir: Andivi, 2017)



Slika 34: Aktuatorji  
(Vir: Gira, 2017)

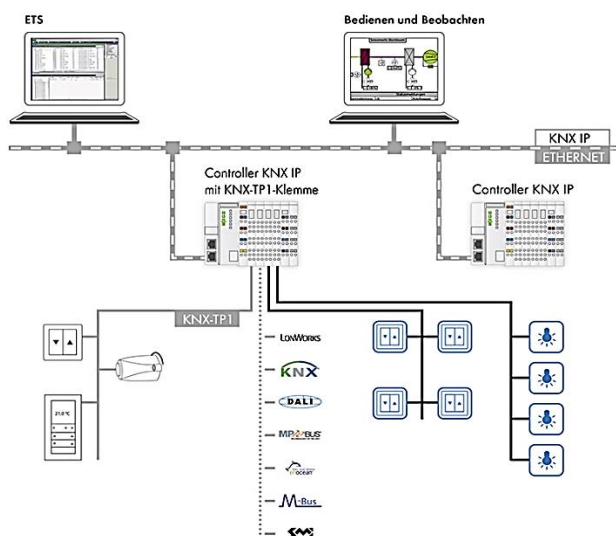


Slika 35: Aktuator  
(lastni vir)

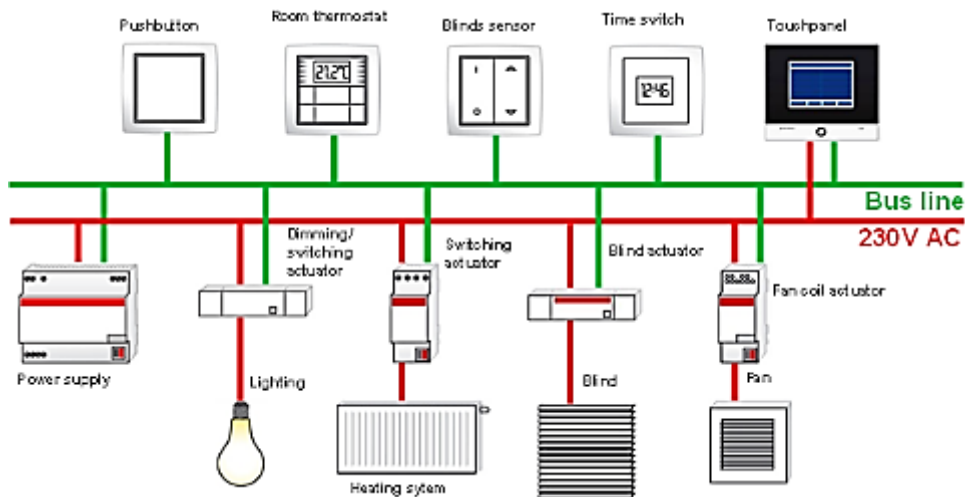


Slika 36: Električni razdelilnik z aktuatorji  
(lastni vir)

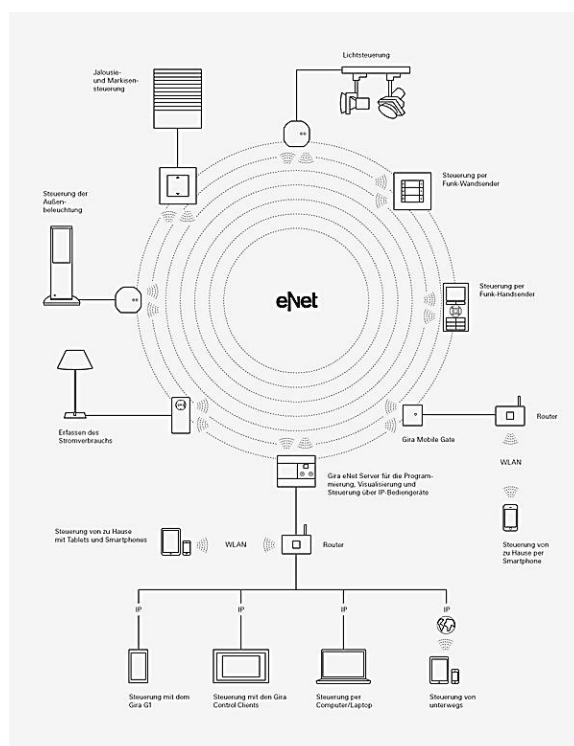
Prikaz povezav krmilnih enot in porabnikov:



