



EduSplit Obrtna tehnička škola
Regionalni centar kompetentnosti Split

INSTALATER KNX SUSTAVA



Siniša Zorica

Siniša Zorica

INSTALATER KNX SUSTAVA



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.
Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Obrtne tehničke škole Split



EduSplit Obrtna tehnička škola
Regionalni centar kompetentnosti Split

Siniša Zorica

INSTALATER KNX SUSTAVA

Split, 2023.

Autor: Siniša Zorica

Urednik: Aleksander Radovan (za algebru d.o.o)

Naslov: **Instalater KNX sustava**

Recenzentica: Slobodanka Jelena Cvjetković

Lektor: Mario Šavorić, prof.

Grafičko oblikovanje: ALGEBRA d.o.o.

Nakladnik: Obrtna tehnička škola Split

Odgovorna osoba: ravnatelj Milivoj Kalebić

Za nakladnika: ALGEBRA d.o.o.

Više informacija:

Obrtna tehnička škola Split

Plančićeva 21

21000 Split

e-pošta: ured@ss-obrtna-tehnicka-st.skole.hr

mrežna adresa: edusplit.eu

ISBN: 978-953-8537-08-0

Regionalni centar kompetentnosti Obrtne tehničke škole

Split, 2023.

Obrtnička tehnička škola, Plančićeva 21, 21000 Split, OIB: 43651407703, nositelj je isključivog prava iskorištavanja ovog autorskog djela, prostorno, vremenski i sadržajno neograničeno, a koje pravo obuhvaća imovinska prava autora i to osobito, ali ne isključivo, pravo reproduciranja (pravo umnožavanja), pravo distribuiranja (pravo stavljanja u promet), pravo priopćavanja autorskog djela javnosti te pravo prerade. Pojedina imovinska autorska prava treća osoba može steći isključivo na temelju pisane suglasnosti Obrtničke tehničke škole.

Sadržaj

1. Uvod	11
2. Primjeri KNX sustava	19
2.1. Pametno brojilo i pametna zgrada	20
2.2. Energetska učinkovitost velikih objekata	21
2.3. Energetska učinkovitost kuća i stanova	21
2.4. Obnovljivi izvori energije	22
2.5. Upravljanje putem IP-a	23
2.6. Upravljanje LED rasvjetom	24
2.7. Upravljanje audio i videosustavom	25
2.8. Upravljanje putem iPhonea®	26
2.9. Upravljanje putem WLAN-a	27
2.10. Sigurnost i nadzor	28
2.11. Grijanje, ventilacija i klimatizacija (HVAC)	28
2.12. Upravljanje roletama i sjenilima	29
2.13. Prilagodba životnog prostora starijim osobama	30
3. Osnovni pojmovi	33
4. KNX komunikacijski mediji	37
4.1. KNX komunikacija kabelom s upletenom paricom – TP	39
4.1.1. Napajanje	39
4.1.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala	41
4.1.3. Struktura telegrama	42
4.1.4. Način pristupa sabirnici	42
4.1.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu	43
4.2. KNX komunikacija energetskim kabelom (engl. powerline – PL)	46
4.2.1. Napajanje	46
4.2.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala	46
4.2.3. Struktura telegrama	47
4.1.4. Način pristupa sabirnici	48
4.2.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu	48
4.3. KNX komunikacija radijskom frekvencijom (engl. radio frequency – RF)	48
4.3.1. Napajanje	50
4.3.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala	50
4.3.3. Struktura telegrama	53
4.3.4. Način pristupa sabirnici	54
4.3.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu	54
4.4. KNX komunikacija internetskim protokolom – KNX IP	54
4.4.1. Protokol	55
4.4.2. Struktura telegrama	56
4.4.3. KNXnet/IP tuneliranje	57
4.4.4. KNXnet/IP usmjeravanje	57
5. KNX TP topologija	59
5.1. Duljina	63
5.2. Adresiranje komponenti	63
5.2.1. Individualne adrese komponenti	64
5.2.2. Grupno adresiranje	65

5.2.2.1. Struktura grupnih adresa na temelju funkcija.....	68
5.2.2.2. Struktura grupne adrese na temelju strukture zgrade.....	70
5.2.2.3. Struktura grupne adrese na temelju komponente	70
5.2.3. Praktičan primjer za objašnjenje funkcionalnosti	72
5.2.3.1. Sustav povezan na jednu liniju.....	73
5.2.3.2. Sustav razdijeljen na dvije linije.....	73
5.2.3.3. Sustav razdijeljen na dvije zone	74
5.3. Sprežnik: Brojač propuštanja (usmjeravanja) (engl. routing counter – RC)	75
5.4. KNX – interna i eksterna sučelja	76
5.4.1. KNX TP topologija.....	77
5.4.2. KNX IP.....	77
5.5. Proširivanje KNX TP sustava RF komponentama	80
6. KNX komponente	85
6.1. Sprežnik	86
6.2. KNX sučelja za programiranje i dijagnostiku sustava.....	88
6.3. Komponente.....	90
6.3.1. Profili programa KNX sustava (sistemski profili).....	92
6.3.1.1. Kontrola pristupa (engl. access control)	93
6.3.2. KNX serijski broj	93
6.3.3. Veličina memorije.....	93
6.3.3. Sučelje objekata (engl. interface objects)	93
6.4. Uobičajene aplikacije	94
6.4.1. Regulacija osvjetljenja (engl. dimmer)	94
6.4.2. Regulacija rada žaluzina, sjenila i roleta	96
6.4.2.1. Struktura objekta za upravljanje žaluzinama	97
7. Priprema projekta	99
7.1. Odabir topologije	100
7.1.2. Topologija u praksi.....	100
7.2. Broj komponenti	102
7.3. Individualne adrese.....	102
7.4. Načelna shema dokumentacije.....	103
7.5. Koncept označivanja.....	103
7.5.1. Prvi element – funkcija.....	103
7.5.2. Drugi element – brojevi prostorija	105
7.5.3. Treći element – redni broj.....	106
7.6. Dodatno označivanje u ETS-u.....	107
8. Ets program (v 6.1.0).....	109
8.1. Vježba 1 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (1).....	110
8.2. Vježba 2 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (2)	125
8.3. Vježba 3 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (3)	128
9. Praktične vježbe	133
9.1. Vježba 4 – Regulator osvjetljenja	135
9.2. Vježba 5 – RF komunikacija.....	143
9.3. Vježba 6 – Upravljanje LED trakama	150
9.4. Vježba 7 – Upravljanje roletama.....	155
9.5. Vježba 8 – Senzor prisutnosti i osvjetljenja.....	158
Popis elemenata korištenih u sadržaju.....	163



1

POGLAVLJE

UVOD

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- objasniti koncept pametne zgrade
- razlikovati konvencionalne metode i sabirničke sustave za automatizaciju zgrada
- definirati KNX tehnologiju.

U zadnja dva desetljeća svjedoci smo velika napretka u razvoju elektrotehnike i računarstva. U blagodatima toga napretka danas uživamo na različite načine: moderni automobili, mobilni telefoni, razne aplikacije za komunikaciju, razmjenu slika i videozapisa, internet-sko bankarstvo, navigacija putem mobilnog telefona... Međutim, ovaj napredak nije ostvario značajan utjecaj na elektroinstalacije naših domova. Koncept je ostao isti kao i prije 50-ak godina: prekidači za rasvjetu i utičnice za napajanje električnih uređaja. Napredak se uglavnom dogodio u razvoju mjernih uređaja za mjerenje potrošnje električne energije i zaštitnih komponenti (osigurači). Ipak, navike korisnika pomalo se mijenjaju s obzirom na to da proizvođači kućanskih uređaja (klima-uređaja, hladnjaka, perilica, rasvjete...) nude mogućnost komunikacije s korisnikom i mogućnost upravljanja uređajem putem pametnog telefona. Nedostatak je ovog koncepta u tome što većina uređaja za komunikaciju koristi zasebnu aplikaciju, čime sama primjena postaje komplicirana i zamorna.

Rješenje ovog nedostatka je primjena koncepta pametne zgrade. Pametne zgrade su zgrade kojima se upravlja sustavom automatizacije. Pod automatizacijom zgrade podrazumijevamo automatsko centralizirano upravljanje grijanjem, klimatizacijom, ventilacijom, osvjetljenjem i ostalim sustavima zgrade pomoću sustava upravljanja zgradom ili sustava automatizacije zgrade. Glavni je cilj automatizacije da zgrade u prvom redu budu sigurne i udobne za uporabu i nadzor te da troše što manje energije.

Da bi se zgrada učinila „pametnom“, ključno je opremiti je umreženim sensorima¹ i aktuatorima². To je moguće učiniti konvencionalnim metodama ili upotrebom sabirničkih sustava (engl. *bus systems*).

Kod konvencionalnih metoda obično se koristi zvjezdasta topologija (engl. *star topology*), kod koje se svaka utičnica i prekidač zasebno povezuju na glavni razvodni ormar. Upravljanje se vrši putem sklopnika (kontaktora)³, releja i programibilnog logičkog kontrolera (engl. *programmable logic controller – PLC*). Ovakav sustav primjenjiv je samo za manje zgrade. Kod većih zgrada potreban je i veći broj kabela. Veći broj kabela značajno povećava troškove izgradnje i zahtjeva „ogroman“ glavni razvodni ormar. Pored toga, u slučaju potrebe za proširenjem sustava potrebno je izvoditi dodatne elektroinstalaterske radove te ponovno programirati sustav.

Kod sabirničkog sustava senzori i aktuatori u objektu povezani su podatkovnim kabelom (sabitricom), čime im je omogućeno međusobno razmjenjivanje informacija (Slika 1.1). Dakle, pored električne instalacije koja služi za napajanje električnom energijom postavlja se dodatan kabel koji omogućuje komunikaciju. Koristeći podatkovnu sabirnicu, svaki uređaj može komunicirati s bilo kojim drugim uređajem povezanim na sabirnicu. Posebno je važ-

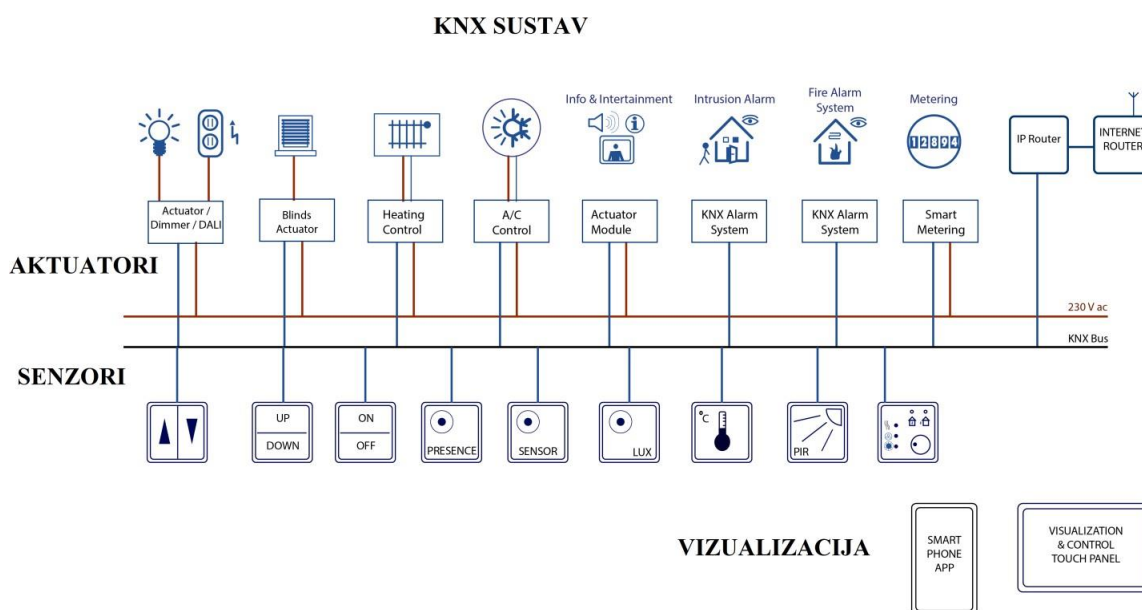
1 Mjerno osjetilo (senzor), element mjernoga sustava koji je u izravnom kontaktu s mjerenom veličinom i daje izlazni signal ovisan o njezinu iznosu.