Slika 37: Prikaz žične vezave  
(Vir: Gira, projekt GT)



Slika 38: Prikaz žične vezave  
(Vir: My Smart Intelligent Environments, 2017)



Slika 39: Prikaz brezžične povezave  
(Vir: Projekt GT d. o. o, 2017)

#### 4.4 PREDNOSTI IN SLABOSTI PAMETNE INŠTALACIJE

Ko govorimo o pametni inštalaciji v stanovanjski hiši, se včasih uporabljata tudi besedni zvezi pametna hiša ali inteligentna inštalacija.

Vsak investitor se pri načrtovanju in izgradnji stanovanjske hiše odloči o izbiri gradbenih materialov, vrat in oken, pohištvene opreme, pa tudi strojne in električne opreme. Strojno in električno opremo je potrebno predvideti že pred pričetkom gradnje. Investitor se lahko odloči tudi za pametno inštalacijo, upošteva strošek le-te in kaj ponuja. Če vgradimo osnovno pametno inštalacijo, ta zajema približno polovico razsvetljave (hodniki, prehodi, zunanja razsvetljava, dnevni prostori), osnovne porabnike ob možnosti izklopu električne energije zaradi odsotnosti, vremensko postajo zaradi možnosti avtomatskega upravljanja z okni in senčili ter upravljanje, usklajevanje in nastavljanje temperatur po posameznih prostorih. V tem primeru se cena, v kateri so vključeni krmilni elementi (aktuatorji), njihova medsebojna povezava in programiranje giblje okrog 20 tisoč evrov. Ta cena ne zajema klasične izvedbe električne inštalacije in storitve.

Če želimo povezati vso električno inštalacijo v enostanovanjski hiši in jo priklopiti na centralni sistem KNX vodenja, lahko cena brez električne inštalacije krepko presega 50 tisoč evrov. Znesek ne zajema stroška za zahtevnejše uporabnike, ki si zaželi



dograditve multimedijskega sistema. Skupna cena kompletne krmilne in multimedijske opreme se v tem primeru podvoji.

Pametna inštalacija ne vpliva na količino klasične električne napeljave. Vsaka oprema, ki se bo električno napajala preko sistema, mora biti z električnimi kablji ali žicami direktno povezana (brez kakršnegakoli šivanja in povezovanja iz sobe v naslednjo sobo) in priklopljena na aktuatorje, ki se v novogradnjah nahajajo na centralnem mestu. V to opremo spadajo luči, vtičnice, gospodinjski aparati, okna, senčila, ogrevalni sistem, klimatska naprava, razni odpiralno-zapiralni električni ventili (voda, plin) itd., zato je s takšnim načinom izvedbe porabljen večja količina električne inštalacije (približno za 20 do 30 odstotkov).

Sicer ima vsaka stanovanjska hiša vgrajene pametne inštalacije: sobni termostat v kombinaciji z zunanjim temperaturnim tipalom, ki regulirata električne mešalne ventile, ki uravnavata temperature v prostoru; tipala ali termostati na sončnih celicah in ogrevalnih ceveh za uravnavanje temperature sanitarne vode v zalogovnikih; toplotne črpalke imajo vgrajene parametre za nadzor zunanje temperature, temperaturo izhodne in povratne vode za centralno ogrevanje, ki stalno nadzira morebitne spremembe temperatur in prilagaja delovanje. Tudi protivlomni senzorji s povezavo na brezžični komunikator za prenos alarmnih sporočil preko mobilnega omrežja, avtomatsko zunanjo sireno, kamere, videofoni, svetlobni senzorji so del pametne inštalacije. Te elemente moramo nastavljati lokalno, največkrat na samih porabnikih, po potrebi (npr. ob tehničnih okvarah) jih je potrebno nastaviti ponovno.

Med prednostmi pametnih inštalacij so:

- nastavitve, upravljanje in nadziranje na enem mestu, ne glede kje se nahajamo;
- vgrajenih več senzorjev in tipal (talno ogrevanje) in zato prihranek pri energiji;
- avtomatsko reguliranje oken, rolet ali senčil ne glede na letni čas, največ zaradi sonca in zato prihranek energije;
- ob morebitnem vlamu vsiljivca v stanovanje se lahko prižgejo vse luči in dvignejo senčila;
- dober občutek lagodja in ambienta, ko se ob vstopu v prostor s pomočjo senzorjev lahko avtomatsko prižge ali zatemnjuje razsvetljava, prilagodi glasnost ozvočenja, spustijo rolete ali zastrejo senčila;
- Osebno zadovoljstvo.

Slabosti pametnih inštalacij so naslednje:

- zelo visoka investicija (povezano z vprašanjem, koliko prestiža res potrebujemo za stanovanjsko hišo);
- upravljanje vrhunske pametne inštalacije ni za vsakega posameznika, ker zahteva znanje;
- več vgrajenega opreme lahko pomeni več stroškov popravil ob morebitnih okvarah ali pa zelo drago letno zavarovanje opreme;

- ob prekinitvi elektrike vse odpove, zato je nujna naprava UPS (obvezen dober akumulator, katerega je treba pogosto menjavati), da za nekaj časa obdrži krmilno napetost, da sploh lahko aktiviramo električne ključavnice, da kjerkoli lahko vstopamo in izstopamo iz hiše (Techtarget. Uninterruptible power supply, 2017);
- nujna nabava generatorja za proizvodnjo elektrike, ker je časovno delovanje UPS naprave omejeno (odvisno od kapacitete in starosti akumulatorja, največ nekaj ur) (Techtarget. Uninterruptible power supply, 2017);
- obstaja generator za avtomatski vklop, vendar je zelo drag in ni ekonomičen, zaradi premalo izpadov električne energije iz omrežja.

Ne smemo pa zanemariti še nekaterih drugih dejavnikov.

Kamere v prostoru so lahko z vidika zasebnosti zelo moteče, tudi če niso v povezavi s pametno inštalacijo. Z vgradnjo sodobnejših naprav se poveča elektromagnetno sevanje, posebno pri brezžičnih sistemih vodenja in njihovi uporabi (Wi-Fi, pametni telefon). Če aparati niso izključeni s stikalom, so aktivirani 24 ur na dan. Ob brezžični povezavi obstaja možnost vdora v sistem in samo upamo lahko, da nam ob vdoru ne odnesejo kakšnih pomembnih podatkov, predvsem osebnih.

Kljub vsem naštetim prednostim in slabostim pa je na prvem mestu za uporabnike občutek ugodja.

#### **4.5 INTERVJU Z INVESTITORJEM (UPORABNIKOM) IN PROGRAMERJEM**

Iz intervjujev z investorjem in programerjem (prilogi 1 in 2) izhaja, da sta oba naklonjena tehnologiji in opremi pametnih inštalacij. Investorja najbolj prepriča praktičnost in funkcionalnost praktičnih inštalacij, zaradi katerih je pripravljen tudi več plačati. Programer je pa navdušen nad možnostmi, ki jih sistem pametnih inštalacij ponuja in mu prinaša tudi dodaten vir zaslužka.

Investitor se je za vgradnjo pametnih inštalacij odločil že pred pričetkom načrtovanja s projektantom in programerjem. Iskal je različne ponudnike takega sistema in se na koncu odločil za opremo proizvajalca Gira, ker mu je bila všeč oblika, funkcionalnost, posrednik v Sloveniji in urejena servisna mreža. Glede na pozitivne izkušnje in zadovoljstvo bi se še enkrat enako odločil.

Programer se mora stalno izobraževati, da je na tekočem z novostmi, ki jih sistem ponuja.