2 Aktuator (engl. *actuator*, od srednjovj. lat. *actuare* – ostvariti), u upravljačkoj i regulacijskoj tehnici, mehatronici, robotici i sl., naprava kojom se na pobudu upravljačkoga signala pokretni dijelovi sustava dovode u željeni položaj, ostvaruje se njihovo gibanje ili razvija sila ili moment kojim ti dijelovi djeluju na okolinu.

3 Sklopnik i relej elektromagnetske su sklopke dizajnirane za upravljanja u električnim strujnim krugovima. Glavna razlika između ove dvije komponente jest u tome što je relej prikladan za naponske i strujne primjene, dok je sklopnik prikladan za visokonaponske i strujne primjene.

no da ne postoji središnja upravljačka jedinica, već svaka komponenta ima svoj upravljački programibilni sklop. Ovime je osigurano da u slučaju kvara pojedine komponente ostale komponente unutar sustava nastavljaju s radom.

Postoje brojni senzori koji mogu slati podatke putem sabirnice: prekidači za rasvjetu, regulatori rasvjete, senzori pokreta, senzori prisutnosti, kontakti za vrata i prozore, dugme zvona na ulaznim vratima, mjerači potrošnje vode, plina i električne energije, senzori prenapona, temperaturni senzori za zrak ili vodu, senzori osvjetljenosti, senzori za mjerenje brzine vjetra (anemometar), javljači greške i statusa rada za bijelu tehniku, senzor curenja vode, senzori za mjerenje razine tekućine, radioprijamnici za brave na vratima, prijamnici za infracrvene upravljače, sustavi za kontrolu pristupa (otiskom prsta ili karticama)... Tako prekidač za svjetlo može komunicirati s regulatorom rasvjete (engl. *dimmer*) i podesiti razinu osvjetljenja, senzor pokreta daje informaciju aktuatoru rasvjete da je netko ušao u prostoriju ili obavještava sobni termostat da nema nikoga u prostoriji i da može sniziti temperaturu.



Slika 1.1: Sabirnički sustav sa sensorima i aktuatorima povezanim podatkovnim kabelom (izvor: rad autora)

Aktuatori također komuniciraju putem sabirnice: releji za uključivanje i isključivanje rasvjete, regulatori rasvjete, električni termostati za radijatore, pokazivači temperature, pogonski mehanizmi za tende, rolete, zavjese i garažna vrata, pogonski mehanizmi za prozore, cirkulacijska pumpa kod sustava grijanja, alarmi, različiti displeji i indikatori, releji za spajanje i prekidanje strujnih krugova utičnica, sustavi klimatizacije i ventilacije, upravljanje kućanskim aparatima i potrošačkom elektronikom, telefonija...

Danas na tržištu postoje različiti inteligentni sabirnički sustavi i mnogi proizvođači podržavaju otvorene sustave (npr. BACnet, KNX, LON, SMI, DALI). KNX standard zauzima veliki udio na tržištu automatizacije zgrada. KNX je kratica za „Konnex“ ili „connectivity“ (veza),

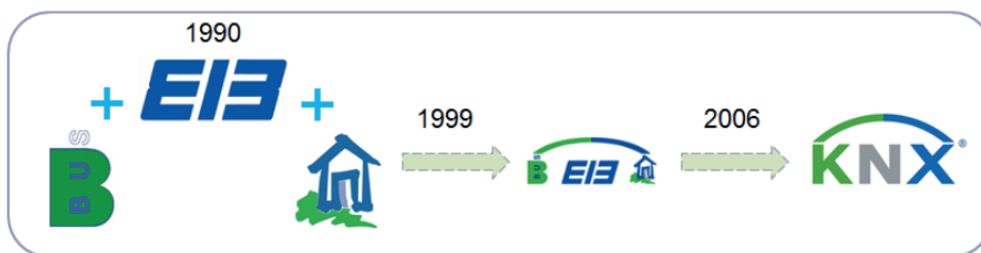
koja je izvedena iz latinske riječi „*connexio*“. KNX organizacija tvorca je i vlasnik KNX tehnologije, a za članove KNX organizacije sustav je bez naknade. Štoviše, može se implementirati na bilo kojoj procesorskoj platformi. Svi proizvodi s logotipom KNX (Slika 1.2) certificirani su kako bi se zajamčili kompatibilnost sustava, međusobno djelovanje i interoperabilnost. KNX je jedini globalni standard za kontrolu kuća i zgrada koji ima:

- jedinstven alat za projektiranje i puštanje u rad (ETS),
- potpuni skup podržanih komunikacijskih medija (TP, PL, RF i IP)
- potpuni skup podržanih konfiguracijskih metoda sustava.



Slika 1.2: KNX logotip (izvor: www.knx.org)

Udruga KNX osnovana je 1990. godine sa sjedištem u Bruxellesu (Belgija), u to vrijeme još pod nazivom „EIB Association“ ili, skraćeno, EIBA. Cilj udruge bio je promovirati pametne kuće i zgrade općenito, a posebice EIB sustav koji su zajednički razvili neki renomirani proizvođači. Godine 1999. ova se udruga spojila s još dvije europske udruge: BCI (Francuska), koja promovira sustav BatiBUS, i European Home Systems Association (Nizozemska), koja promovira EHS sustav. Ovo je spajanje rezultiralo promjenom naziva u „KNX Association“ (Slika 1.3).



Slika 1.3: Povijest KNX-a (izvor: www.knx.org)

KNX je danas odobren kao:

- europski standard (CENELEC EN50090 i CEN EN 13321-1)
- međunarodni standard (ISO/IEC 14543-3)
- kineski standard (GB/T 20965)
- američki standard (ANSI/ASHRAE 135).

KNX standard temelji se na više od trideset godina iskustva na tržištu, uključujući njegove prethodnike EIB, EHS i BatiBUS. KNX kompatibilne komponente proizvodi više od 500 tvrtki iz 47 zemalja te postoji preko 7000 certificiranih KNX komponenti. KNX organizacija ima sporazume o partnerstvu s više od 116 000 tvrtki koje se bave instalacijom u 184 zemlje te 177 tehničkih sveučilišta, kao i preko 500 centara za obuku širom svijeta.

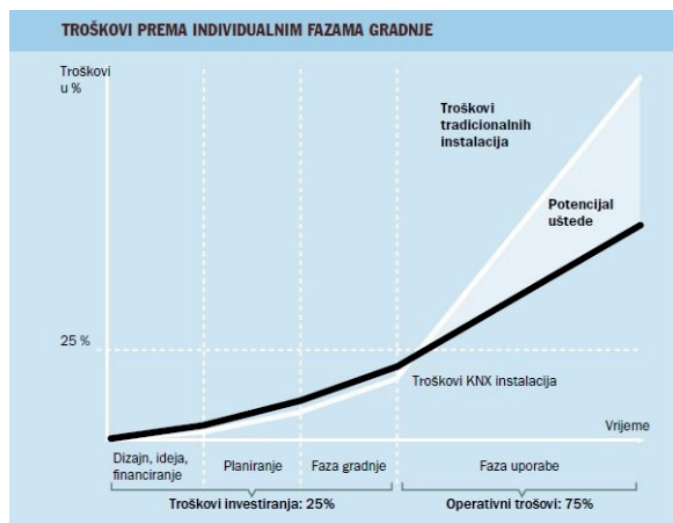
Prednosti upotrebe KNX standarda za sabirničke sustave su:

- Velik broj poznatih proizvođača u sektoru građevinskih instalacija razvijaju komponente koje podržavaju KNX tehnologiju (Slika 1.4).
- KNX je razvijen posebno da udovolji zahtjevima za elektroinstalacijama u građevinarstvu.
- KNX uređaje ugrađuju, programiraju i podešavaju kvalificirani sistemski integratori.
- KNX je dobro razvijen i može se prilagoditi velikom rasponu različitih funkcija. Dostupno je nekoliko tisuća grupa proizvoda s KNX certifikatom, koje pokrivaju sva zamisliva područja primjene. KNX proizvode testiraju neovisni ispitni laboratoriji.
- KNX proizvodi različitih proizvođača međusobno su kompatibilni.
- Računalni softver ETS može se koristiti za planiranje, dizajniranje i instalaciju proizvoda s KNX certifikatom bilo kojeg proizvođača (*System mode* konfiguriranje – *S-mode*).
- *Easy mode* konfiguriranje (*E-mode*) kao alternativa *S-modeu*: konfiguriranje bez ETS programskog alata.
- KNX podržava sve komunikacijske medije: zasebni dvožilni kabel (engl. *twisted pair – TP*), komunikaciju putem postojeće elektroinstalacije (engl. *powerline – PL*), radijsku frekvenciju (engl. *radio frequency – RF*) i Ethernet/WLAN (KNX IP).
- KNX je standardiziran u Europi, SAD-u, Kini i međunarodno putem različitih standarda, npr. CENELEC EN 50090 (Europa), CEN 13321-1/2 (Europa), ISO/IEC 14543-3 (međunarodno), GB/T 20965 (Kina) i ANSI/ASHRAE 135 (SAD)...
- KNX tehnologija je standardizirana, svi KNX proizvodi međusobno su kompatibilni i KNX instalacije mogu se lako mijenjati ili nadograđivati.



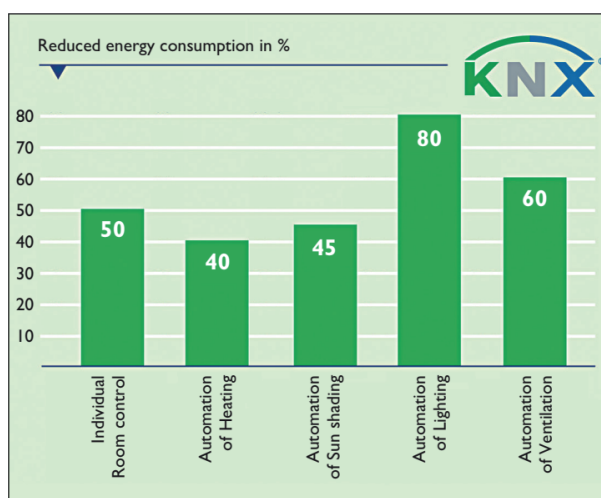
Slika 1.4: Neki od proizvođača KNX komponenti (izvor: www.knx.org)

Nedostatak su KNX tehnologije veći troškovi u odnosu na klasične električne instalacije. Međutim, u slučaju da korisnik objekta zahtijeva velik broj različitih funkcija, KNX tehnologija opravdava svoju cijenu. Istraživanja su pokazala da se KNX tehnologijom ostvaruju značajne uštede u fazi uporabe objekta (građevine) (Slika 1.5).



Slika 1.5: Troškovi KNX instalacija (izvor: www.lipapromet.hr)

Posebne se uštede ostvaruju u troškovima ventilacije i klimatizacije te u troškovima rasvjete (Grafički prikaz 1).



Grafički prikaz 1: Rezultati studije Instituta za graditeljstvo i energetske sustave na Sveučilištu primijenjenih znanosti u Biberachu pod nazivom „Potencijal koje nude suvremene električne instalacije za uštedu energije“ (izvor: knx.org, KNX Basics)

Može se zaključiti da dolazi do promjena u promišljanju o električnim instalacijama. Investitore treba upoznati s mogućnostima i prednostima korištenja pametnih instalacija koje dugoročno ostvaruju značajne uštede unatoč većim početnim troškovima. Danas su nove zgrade komercijalne i institucijske namjene općenito opremljene KNX sabirničkom instalacijom. Kod velikih se objekata čak pokazalo da su troškovi ugradnje sabirničkih sustava često niži od klasičnih elektroinstalacija.