#### **4.6 NAČRTOVANJE IN PRIPRAVA PROJEKTOV ZA IZVEDBO PAMETNE INŠTALACIJE**

Pametna inštalacija zahteva zelo kakovostno izvedbo. Investitor se mora odločiti, kaj vse želi upravljati s pomočjo pametne inštalacije. Možnosti so številne, vso električno inštalacijo v stavbi lahko upravljamo preko centralnega vodenja in nadzorovanja. To lahko zajema razsvetljavo, močnostne vtičnice in gospodinjske aparate, temperaturna tipala za ogrevanje in hlajenje po prostorih, ogrevalne peči ali toplotne črpalke, klimatske naprave po prostorih (v povezavi s stikali na oknih ali balkonskih vratih), okna, senčila, senzorje za luči v kombinaciji nastavitve z alarmnim sistemom, videofon, zunanje in notranje kamere, prezračevanje, televizijski (v več prostorih) in centralni radijski sprejemnik, zvočnike, vremensko postajo na strehi, zaporne elektromagnetne ventile za vodo, plin, ogljikov monoksid, električne ključavnice, števec za kontrolo porabe električne energije, vode in plina, porabnike izven stavbe (ute, nadstreški), platno na terasi in v prostoru s hišnim kinom, projektor, zalivalni sistem, ogrevanje žlebov, odtokov, dovoznih poti in zunanjih teras itd.

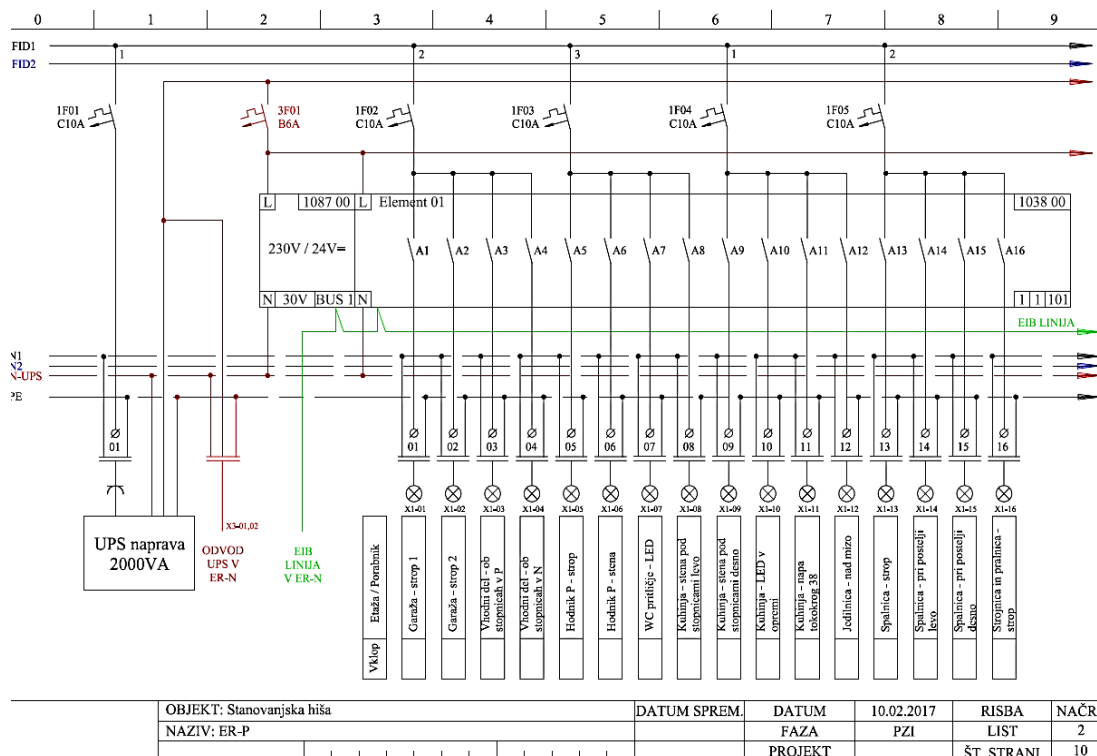
Le ob upoštevanju investitorjevih zelenih priklopov na centralno upravljanje bo projektant v sodelovanju s programerjem lahko predvidel obseg električnih inštalacij in krmilnih elementov ter naprav. Pogosto je potrebno sprotno prilagajanje med izvedbo del.

Najprej je treba izdelati celoten projekt. V projekt morajo biti vključeni investitor, projektant električne inštalacije in programer opreme. Treba je določiti, kakšno krmilno in regulacijsko opremo izbrati. Z izbiro opreme se lahko izvede projekt, ki mora omogočiti nadgradnje elementov (posebno zaradi kasnejših novosti na tržišču) ali dograditev uporabnika stanovanjske hiše. Posebno pozornost je potrebno posvetiti električnim razdelilnikom, ki morajo biti pri pametni inštalaciji dovolj veliki in vsebovati ustrezno zaščito. Aktuatorji in napajalniki zahtevajo zelo veliko prostora.

Na osnovi projekta in načrtov (tlorisni ter vezalni) se s strani programerja ali izvajalca del izdelata predračun, ki mora zajemati tudi končno dokumentacijo za spuščanje v pogon. Če programer opreme ali izvajalec elektroinštalacijskih del opazita pomanjkljivosti v projektu, morata obvestiti projektanta in investitorja.

Programer in investitor morata sodelovati tudi med programiranjem, kajti na koncu programer investitorja in uporabnika nauči, kako se uporabljajo ter nastavljajo različni parametri pametne inštalacije. Posebno se je potrebno dobro poučiti, kako upravljati stanovanjsko hišo na daljavo preko internetne povezave.

Na koncu del in prevzemu opreme mora biti zagotovljena garancija na opremo ter izvedbo, kasneje pa še za rezervne dele.



Slika 40: Prikaz vezalnega načrta električnega razdelilnika za pametno inštalacijo (lastni vir)

## 5 SELEKTIVNOST VAROVANJA

Do napajanja porabnika je lahko več zaščitnih naprav. V primeru okvare je najbolje, če izklopi tista, ki povzroči najmanj izpada inštalacije. Tak način imenujemo selektivno varovanje. Selektivnost je zagotovljena, če se karakteristike dveh zaporednih elementov nikjer ne izenačita oz. dotikata. Zaščitni element z nižjo karakteristiko mora biti bližje porabniku. Selektivnost je pomembna pri preobremenitvenem in okvarnem toku. Če ni možno doseči selektivnosti zaradi velikih okvarnih tokov po inštalaciji, lahko uporabimo časovno zakasnitev selektivnega varovanja. Za dobro selektivnost je dobro razmerje nazivnih varovalk vsaj 1:1,6. V študiji primera sta za selektivno varovanje zaporedno priklopljena talilni vložek ETI gG NV/NH 00 25 A in inštalacijski odklopnik ETI Etimat C 16A za napajanje porabnika.

## 6 ZAKLJUČEK

Povpraševanje po stanovanjskih hišah s pametnimi inštalacijami se povečuje z razvojem vse bolj cenovno dostopne tehnologije. Trg ponuja vedno več novosti pri

izbiri materiala in opreme. Diplomsko delo se osredotoča na elektrotehnično izvedbo in opremo za pametne inštalacije.

Pametna inštalacija je lahko brez povezav v centralni sistem, lahko pa je povezana v centralni sistem, kateri omogoča daljinsko vodenje oz. upravljanje. Opisan je centralni način delovanja, vodenja, upravljanja in kako obsežna elektrotehnična oprema se lahko vgradi v stanovanjski kompleks.

Vgrajen sistem KNX Gira je decentraliziran sistem in deluje tako, da nima glavnega računalnika, ampak je vsak element zase računalnik in četudi en element ne deluje, ostali delujejo. Z vgrajenim sistemom investitor prihrani pri energiji, ker ima narejeno regulacijo temperature po prostorih. Dosegel je tudi večjo varnost v hiši z različnimi senzori, kot npr. za CO<sub>2</sub>, in izklopom vtičnic v otroških sobah v nočnem času. Glavna prednost uporabe pametne hiše je povezava vseh naprav, ki jih investitor uporablja vsakodnevno, preko enega univerzalnega daljinca (pametnega telefona ali tablice) in nastavitvev scenarijev oz. scen, ki avtomatsko sprožijo več funkcij hkrati.

Izvedba pametne električne inštalacije za kompletno stanovanjsko hišo je precej obsežna. Veliko pozornosti je potrebno posvetiti dimenzijam električnih omar, v katerih se nahaja krmilni sistem z aktuatorji, in dimenzioniranju ustreznih zaščitnih naprav za porabnike. Omare je potrebno zaradi obsežnosti in velikosti predvideti v posebno določenih prostorih na stalno dostopnem mestu in pri tem poskrbeti, da ne kvarijo videza v stanovanjski hiši ter so hkrati na takšnem mestu, da porabimo čim manj inštalacijskega materiala. V višino lahko merijo tudi dva metra. Vsi kabli, ki so položeni iz omar do porabnikov, morajo biti pravilno in kakovostno označeni.