2

POGLAVLJE

PRIMJERI KNX SUSTAVA

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- prepoznati prednosti primjene sabirničkih sustava
- prepoznati mogućnosti koje nudi KNX tehnologija.

KNX sustavi imaju brojne primjene. U daljnjem tekstu prikazat će se neke od mogućnosti primjena kako bi se stekao uvid u mogućnosti korištenja KNX sustava i prednosti koje on nudi.

2.1. Pametno brojilo i pametna zgrada

Zadatak: Vizualizacija potrošnje energenata, ugradnja aktivnog tarifnog upravljanja električnom energijom.

Rješenje (Slika 2.1): KNX omogućuje praćenje potrošnje svakog uređaja spojenog u sustav. Sustav se koristi za mjerenje i analizu podataka tako da korisnici mogu lako vidjeti potrošnju različitih energenata. KNX pomaže u ekonomičnijem korištenju energije, uz povećanje udobnosti i sigurnosti.

Primjena KNX sustava uz funkciju pametnog mjerenja (engl. *smart metering*) omogućuje:

- prikaz tarife električne energije
- mjerenje potrošnje toplinske energije
- mjerenje potrošnje električne energije
- mjerenje potrošnje vode
- kontrola razine punjenja spremnika
- procjena podataka o potrošnji energenata
- grafički prikaz potrošnje energenata
- mogućnost uključivanja i isključivanja potrošača.

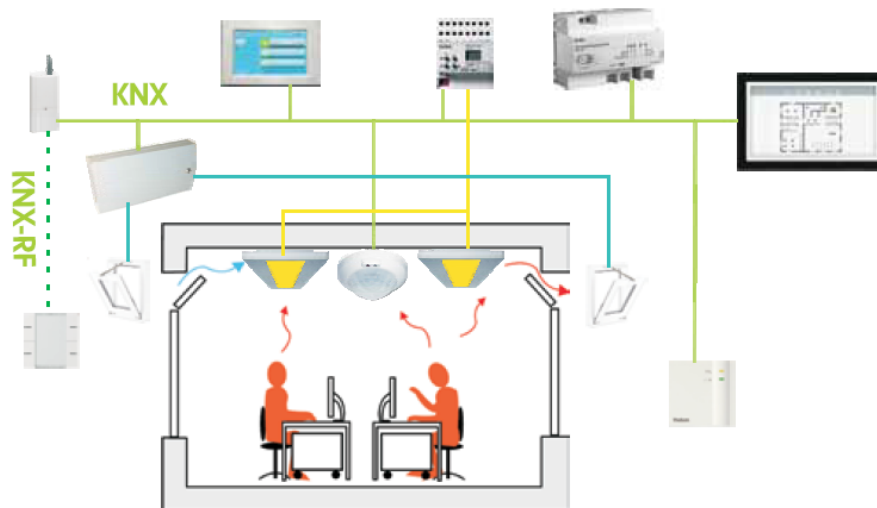


Slika 2.1: Vizualizacija i upravljanje potrošnjom energenata (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.2. Energetska učinkovitost velikih objekata

Zadatak: Smanjenje potrošnje energije u zgradi škole. Poseban je prioritet udobnost učenika tijekom boravka u školi.

Rješenje (Slika 2.2): Senzor CO₂ mjeri koncentraciju CO₂. Kada se koncentracija CO₂ poveća iznad zadane vrijednosti, prozor se automatski otvara. Središnja jedinica za prirodnu ventilaciju koristi izmjerene podatke za određivanje strategije kontrole prozora. Prozori se otvaraju i zatvaraju automatski. Rasvjeta, uključujući prigušivanje, kontrolira se automatski. Senzor pokreta brine se za stalnu kontrolu rasvjete i otkrivanje prisutnosti osoba. KNX vodomjer nadzire potrošnju vode u sanitarnim čvorovima.



Slika 2.2: Primjena KNX sustava u školskoj učionici (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.3. Energetska učinkovitost kuća i stanova

Zadatak: Visoka cijena energenata i sve veća svijest o globalnom zagrijavanju daju veliku važnost smanjenju potrošnje energije. Potrebno je primijeniti KNX sustav dostupan krajnjim korisnicima koji žive u pojedinačnim kućama ili stanovima. KNX sustav omogućuje:

- uštedu energije: smanjenje potrošnje energenata uz istovremeno povećanje cijene nekretnine
- mogućnost nadogradnje sustava: KNX instalacija može se proširiti u bilo kojem trenutku
- upravljivost svih sustava: rolete, tende, ventili za grijanje, prozori i senzori rasvjete mogu međusobno komunicirati putem KNX sustava.

Rješenje (Slika 2.3):



Slika 2.3: KNX sustav kuće ili stana za smanjenje potrošnje energije (izvor: knx.org, KNX Solutions)

Prigušivanje rasvjete prema potrebama korisnika. Različite scene rasvjete, prema potrebama korisnika. Praćenje preopterećenja sustava (npr. u slučaju posjedovanja limitatora). Integrirani termostat za lakšu upotrebu i kontrolu HVAC⁴-a. Praćenje i bilježenje podataka potrošnje energenata u stvarnom vremenu, čime se korisniku omogućuje da poduzme radnje s ciljem smanjenja potrošnje energenata.

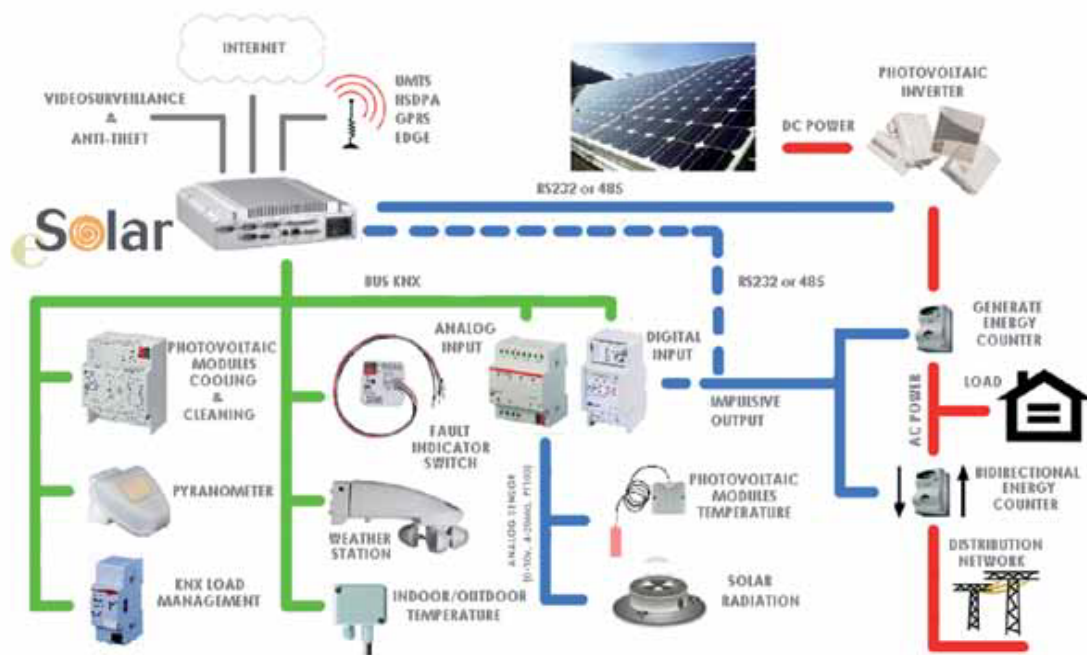
2.4. Obnovljivi izvori energije

Zadatak: Učinkovito prikupljanje sunčeve energije i učinkovita transformacija u električnu energiju može se postići putem lokalnog pristupnika (engl. *gateway*) s KNX-om. KNX tehnologija omogućava nadzor i upravljanje (lokalno/daljinsko) fotonaponskom elektranom, uz prikupljanje raznih podataka.

Rješenje (Slika 2.4):

- upravljanje fotonaponskim elektranama KNX tehnologijom
- KNX prati rad fotonaponske elektrane u stvarnom vremenu
- pohrana mjernih rezultata uz usporednu analizu proizvodnje
- pohrana podataka u svrhu održavanja fotonaponske elektrane.

⁴ Grijanje, ventilacija i klima-uređaj (engl. Heating, Ventilation and Air Conditioning – HVAC)



Slika 2.4: Primjena KNX tehnologije kod fotonaponskih elektrana (izvor: knx.org, KNX Solutions)

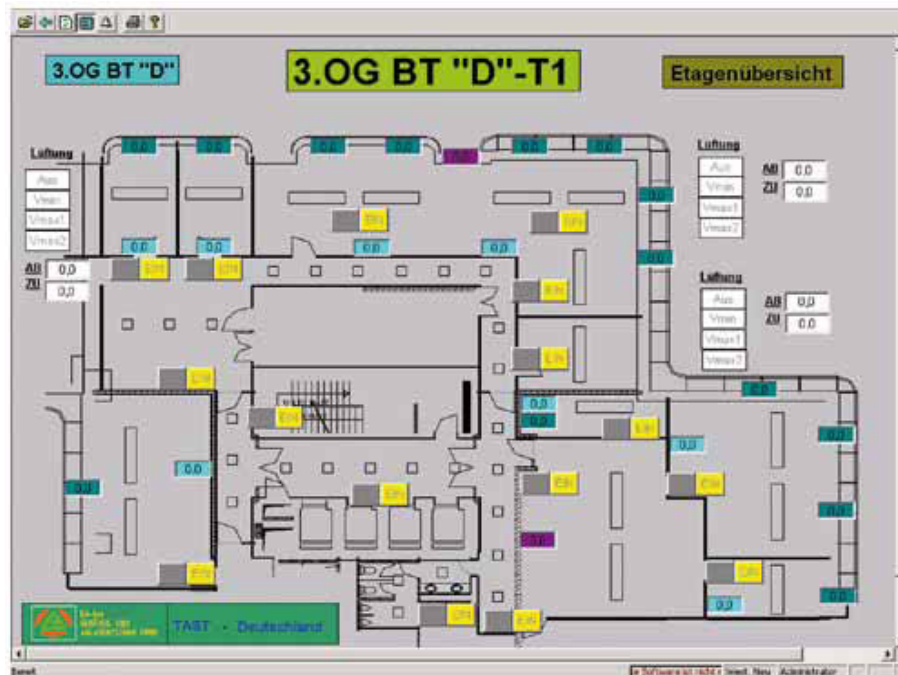
2.5. Upravljanje putem IP-a

Zadatak: Primijeniti KNX sustav pri rekonstrukciji poslovnog objekta. Sustav uključuje centraliziranu i decentraliziranu rasvjetu i HVAC kontrolu. Zbog veličine zgrade potrebno je sustav podijeliti u manje zone.

Rješenje (Slika 2.5):

KNX sustav podijeljen je u više zona, koje su povezane svjetlovodnim kabelima. Svaka zona ima mogućnost:

- upravljanje rasvjetom i sjenilima putem tipki, te centralizirano upravljanje
- decentralizirane HVAC kontrole za svaku pojedinačnu prostoriju
- centraliziranog upravljanja, koje je omogućeno spajanjem na upravljački sustav zgrade, uz vizualizaciju.