Za tako delo je potreben pravilen in resen pristop, zato je izbira kakovostnega izvajalca pomembna odločitev. Na koncu je odločitev investitorja odvisna od želja, stroškov opreme, pa tudi od prednosti in slabosti posamezne opreme. KNX sistem je edini sistem, ki je skladen z evropskimi (EN50090) in mednarodnimi (ISO/IEC 14543) standardi za avtomatizacijo zgradb. To pomeni, da je standardiziran in da sistem podpirajo vsi svetovni proizvajalci, ki so vključeni v organizaciji KNX, kar omogoča večjo fleksibilnost v primeru želja po nadgradnjah.

Bodoči investitorji se morajo oziroma moramo zavedati, da za dolgoročno rešitev obsežnost nadgradnje načrtujemo že v fazi načrtovanja, ker je strošek bistveno manjši, kot če naknadno nadgrajujemo elemente pametne inštalacije. V fazi načrtovanja je nujna določitev strojne in elektrotehnične opreme zaradi prilagoditve električnih načrtov in programiranja.

## LITERATURA IN VIRI

- Bizjak, Grega. (b. l.). Inteligentne električne inštalacije in razsvetljava. Pridobljeno 24. 11. 2017 z naslova [https://lrf.fe.uni-lj.si/e\\_eir/eir06i.pdf](https://lrf.fe.uni-lj.si/e_eir/eir06i.pdf).
- Inženirska zbornica Slovenije v sodelovanju z Zbornico za arhitekturo in prostorov Slovenije. 2011. Navodila o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije. Pridobljeno 20. 11. 2017 z naslova [http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/publikacije-IZS/Smernica-javne-gradnje\\_priloge/priloga-19-uvod-navodila\\_o\\_podrobnejši\\_vsebini\\_projektne\\_dokumentacije-uvodni\\_del-IZS\\_in\\_ZAPS.pdf](http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/publikacije-IZS/Smernica-javne-gradnje_priloge/priloga-19-uvod-navodila_o_podrobnejši_vsebini_projektne_dokumentacije-uvodni_del-IZS_in_ZAPS.pdf).
- IT History Society. (b. l.). Honeywell 316. Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova <https://www.ithistory.org/db/hardware/honeywell-international-inc/honeywell-316>
- KNX. (b. l.). Association. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.knx.org/src/index.php/file/show/306974>
- KNX. (b. l.). Introduction. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>.

- KNX. (b. l.). Implementation Aspects for KNX RF devices. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.knx.org/knx-en/knx/technology/developing/devices/rf-devices/index.php>
- Magos.(b. l.). Splošno o sistemu KNX. Pridobljeno 24. 11. 2017 z naslova <http://www.magos.si/storitve/inteligentne-instalacije/splosno-o-sistemu-knx/>.
- Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. 2013. Nizkonapetostne električne inštalacije. Tehnična smernica TSG-N-002: 2013. Pridobljeno 22. 11. 2017 z naslova [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev\\_objektov/tsg\\_N\\_002\\_2013\\_nizkonapetosne\\_el\\_instalacije.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/tsg_N_002_2013_nizkonapetosne_el_instalacije.pdf).
- Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. 2013. Zaščita pred delovanjem strele. Tehnična smernica TSG- N- 003: 2013. Pridobljeno 22. 11. 2017 z naslova [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev\\_objektov/TSG\\_N\\_003\\_2013\\_delovanje\\_strele.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/TSG_N_003_2013_delovanje_strele.pdf).
- Ministrstvo za okolje in prostor. 2010. Učinkovita raba energije. Tehnična smernica TSG-1-004: 2010. Pridobljeno 22. 11. 2017 z naslova [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev\\_objektov/TSG\\_01\\_004\\_2010\\_ure.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/TSG_01_004_2010_ure.pdf).
- Pravno-informacijski sistem RS. 2008. Pravilnik o projektni dokumentaciji Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV8788>
- Techopedia. (b. l.). Radio frequency. Pridobljeno 14. 12. 2017 z naslova <https://www.techopedia.com/definition/5083/radio-frequency-rf>
- Techtarget. (b. l.). Uninterruptible power supply. Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova <http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/uninterruptible-power-supply>
- TVTI. (b. l.). Kratka zgodovina pametnih domov. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.tvti.com/resources/a-brief-history-of-smart-homes/&prev=search>.