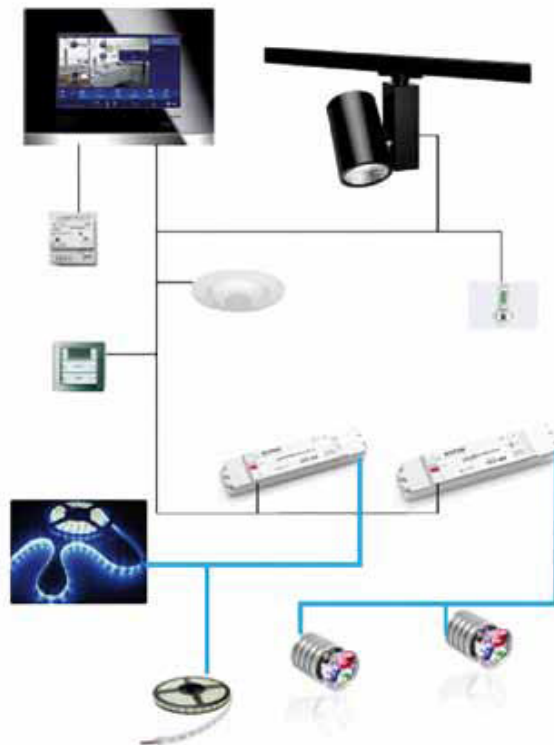
Slika 2.5: Podjela velikog sustava na manje, međusobno povezane zone (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.6. Upravljanje LED rasvjetom

Zadatok: Atraktivna rasvjeta putem moderne LED tehnologije za korištenje u trgovinama, izlozima, predvorjima, barovima ili u domu. Promjene temperature boje za stvaranje različitih vrsta osvjetljenja. Upravljanje putem zasebnih uređaja za upravljanje rasvjetom.

Rješenje (Slika 2.6):

- primjena LED tehnologija za KNX
- univerzalni KNX aktuator kao izravno sučelje za LED diode za uključivanje/isključivanje rasvjete i njeno prigušivanje
- KNX detektor prisutnosti i svjetlosni senzori koriste se za potrebe automatizacije
- KNX senzori i uređaji za upravljanje, kao i različite vrste LED rasvjete (LED trake, LED točkasta rasvjeta...), koriste se za stvaranje različitih scena osvjetljenja
- sustavu se pristupa i njime upravlja putem tipki ili putem zaslona osjetljiva na dodir (engl. *touch panel*).



Slika 2.6: KNX za LED rasvjetu (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.7. Upravljanje audio i videosustavom

Zadatak: Integracija različitih audiosustava i videosustava u jedan zajednički KNX A/V sustav.

Rješenje (Slika 2.7):

- instalacija različitih zaslona osjetljivih na dodir s mogućnošću upravljanja A/V opremom s obzirom na tehnologiju, dizajn i udobnost rada
- povezivanje svih audiouređaja i videouređaja sa samo jednom instalacijom
- podrška vanjske memorije za vlastite audiodatoteke i videodatoteke
- individualno slušanje glazbe ili gledanje videa u svakoj prostoriji
- reprodukcija audiosadržaja i videosadržaja i podešavanje glasnoće putem uobičajenih tipki na samom uređaju ili putem KNX komponenti.



Slika 2.7: KNX za multimediju (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.8. Upravljanje putem iPhonea®

Zadatak: Realizacija upravljanja KNX sustavom putem iPhonea, iPod Toucha i iPada.

Rješenje (Slika 2.8):

- Apple® mobilni uređaji komuniciraju sa sustavom putem WLAN veze i KNX-a.
- Bežična integracija nudi maksimalnu fleksibilnost i maksimalnu funkcionalnost
- Integrirane su i audiokontrole i videokontrole.
- Ovo rješenje nudi jednostavan ulazak u svijet automatizacije doma i zgrade.



Slika 2.8: Upravljanje multimedijom (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.9. Upravljanje putem WLAN-a

Zadatak: Omogućiti korisnicima stvaranje i praćenje scena rasvjete, rad s HVAC uređajima ili sigurnosnim sustavima.

Rješenje (Slika 2.9):

- Svi podaci, kao što su status sklopki i temperatura, dostupni su na KNX sabirnici, bez potrebe za središnjim računalom.
- Ova se značajka koristi u razvoju softvera koji korisnik može samostalno konfigurirati za daljinsko upravljanje uređajima i omogućuje centralnu kontrolu, praćenje i snimanje podataka bez poslužitelja.
- Osim jednostavnih radnji uključivanja i isključivanja, korisnici mogu postaviti scenu rasvjete i pohraniti je u aktuatoru prema KNX specifikaciji.



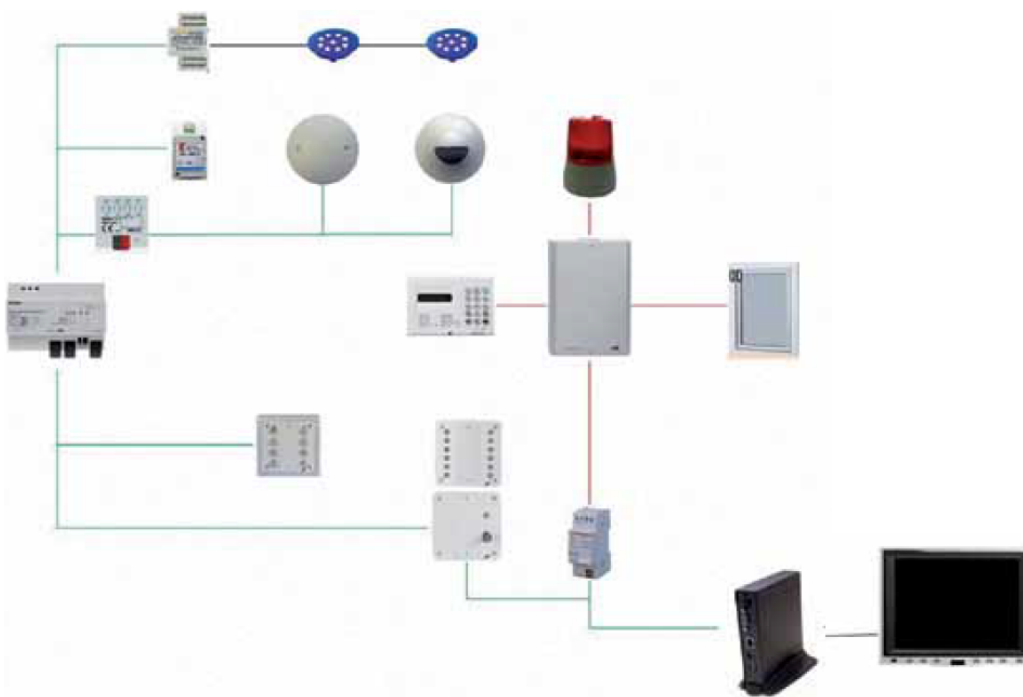
Slika 2.9: WLAN upravljanje (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.10. Sigurnost i nadzor

Zadatak: Integracija svih sigurnosnih funkcija u jedan sustav.

Rješenje (Slika 2.10):

- Primjena senzora, upravljanje alarmom i prilagodba korisniku.
- Korištenjem KNX-a fleksibilni sigurnosni koncepti mogu se primijeniti u praksi s različitim funkcionalnostima.
- Osim protuprovalnog alarma i detekcije kretanja, u KNX sustav moguće je integrirati i protupožarni alarmi i detektore vode za dodatne sigurnosne i nadzorne funkcije.



Slika 2.10: Sigurnosni sustav kao dio KNX sustava (izvor: knx.org, KNX Solutions)

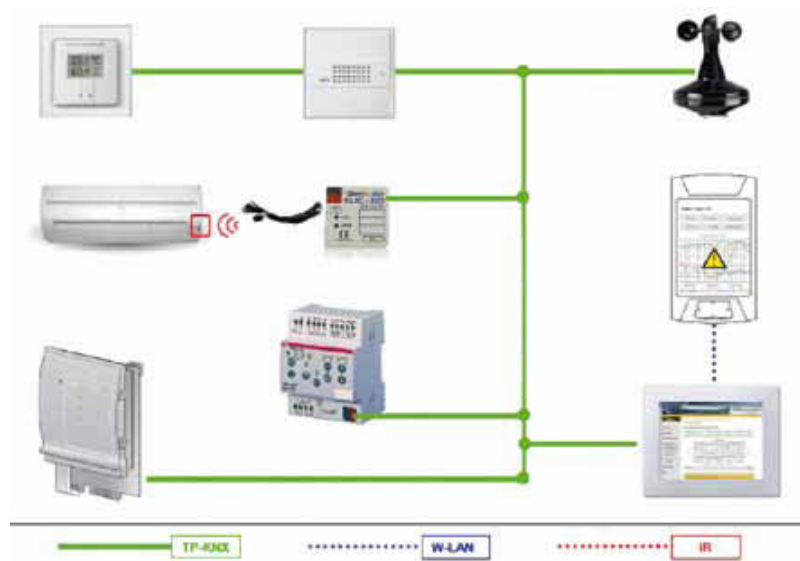
2.11. Grijanje, ventilacija i klimatizacija (HVAC)

Zadatak: Sustav s glavnom upravljačkom jedinicom s mogućnošću daljinskog upravljanja grijanjem, ventilacijom i klimatizacijom. Poseban je fokus na održavanju vrijednosti kvalitete zraka.

Rješenje (Slika 2.11):

- Senzori za temperaturu, vlažnost i razinu CO₂ mjere kvalitetu zraka.
- Za praćenje kvalitete zraka u arhivi se automatski bilježe i spremaju podaci za CO₂, vlažnost i temperaturu.

- Vrijednosti se koriste za upravljanje *split* klimatizacijskim uređajima putem KNX upravljačke jedinice.
- Sve funkcije su povezane za prijenos podataka, alarma i poruka o greškama putem intraneta i telefonske mreže.
- Ovakav KNX sustav omogućuje daljinsko parametrisiranje putem ETS-a.
- KNX meteorološka stanica daje dodatne podatke, kao što su podaci o oborinama, brzini vjetra, razini dnevne svjetlosti i DCF77 vremenski signal, za rasvjetu, sustav sjenila itd...
- Uz KNX TP koristi se i KNX RF medij za prijenos podataka.



Slika 2.11: KNX HVAC sustav (izvor: knx.org, KNX Solutions)

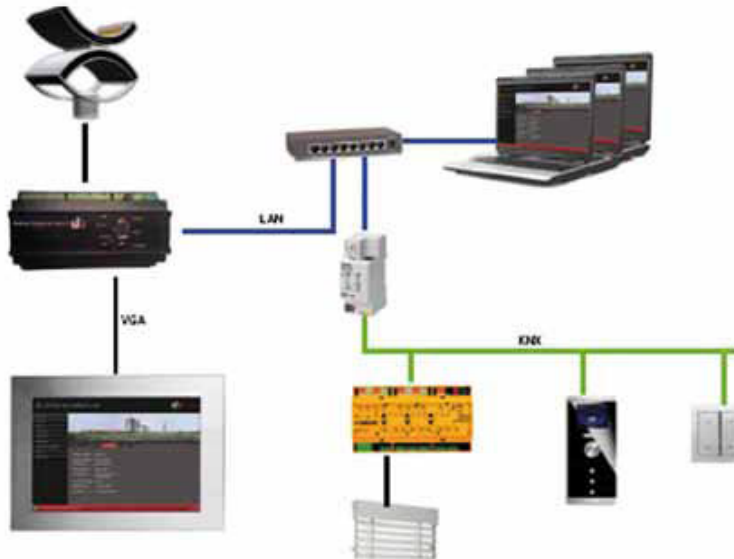
2.12. Upravljanje roletama i sjenilima

Zadatak: Osiguravanje razine udobnosti na radnom mjestu uz istovremeno povećanje energetske učinkovitosti zgrade.

Rješenje (2.12):

- Meteorološka stanica s četiri središnje postavljena senzora razine osvjetljenja daje podatke o sunčevu zračenju, vjetru i kiši tijekom dana.
- Senzori kretanja u uredima detektiraju prisutnost osoba.
- Sustav za praćenje položaja Sunca (engl. *solar tracker*) daje podatke o trenutnom položaju Sunca, kutu zračenja te o sjenama koje stvaraju dijelovi zgrade.
- Rolete se pomiču pomoću uobičajenih aktuatora.
- Umjetno svjetlo uključuje se po potrebi na temelju podataka senzora kretanja.

- Ljeti će se rolete (sjenila) potpuno zatvoriti kako bi se izbjeglo povećanje topline zgrade.
- Zimi se rolete (sjenila) širom otvaraju kako bi omogućile grijanje sunčevim zračenjem.



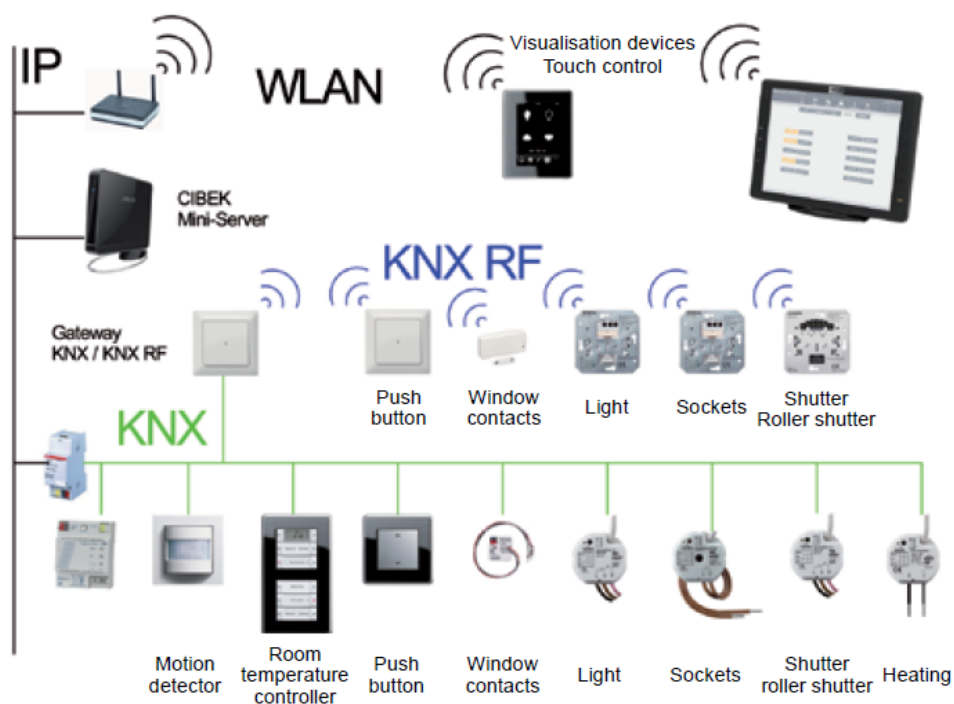
Slika 2.12: Automatsko upravljanje roletama i sjenilima (izvor: knx.org, KNX Solutions)

2.13. Prilagodba životnog prostora starijim osobama

Zadatak: Implementacija KNX tehnologije za prilagodbu životnog prostora, koja starijim osobama omogućava lagodniji život u vlastitom domu i pruža sigurnost u određenim rizičnim situacijama.

Rješenje (Slika 2.13):

- KNX senzori kretanja pokazuju lokaciju korisnika te se prikupljaju informacije o aktivnostima korisnika praćenjem tipki koje korisnik pritiska (upravljanje rasvjetom, uključivanje uređaja...).
- Integracija svih senzora sa sustavom rasvjete, HVAC sustavom, roletama, sjenilima, sigurnošću itd.
- Mogućnost povezivanja s odgovarajućim telefonskim brojevima u hitnim slučajevima.



Slika 2.13: Primjer KNX sustava za prilagodbu životnog prostora starijim osobama
(izvor: knx.org, KNX Solutions)



3

POGLAVLJE

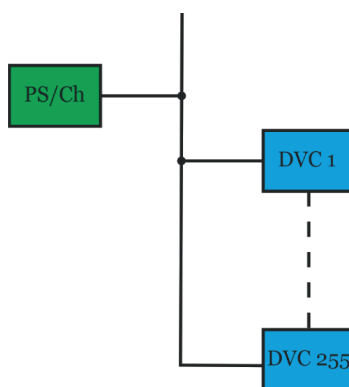
OSNOVNI POJMOVI

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- razlikovati osnovne pojmove KNX tehnologije.

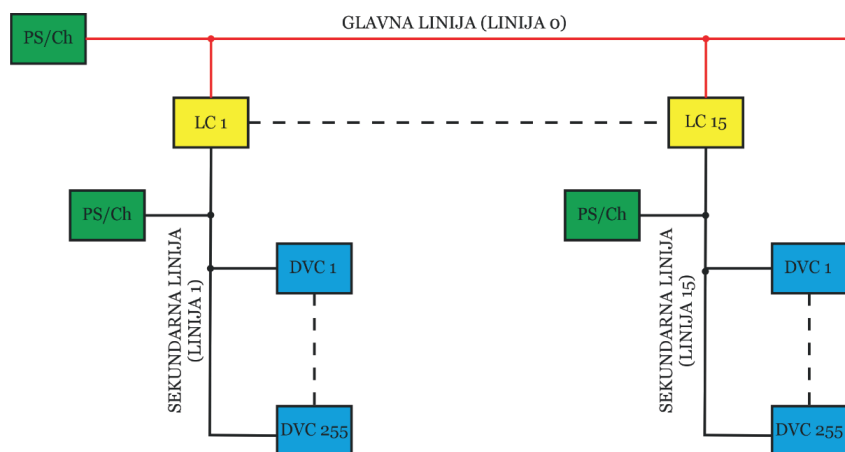
Sve komponente KNX sustava međusobno su povezane u svrhu međusobne komunikacije. Postoje četiri vrste komunikacijskih medija: **upletena parica (TP1)**, **radijska frekvencija (RF)**, **internetski protokol (IP)** i **energetska mreža (engl. powerline – PL110)**. Podaci koje komponente međusobno razmjenjuju nazivaju se **telegrami**. Preferirani komunikacijski medij je upletena parica (TP1), a u istom KNX sustavu mogu se istovremeno koristiti različiti komunikacijski mediji.

Pri projektiranju KNX sustava od iznimne je važnosti **topologija** KNX sustava, odnosno način povezivanja KNX komponenti. Kod KNX TP1 sustava komponente se spajaju u **liniju** (engl. *line*), na koju se može povezati do 256 komponenti (Slika 3.1). Svaka linija mora imati **napajanje s prigušnicom** (engl. *power supply with choke – PS/Ch*), koje napaja KNX komponente (engl. *devices – DVC*).



Slika 3.1: KNX TP linija (izvor: rad autora)

U praksi se KNX sustav projektira tako da se sastoji od više linija, a maksimalno do njih petnaest. Ove se linije povezuju na **glavnu liniju** (engl. *main line*) i nazivaju se **sekundarne linije** (engl. *secondary line*). Sekundarne linije povezane na glavnu liniju čine **zonu** (engl. *area*) (Slika 3.2). Pri povezivanju više linija u zonu potrebno je svakoj liniji dodati linijski **sprežnik** (engl. *line coupler – LC*).



Slika 3.2: KNX TP zona (izvor: rad autora)

Do petnaest zona može se povezati na **okosnu liniju** (engl. *backbone*). U tom slučaju govorimo o **mreži** (engl. *network*). Povezivanje zone na okosnu liniju se izvodi pomoću sprežnika zone (engl. *area coupler*), a KNX sustav može imati samo jednu mrežu. Ova činjenica ujedno određuje i maksimalni broj komponenti KNX sustava. Dakle, svaka linija u mreži mora imati svoje napajanje i sprežnik. Sprežnik zone još se naziva okosni sprežnik (engl. *backbone coupler – BC*).

Sprežnik je komponenta čiji je zadatak spriječiti da telegrami koji pripadaju jednoj liniji prijeđu na neku drugu liniju KNX sustava. Sprežnici imaju primarnu i sekundarnu stranu, što znači da teoretski postoji 16 vrsta sprežnika: 4 vrste medija (TP1, PL110, IP, RF) za primarnu stranu i isto za sekundarnu stranu, tj. $4 \times 4 = 16$.

Ovo su kombinacije koje se mogu isključiti jer tehnički nemaju smisla:

- sprežnici s IP kao sekundarnim medijem
- sprežnici s RF kao primarnim medijem
- sprežnici s PL110 kao primarnim i sekundarnim medijem.

Sprežnici s IP kao sekundarnim medijem nisu korisni jer se IP koristi samo kao okosni medij, tj. za povezivanje mrežnih segmenata. Sprežnici s RF kao primarnim medijem nisu korisni jer RF nije prikladan za okosni medij, tj. ne bi se trebao koristiti za međusobno povezivanje mrežnih segmenata. PL110 sprežnik nema smisla jer je PL110 otvoreni medij, tj. temelji se na javnoj elektroenergetskoj mreži. Nakon isključivanja ovih kombinacija ostaje 7 korisnih kombinacija ($16 - 4 - 4 - 1 = 7$).

Neki sprežnici mogu biti korisni, ali ipak nisu dostupni:

- IP/PL110
- IP/RF
- PL110/RF.

Nakon isključivanja ovih kombinacija ostaju 4 kombinacije:

- TP1/TP1
- TP1/PL110
- TP1/RF
- IP/TP1.

TP1/TP1 sprežnik, ovisno o mjestu linije u topologiji, može biti **linijski sprežnik** (engl. *line coupler – LC*), **sprežnik zone** (engl. *area coupler – BC*), **okosni sprežnik** (engl. *backbone coupler – BC*) ili **linijsko pojačalo** (engl. *line repeater – LR*). Riječ je o jednoj te istoj komponenti koja ima naziv ovisno o svome položaju u topologiji KNX sustava. TP1/PL110 i TP1/RF sprežnici nazivaju se **medijski sprežnici** (engl. *media coupler – MC*). IP/TP1 sprežnici poznati su kao „IP sučelje“ ili kao „IP sprežnik“.

Svaka komponenta KNX sustava ima svoju **individualnu adresu** (engl. *individual address*) oblika AA.LL.DD (zona / linija / redni broj komponente na liniji). Dvije komponente ne mogu

imati istu individualnu adresu. Najveća vrijednost individualne adrese može biti 15.15.255. Individualne adrese služe samo za programiranje komponenti. Sustav se najčešće programira **ETS** programom (engl. *Engineering Tool Software*), koji je razvila organizacija KNX. Pored individualnih adresa, postoje i **grupne adrese** (engl. *group addresses*). Komunikacija između komponenti KNX sustava obavlja se putem grupnih adresa.

4

POGLAVLJE

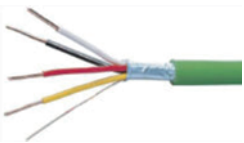



KNX KOMUNIKACIJSKI MEDIJI

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- razlikovati različite KNX komunikacijske medije
- izabrati prikladan KNX komunikacijski medij za realizaciju KNX sustava.

Općenito se zahtijeva da sabirnički sustavi budu jednostavni i za instalaciju i za rad. Upravo velik izbor KNX medija za komunikaciju omogućava ispunjavanje toga osnovnog zahtjeva, čak i kod najzahtjevnijih zgrada. U Tablici 4.1 prikazani su mediji za komunikaciju koji se koriste u KNX sustavima. U pravilu se uvijek preferira postavljanje komunikacijskog kabela s upletenom paricom (TP1) s obzirom na to da osigurava najveću pouzdanost sustava.

Tablica 4.1: KNX komunikacijski mediji (izvor:www.knx.org)

	Naziv medija	Kratice	Način prijenosa podataka	Područje primjene
	Upletena parica	TP1	Zasebni kabel	Nove instalacije. Opsežne renovacije. Najveća pouzdanost prijenosa.
	Radijska frekvencija	RF	Radiovalovi	Kada nije moguće postaviti kabel ili u slučaju da korisnik ne želi postaviti kabel.
	Internetski protokol	IP	Ethernet/Wi-Fi	U slučaju velikih objekata s velikim brojem komponenti. Za potrebe komunikacije s mobilnim telefonom.
	Powerline	PL110	Postojeća elektroinstalacija	Područja gdje nije moguće postaviti dodatni kabel (TP1).