## VIRI SLIK

- Andivi. (b. l.). Andivi U-DDC prosto programabilni krmilnik z Modbus, KNX in BACnet. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.andivi.si/prosto-programabilni-krmilnik-u-ddc-modbus-knx/>
- Bens Elektro-nachrichtentechnik GmbH. (b. l.). Gira Control 19 Client. Pridobljeno 27.11.2017 z naslova <http://www.bens-elektrotechnik.de/gira-control-19.html>.

- Bulles, Federico. 2011. Honeywell 316 – The Kitchen Computer. Pridobljeno 27.11.2017 z naslova <https://www.flickr.com/photos/febuiles/6379347381>
- ETI Elektroelement d.d. (b. l.). Pridobljeno 25. 11. 2017 z naslova <http://www.eti.si/pdf-katalogi/zgradbe-in-industrija/d-nizkonapetostne-varovalke>.
- Gira. (b. l.). Simple operation with the Gira Interface. Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova [https://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib\\_system/knx-produkte/server/homeserver/interface.html](https://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/server/homeserver/interface.html).
- Hermi. (b. l.). Neopazni strelovodi. Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova <http://hermi.si/neopazni-strelovodi/tehnicka-pomoc/ali-vas-objekt-potrebuje-strelovod/>
- IZS – Inženirska zbornica Slovenije. 2014. Objavljamo sprejeti tehnični smernici za NN inštalacije in zaščito pred delovanjem strele. Pridobljeno 28. 11. 2017 z naslova [http://www.izs.si/maticne-sekcije/msgeo/obvestila-ms/obvestilo/?tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=868&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=21a74785c2c8cfcbf5124d70d535b0db](http://www.izs.si/maticne-sekcije/msgeo/obvestila-ms/obvestilo/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=868&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=21a74785c2c8cfcbf5124d70d535b0db).
- KNX. (b. l.). Introduction. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <https://www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>.
- Krovko. (b. l.). Strelovodi Hermi. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova [http://www.krovko.si/?page\\_id=1816](http://www.krovko.si/?page_id=1816).
- My Smart Intelligent Environments (b. l.). KNX System Topology. Pridobljeno 23. 11. 2017 z naslova <http://www.mysmart.com.au/about-knx/knx-systems-topology/>.
- Projekt GT d.o.o.. (b. l.). Brežična tehnologija. Pridobljeno 25. 11. 2017 z naslova [www.projekt-gt.si/brezzicna-tehnologija/](http://www.projekt-gt.si/brezzicna-tehnologija/).
- TRON Architecture Designed by Ken Sakamura. (b. l. ). TRON Intelligent House. Pridobljeno 27. 11. 2017 z naslova <http://tronweb.super-nova.co.jp/tronintlhouse.html>.



## PRILOGE

### 1. Intervju z investitorjem (uporabnikom)

Intervju z investitorjem (uporabnikom)	
Zakaj ste se odločili za pametno inštalacijo?	Najnovejša tehnika. Ne gradi se vsako leto. Fleksibilnost in dogajanje v hiši. Hitro upravljanje. Želja po taki opremi.
Zakaj Gira?	Najboljša ponudba v Sloveniji.
Če bi se še enkrat odločali za opremo?	Isto Gira.
Ste zadovoljni s sistemom?	Maksimalno.

Od opreme kaj pogrešate?	Kontrolo porabe sanitarne vode Na toplotno črpalko ni bil možen priklon KNX.
Kaj bi dodali ali spremenili?	Ni potrebe.
Katera je najboljša lastnost opreme?	Multimedija.
Kolikšni so stroški popravil?	Za vzdrževanje po 5 letih 200 evrov. Za nabava novih UPS naprav 1500 evrov.
Koliko časa je delovala UPS naprava?	Zamenjana po 4 letih obratovanja.
Ste zadovoljni z nastavitvami?	Zelo zadovoljen, razen pri kakšni aplikaciji, ki se zelo malo uporablja se pozabi kje in kako je bila shranjena.
Koliko stane letno zavarovanje take vrhunske opreme?	Letna premija je v približno enaka zavarovanju novega prestižnega avtomobila.
Je kaj problemov pri izplačilu zavarovanih delov opreme?	Nobenih, zavarovano pri Zavarovalnici Triglav.
Kakšna je odzivnost porabnikov preko internetne povezave?	Do sedaj brez težav.