Komunikacijski mediji TP0 i PL132 više se ne koriste. Komunikacijski medij TP0, brzine 4800 bit/s, preuzet je od BatiBUS-a. Komunikacijski medij PL132, brzine 2400 bit/s, preuzet je od EHS-a. Komunikacijski mediji TP1, brzine 4800 bit/s, i PL110, brzine 1200 bit/s, preuzeti su od EIB-a.

Iako je komunikacija putem IP i Etherneta vrlo popularna i raširena, upletena parica (TP1) i dalje ostaje glavni medij za povezivanje KNX komponenti. Glavni je razlog niža cijena kabela (TP1-četverožilini, Ethernet osmožilni) i različiti načini povezivanja komponenti. Kod TP1 komponente su povezane međusobno, dok kod IP-a svaka komponenta zahtijeva svoj zasebni kabel, što osim većeg broja kabela i veće sveukupne dužine kabela zahtijeva i veći razvodni ormar s više mrežne opreme, s obzirom na to da se svaki kabel treba spojiti na

usmjerivač (engl. *router*). Pored navedenog, više mrežne opreme za posljedicu ima i veću potrošnju električne energije.

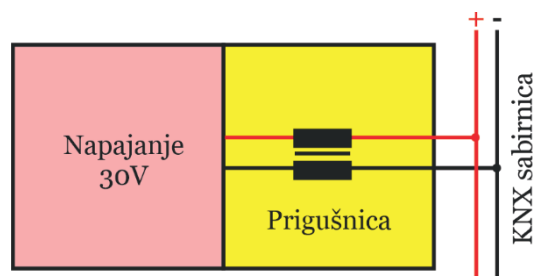
U nastavku će se zbog jednostavnosti koristiti kratice TP umjesto TP1 i PL umjesto PL110.

4.1. KNX komunikacija kabelom s upletenom paricom – TP

Kabel s dvožilnom upletenom paricom najčešći je komunikacijski medij za KNX instalacije. Kabel čini sabirnicu kojom su međusobno povezane sve KNX komponente. Kabeli s upletenom paricom jeftini su i jednostavno se ugrađuju.

4.1.1. Napajanje

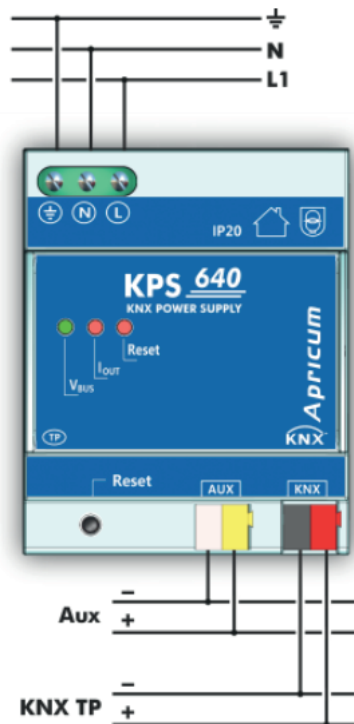
U slučaju KNX TP-a uloga je kabela da osigura napajanje KNX komponenti i omogući komunikaciju među komponentama. Nazivni napon sabirničkog sustava iznosi 24 V, dok je napon koji osigurava napajanje 30 V. Komponente rade na naponima između 21 V i 30 V, tako da je dostupna tolerancija od 9 V za kompenzaciju pada napona u kabelu i kontaktima. Istosmjerni napon napajanja (DC) na sabirnicu se dovodi preko prigušnice (Slika 4.1).



Slika 4.1: Spajanje napajanja na TP sabirnicu (izvor: rad autora)

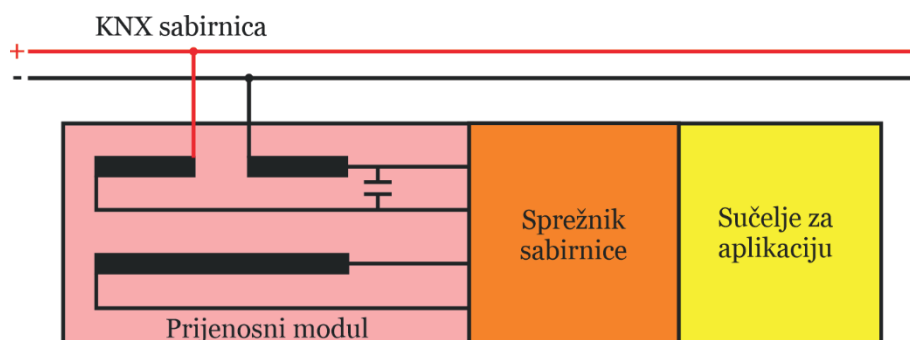
Za istosmjerni napon prigušnica ima mali otpor (budući da je frekvencija jednaka 0 Hz). Podaci se prenose u obliku izmjeničnog napona (AC), a za izmjenični napon prigušnica ima veliki otpor. Stoga je utjecaj napajanja na podatke na sabirnici zanemariv. Većina napajanja ima ugrađenu prigušnicu.

Napajanje KPS640 ima nazivnu struju od 640 mA, jedan izlaz za napajanje s prigušnicom (KNX) i jedan bez prigušnice (AUX). Izlaz bez prigušnice može se koristiti za napajanje zaslona na dodir ili nekih drugih komponenti koje zahtijevaju dodatno napajanje (Slika 4.2).



Slika 4.2: KNX napajanje KPS640 tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)

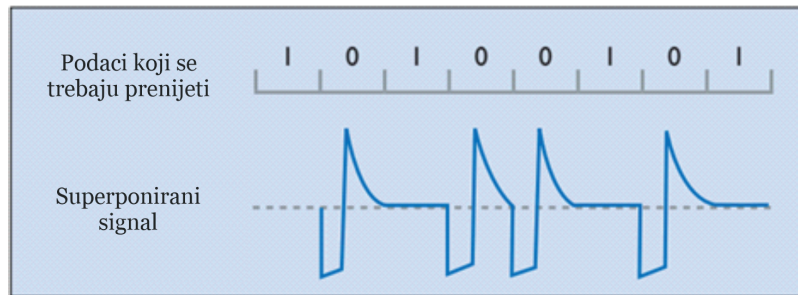
U KNX komponentama istosmjerni napon napajanja odvojen je od izmjeničnog napona kojim se prenose podaci. Istosmjerni napon dobiva se pomoću kondenzatora, dok transformator odvaja izmjenični napon kojim se prenose podaci (Slika 4.3). Transformator se također koristi za superponiranje podataka na napon sabirnice. Podaci se prenose u obliku izmjeničnog napona. Kondenzator ima malen otpor za izmjenični napon, tj. djeluje kao vodič i zatvara strujni krug na strani primara transformatora. Kada komponenta djeluje kao predajnik, transformator šalje podatke na primarnu stranu (u obliku izmjeničnog napona), gdje se superponiraju na istosmjerni napon napajanja. Kada komponenta djeluje kao prijamnik, transformator šalje podatke na sekundarnu stranu, gdje su dostupni odvojeno od istosmjernog napona.



Slika 4.3: Superponiranje podataka i napona napajanja u KNX komponenti (izvor: rad autora)

4.1.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala

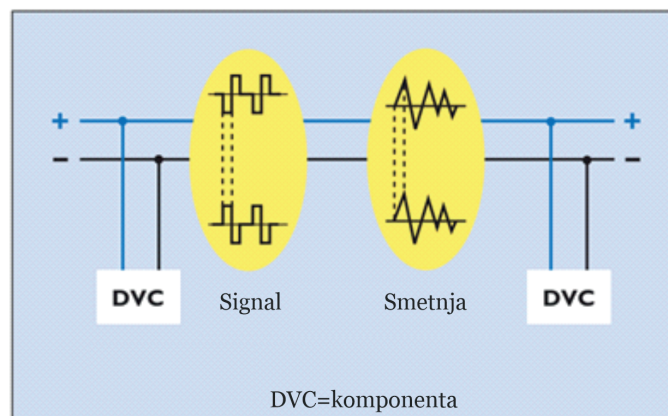
Brzina prijenosa podataka je 9600 bit/s, a podaci putuju serijski, jedan bit po jedan bit, putem asinkronog prijenosa podataka. Kada se odašilje logička nula, napon nakratko pada, a zatim, nakon ne više od 104 μ s, ponovno raste kako bi se izjednačio s naponom napajanja. Ovo je posljedica induktivnog učinka prigušnice. Prijenos logičke jedinice odgovara stanju mirovanja napona na sabirnici (Slika 4.4).



Slika 4.4: Izgled podatkovnog signala kod KNX TP-a (izvor: rad autora)

Važna značajka komunikacije putem KNX TP-a jest da se signali šalju simetrično na sabirnicu, tj. podatkovni kabel nema fiksnu referentnu točku u odnosu na zemlju. Ova vrsta komunikacije poznata je kao simetrični, neuzemljeni prijenos. Prijamnik ne registrira napon prema zemlji u pojedinačnoj žici podatkovnog kabela (kao npr. kod USB priključka), već umjesto toga mjeri promjenu razlike napona između dvije žice parice podatkovnog kabela (Slika 4.5).

Na ovaj se način osigurava stabilnost i pouzdanost podatka jer eventualne smetnje djeluju jednako na obje žice u parici, a mjeri se razlika napona između dvije žice parice.



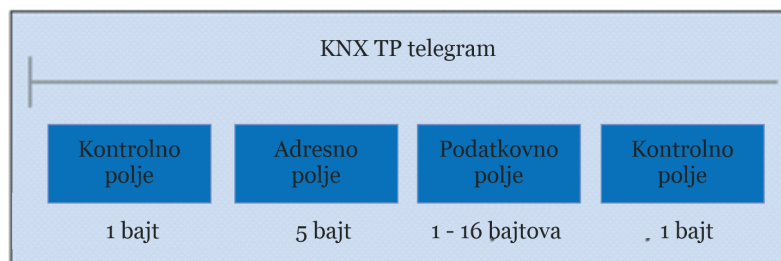
Slika 4.5: Simetrični prijenos podataka (izvor: rad autora)

Komponenta koja šalje podatke to čini tako da generira izmjenični napon koji odgovara logičkoj nuli tako što snizi napon na paru žica u podatkovnom kabelu za oko 5 V (šalje samo polovicu signala). Nakon otprilike pola bita pošiljalatelj poništava ovaj pad napona. Tada ostatak sustava – sama te posebno prigušnica napajanja generiraju pozitivni kompenzacijski impuls (rezonator), što čini drugu polovicu bita.

4.1.3. Struktura telegrama

Informacije se razmjenjuju između komponenti na sabirnici u obliku tzv. telegrama. Telegram se sastoji od niza znakova, pri čemu se svaki znak sastoji od osam bitova, odnosno jednog bajta. Često se nekoliko znakova međusobno kombinira kako bi formirali polje. KNX TP telegrami sastoje se od četiri polja (Slika 4.6):

- Kontrolno polje (engl. *control field*) određuje prioritet telegrama te je li prijenos telegrama ponovljen ili nije (u slučaju da primatelj nije odgovorio).
- Adresno polje (engl. *address field*) sadrži adresu pošiljalatelja i adresu (individualnu adresu ili grupnu adresu)⁵ primatelja telegrama.
- Podatkovno polje (engl. *data field*) može biti veličine do 16 bajtova i sadrži korisni teret (engl. *payload*).
- Kontrolno polje (engl. *checksum field*), koristi se za provjeru pariteta.

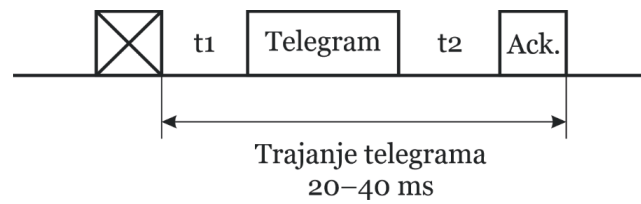


Slika 4.6: Pojednostavljena struktura KNX TP telegrama (izvor: rad autora)

4.1.4. Način pristupa sabirnici

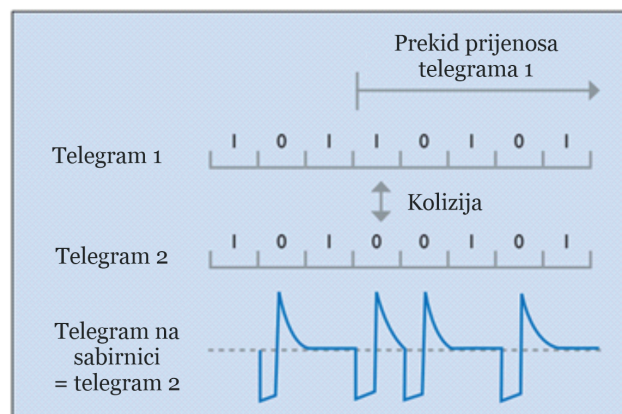
Pristup KNX sabirnici, kao i kod drugih sabirničkih sustava, vođen je događajima. Komponenta može poslati telegram samo ako se u isto vrijeme ne šalje nijedan drugi telegram. Slanje telegrama odvija se u nekoliko faza (Slika 4.7). Da bi se telegram uopće mogao poslati, sabirnica mora biti slobodna najmanje 5,2 ms (vrijeme t_1). Nakon slanja telegrama postoji vrijeme t_2 (1,5 ms), unutar kojega se provjerava je li telegram uspješno poslan. Ack je odgovor komponente kojoj je poslan telegram. Koristeći KNX TP, može se poslati maksimalno 50 telegrama unutar jedne sekunde.

⁵ Svaka komponenta KNX sustava sadrži jedinstvenu oznaku (adresu). Pored jedinstvene adrese koja služi za programiranje i podešavanje načina rada komponente, komponentama se dodaju i grupne adrese, čija je namjena upravljanje radom komponenti.



Slika 4.7: Vremena slanja KNX TP telegrama (izvor: rad autora)

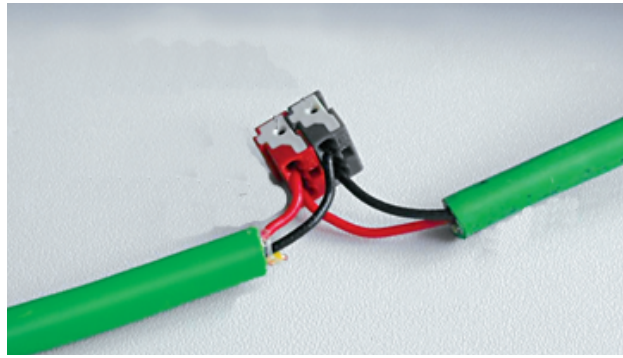
Da bi se spriječila kolizija telegrama tijekom prijenosa, prioriteti različitih komponenti koje šalju telegram regulirani su metodom CSMA/CA (engl. *Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*). Svaka komponenta „sluša“ svaki bit prijenosa podataka duž sabirnice. Ako dva uređaja istovremeno šalju telegram, tada će neizbježno (najkasnije u trenutku prijenosa adrese pošiljalatelja u adresnom polju) jedan pošiljalatelj poslati 0, dok drugi želi poslati 1. Komponenta koja šalje 1 „čuje“ da se šalje 0 duž sabirnice i detektira koliziju. Tada komponenta prekida vlastiti prijenos podataka i daje prednost drugom prijenosu. Nakon završetka prioritelnijeg prijenosa komponenta ponovno započinje prekinuti prijenos podataka (Slika 4.8). Razina prioriteta telegrama može se definirati u njegovu kontrolnom polju; ovo projektantu KNX sustava omogućuje da specificira koji telegrami imaju prednost u slučaju kolizije. Ako dva telegrama imaju istu razinu prioriteta, tada se redoslijed slanja telegrama određuje njegovom fizičkom adresom (0 ima prioritet nad 1).



Slika 4.8: Izbjegavanje kolizije telegrama kod KNX TP-a (izvor: rad autora)

4.1.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu

Komponente se spajaju na sabirnicu pomoću priključnog terminala na koji se mogu povezati do četiri KNX kabela (Slika 4.9). Priključni terminal omogućuje isključivanje komponente sa sabirnice bez prekidanja sabirničke linije. Ovo je ključna prednost KNX sabirničkog sustava: uklanjanje jedne komponente sa sabirnice ne zaustavlja druge komponente u međusobnoj komunikaciji.



Slika 4.9: Priključni terminal s dolaznim i odlaznim sabirničkim kabelom (izvor: knx.org, KNX Basics)

Sabirnički kabel ima dvije upredene parice (sve skupa četiri žice), iako se koristi samo jedna parica (Slika 4.10). Druga parica može se koristiti u slučaju da je nekoj komponenti potrebno dodatno napajanje ili se može koristiti u slučaju kvara (prekida) prve parice.

Za sabirnički kabel koriste se dva tipa kabela:

- YCYM 2 x 2 x 0,8:
 - unutarnje instalacije: suhe, vlažne i mokre prostorije; za nadžbukne, podžbukne i instalacije u kanalicama i cijevima
 - na otvorenom: ako je kabel zaštićen od izravnog sunčevog zračenja
 - ispitni napon: 4 kV prema EN 50090.
- J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8:
 - unutarnje instalacije: suha i vlažna industrijska mjesta za nadžbukne, podžbukne i instalacije u kanalicama i cijevima
 - na otvorenom: podžbukne i instalacije u kanalicama i cijevima
 - ispitni napon: 2,5 kV prema EN 50090.

Karakteristike kabela: $R = 75 \Omega/\text{km}$, $C = 0,1 \mu\text{F}/\text{km}$. Nije potrebno spojiti oklop kabela na šipku za izjednačavanje potencijala.

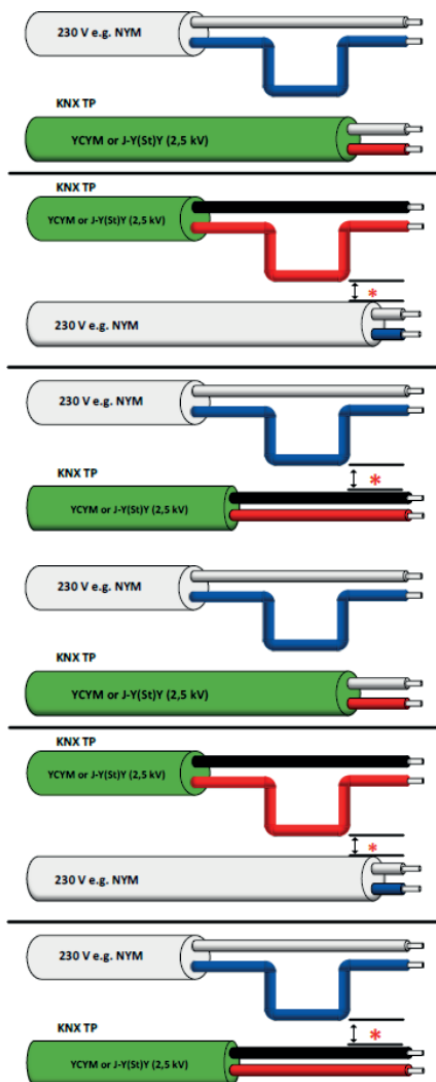


- 1.... puni goli bakreni vodič
- 2.... izolacija žila od polivinil-klorida (PVC)
- 3.... sloj plastične folije
- 4.... statički zaslon od plastikom presvučene aluminijske folije s odvodnom žicom
- 5.... vanjski plašt od polivinil klorida (PVC), zeleni ili sivi

Slika 4.10: KNX TP podatkovni kabel (izvor: rad autora)

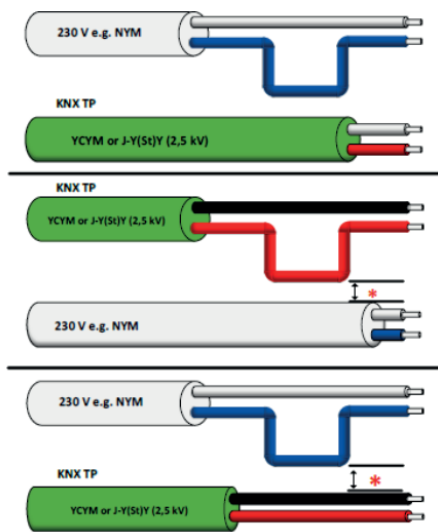
Izolirane žice obloženih energetskih kabela i KNX TP kabela mogu se postavljati jedna pored druge bez razmaka. Treba napomenuti da se samo KNX certificirani kabel (YCYM 2 x 2 x 0,8) može instalirati paralelno s kabelima 230/400 V zbog većeg otpora izolacije, dok se za tip kabela J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8 to odnosi samo na napon od 230 V. Mora se poštivati minimalan razmak od 4 mm između izoliranih žica KNX TP sabirnice i onih izoliranih 230 V energetskih kabela. Alternativno, žice moraju imati ekvivalent izolaciji, kao što je odstonik ili izolacijski omotač. Ovo se također odnosi na žice drugih kabela koji nisu dio SELV/PELV (engl. *Safety Extra Low Voltage / Protective Extra Low Voltage*) krugova (Slika 4.11).

Pored toga, potrebno je osigurati odgovarajuću udaljenost od vanjskog sustava zaštite od munje. Svi kabeli trebaju biti trajno označeni kao KNX TP ili BUS kabeli. Ako je polaritet spojene sabirnice na određenoj komponenti pogrešan, krivo polarizirana komponenta neće raditi dok se greška ne otkloni.



Sveukupno izolirana jednožilna žica kabela od 230 V uz vanjski omotač kabela sabirnice

Sveukupno izolirana jednožilna žila KNX kabela uz vanjski omotač glavnog kabela



Izlaganje dviju pojedinačnih jezgri
 * ≥ 4 mm razmaka ili ekvivalentna izolacija

Slika 4.11: Udaljenost između energetskeg i podatkovnog kabela (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

4.2. KNX komunikacija energetskeg kablom (engl. powerline – PL)

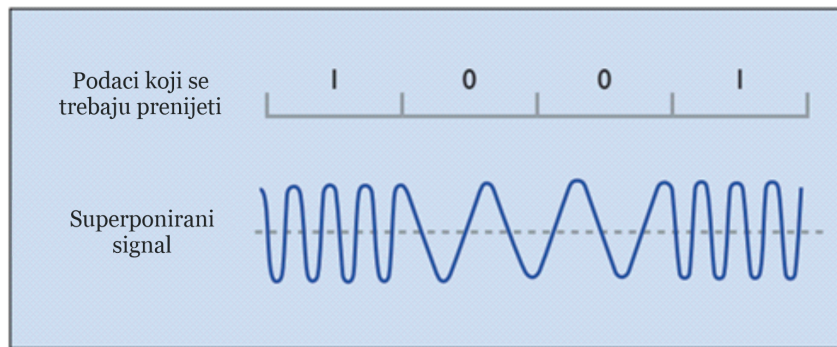
Korištenje postojećih energetskeg kablom u zgradi kao KNX komunikacijskeg medija isplativ je način naknadnog opremanja zgrade KNX-om. Kod KNX *powerlinea* (KNX PL) nema potrebe za polaganjem zasebnog podatkovnog kablom; već instalirani energetskeg kablom (jedna od tri faze + nul vodič) sami postaju komunikacijskeg medij. Podatkovni signali superponiraju se na mrežni napon.