## 2. Intervju s programerjem

Intervju s programerjem	
Koliko vseh stanovanjskih hiš in stanovanj se zgradi in sprogramira letno v Sloveniji?	Okrog 100 in od tega jih je 80 % z osnovno opremo.
Koliko od teh ostalih 20 % je takih, ki se jim dogradi multimedijaska oprema?	Zelo malo, mogoče nekaj odstotkov.
Koliko vas je programerjev v Sloveniji?	Okrog 60.

Koliko vas je od teh takih, ki programirate še dograjeno multimedijško opremo?	Približno 20.
Kakšni so stroški za kvalitetno KNX sistemsko opremo za stanovanjsko hišo?	Osnovna cena je približno 20.000 evrov. Za sistemsko opremo, ki zajema vse porabnike pa se vrti okrog 50.000 evrov.
Kakšna je skupna cena, ki zajema vse porabnike in je na to dograjena še multimedijška oprema?	Cena skupnega kompleta dosega 100.000 evrov.
Kakšen je odziv investitorjev po predstavitvi systemske opreme in predvidenih stroškov?	Več kot polovica se jih takoj odloči, da tega ne potrebuje.
Koliko je popravil na terenu?	Zelo malo.
Kakšna je vaša urna podstavka za programerja?	Brez DDV je 40 evrov, vendar je v ceno všteta predstavitev, ogledi in sprotno spremljanje izvedbo del elektroinštalacij.
Kako je z obiski seminarjev?	Približno enkrat letno in redno spremljanje na daljavo.

### 3. Izračuni konične moči in izračun ustreznosti kabla za določen porabnik

#### Obremenitev razdelilnika R-Pritličje

Inštalirana moč :	$P_i = 42,65 \text{ kW}$
Faktor istočasnosti :	$f_i = 0,3$
Maksimalna moč :	$P_m = P_i \times f_i = 12,79 \text{ kW}$
Maksimalni tok :	$I_m = 19,44 \text{ A}$

#### Obremenitev razdelilnika R-Mansarda

Inštalirana moč :	$P_i = 20,0 \text{ kW}$
Faktor istočasnosti :	$f_i = 0,25$
Maksimalna moč :	$P_m = P_i \times f_i = 5,0 \text{ kW}$
Maksimalni tok :	$I_m = 7,6 \text{ A}$

#### Obremenitev objekta (R-P + R-M)

Inštalirana moč :	$P_i = 17,79 \text{ kW}$
Faktor prekrivanja :	$f_p = 0,9$

Maksimalna moč :	$P_m = P_i \times f_p = 16,01 \text{ kW}$
Maksimalni tok :	$I_m = 24,31 \text{ A}$

#### IZRAČUN KONIČNE MOČI OBJEKTA (R-P + R-M)

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16001 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,95} = 24,31 \text{ A}$$

Iz izračuna je razvidno, da se za glavne varovalke v PMO omari lahko uporabi velikost do 25 A tipa ETI NV/NH 00 C COMBI.

#### IZRAČUN DOVODNEGA KABLA ZA PORABNIK

Predmet izračuna je priklop pečice (3200 W), s kablom NYM-J 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>.

$$I_B = \frac{P_B}{U \cdot \cos \varphi}$$

$$I_B = \frac{3200 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,95} = 14,6 \text{ A}$$

Z izračunom ugotovimo vrednost in izberemo inštalacijski odklopnik tipa ETI ETIMAT 16A/C. Za izračun upoštevamo temperaturo okolice 30 C°. Zdržni tok je 19,5 A.

$$1.\text{pogoj: } I_B \leq I_n \leq I_z: \quad 14,6 \text{ A} \leq 16 \leq 19,5 \text{ A}$$

Pogoj je izpolnjen.

$$2.\text{pogoj: } I_2 \leq 1,45 \cdot I_z: \quad 23,2 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19,5 \text{ A} = 28,3 \text{ A}$$

$$I_2 = k \cdot I_n \quad I_2 = 1,45 \cdot 16 \text{ A} = 23,2 \text{ A}$$

Pogoj je izpolnjen.

Za ta dva pogoja je vodnik NYM-J 3x2,5 mm<sup>2</sup> ustrezen.