4.2.1. Napajanje

Za KNX PL nisu potrebni dodatni izvori napajanja; komponente se napajaju iz električne mreže od 230 V. Elektroinstalacija nekog objekta pretvara se u KNX sustav tako da se na energetskeg kablom spoji fazni sprežnik (engl. *phase coupler*). Fazni sprežnici koriste se kako bi se osigurala komunikacija između komponenti preko sve tri faze, dok pojasno nepropusni filter (engl. *band-stop filter*) sprječava širenje podatkovnih signala kroz priključak zgrade prema glavnoj mreži.

4.2.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala

KNX PL podržava brzinu prijenosa podataka od 1,200 bit/s. Logičke nule i jedinice prenose se modulacijom pomaka frekvencije (engl. *Spread Frequency Shift Keying – S-FSK*). Signal frekvencije od 105,6 kHz koji se odašilje odgovara logičkoj nuli, dok je logička jedinica predstavljena frekvencijom od 115,2 kHz (Slika 4.12).



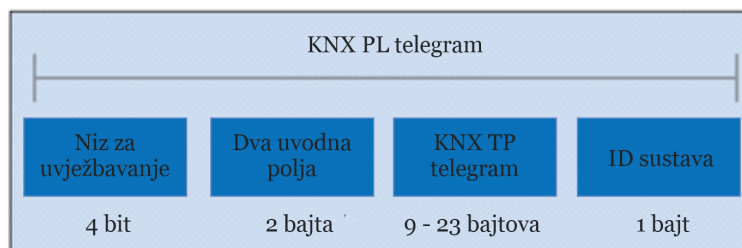
Slika 4.12: Oblik podatkovnog signala kod KNX PL-a (izvor: rad autora)

Podatkovni signali superponiraju se na mrežni napon. Zahvaljujući komparativnim tehnikama i inteligentnom korektivnom postupku primljeni signali mogu se očitati i kada su prisutne smetnje. Srednja frekvencija dvaju signala je 110 kHz, zbog čega je sustav KNX PL poznat i kao PL110. Snaga prijenosa superponiranih signala često je jednaka razini šuma (engl. *noise*) na današnjim elektroinstalacijama visoko „zagađenim“ šumom. Kao rezultat toga, podaci se mogu evaluirati samo pomoću posebnih metoda digitalne obrade signala, kod kojih se snaga prijenosa i prijamna osjetljivost komponente stalno prilagođava uvjetima na elektroinstalaciji. Unutar jedne sekunde može se poslati maksimalno 6 telegrama.

4.2.3. Struktura telegrama

KNX PL telegrami u osnovi su prošireni KNX TP telegrami. KNX PL telegrami imaju četiri polja (Slika 4.13):

- Niz za uvježbavanje (engl. *training sequence*), sinkronizira i postavlja naponske razine predajnika i prijarnika.
- Uvodno polje (engl. *preamble field*), označava početak prijenosa, kontrolira pristup sabirnici i potrebno je za sprječavanje kolizije telegrama.
- Treće polje sadrži KNX TP telegram.
- Polje ID sustava (engl. *System ID*), sadrži identifikator za držanje odvojenim signala različitih KNX PL sustava, tako da samo uređaji koji koriste isti identifikator sustava mogu međusobno komunicirati.



Slika 4.13: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNX PL-a (izvor: rad autora)

4.1.4. Način pristupa sabirnici

Kao i KNX TP, KNX PL zahtijeva korištenje posebnog pristupa sabirnici kako bi se spriječile kolizije između telegrama. To se postiže odgodom slanja telegrama komponentama. Zadano stanje svih komponenti na sabirnici je način primanja; samo ako su ispunjeni određeni uvjeti, mogu se prebaciti u način slanja.

Ako komponenta detektira niz bitova uvodnog polja telegrama, to joj pokazuje da je sabirnica zauzeta od strane neke druge komponente. Postoji razlika između dva stanja: sabirnica zauzeta (engl. *bus occupied*) i sabirnica blokirana (engl. *bus blocked*). Ako komponenta primi signal o zauzetosti sabirnice, prijenos se njenog telegrama odgađa. Na taj se način znatno smanjuje vjerojatnost kolizije telegrama.

4.2.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu

Kod KNX PL-a komponente se spajaju izravno na mrežu od 230 V.

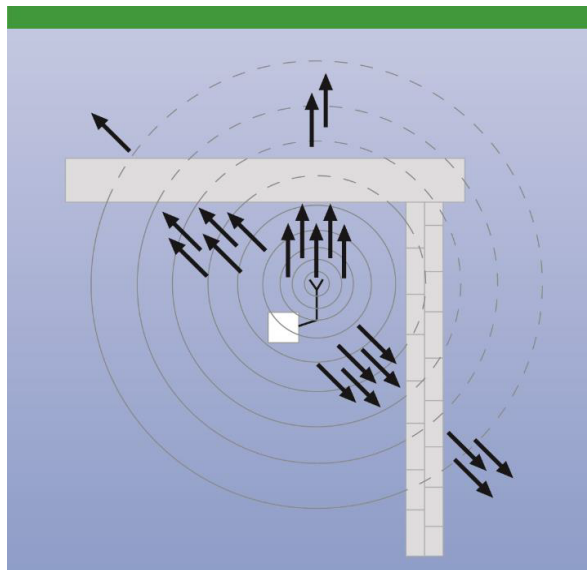
4.3. KNX komunikacija radijskom frekvencijom (engl. radio frequency – RF)

Komunikacija radijskom frekvencijom pogodan je KNX komunikacijski medij u onim situacijama kada nije moguće postaviti nove kabele u zgradi (npr. za senzore u nedostupnim zonama). KNX RF je prikladan i za proširenje postojećih KNX TP instalacija. Teoretski, KNX RF bi mogao omogućiti bežično upravljanje svim tehnologijama u zgradi, ali to je prije iznimka nego pravilo.

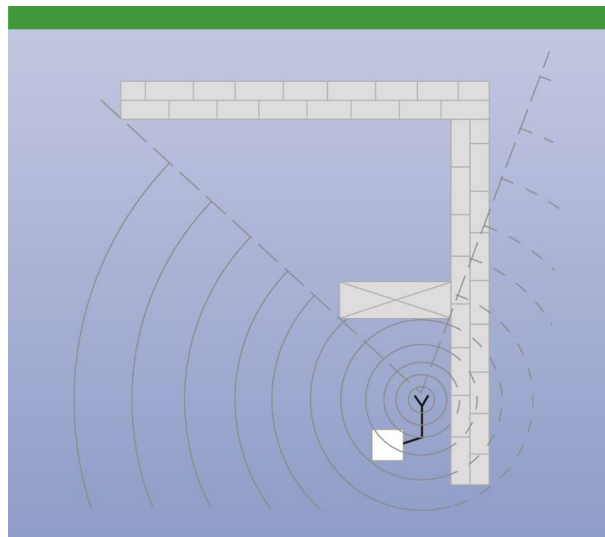
Zbog najveće dopuštene snage prijenosa i ograničenja raspoložive energije za prijenos u slučaju komponenti koje rade na baterije ili bez njih (npr. rade pomoću solarne energije), domet KNX RF komponenti u slučaju optičke vidljivosti između predajnika i prijarnika ograničen je na približno 100 m. RF signali najčešće su prigušeni na putu od predajnika do prijarnika zbog mnogih čimbenika. Stoga je stvarni radni domet unutar zgrada smanjen (Slika 4.14).

Radijski signali ne prolaze nesmetano kroz zidove, stropove i namještaj, već su pri prostiranju oslabljeni i djelomično reflektirani. Metalni predmeti zaklanjaju ili reflektiraju radio-signale, a zasjenjenja⁶ nastaju na njihovoj poledini, zbog čega izravan prijam nije moguć (Slika 4.15).

⁶ Iščezavanje signala uslijed zasjenjenja (engl. shadow fading) uzrokovano je fizičkim preprekama na putu prostiranja radijskog signala. Prigušenje signala ovisi o dielektričnim svojstvima materijala (prepreke).

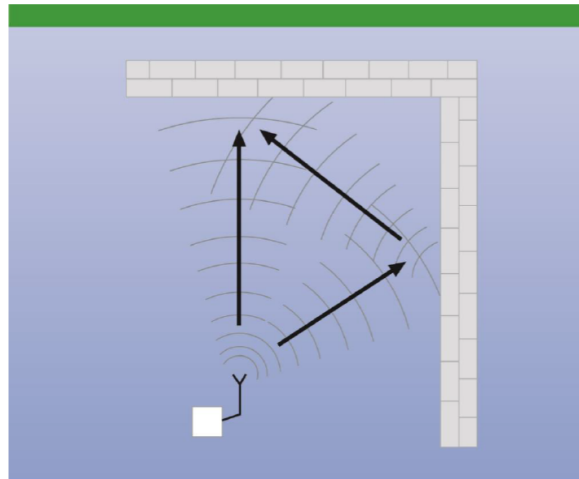


Slika 4.14: Prigušenje signala zbog prolaska kroz zidove i stropove ovisi o materijalu i debljini stijenke (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)



Slika 4.15: Zasjenjenje zbog metalnih zidova, vrata ili ormara (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

Refleksije mogu imati i pozitivan i negativan učinak. Refleksije imaju pozitivan učinak u zonama u kojima nije moguć izravan prijam. Refleksije su ometajuće kada se i reflektirani i izravni signal poklapaju u prijarniku. Zbog različitih vremena propagacije dvaju signala primljenih različitim putevima rezultirajući zajednički signal može biti oslabljen u usporedbi s izravno primljenim signalom (Slika 4.16).



Slika 4.16: Slabljenje i pojačanje signala kao posljedica refleksije (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

4.3.1. Napajanje

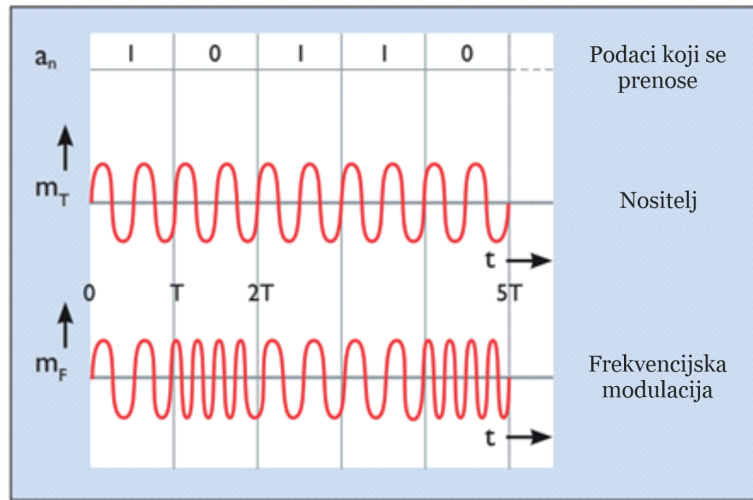
RF senzori općenito su opremljeni baterijama kako bi se mogli postaviti na mjesto gdje ne postoji pristup energetske mreži. To je moguće samo ako te komponente ne moraju biti u stalnom stanju pripravnosti za primanje podataka. Stoga je KNX definirao jednosmjerni model komponenti koje šalju telegrame samo kada je to potrebno i ne sadrže prijamnik. S druge strane, aktuatori trebaju biti u mogućnosti uvijek primiti telegrame, stoga moraju podržavati dvosmjernu komunikaciju. RF aktuatori stoga se općenito napajaju putem 230 V instalacije. Kod KNX-a sve komponente koje se koriste kao prijammnici moraju moći i odašiljati signale.

4.3.2. Brzina prijenosa podataka i oblik podatkovnog signala

Radijska tehnologija radi tako što modulira signal s informacijama koje treba poslati. To se može učiniti modulacijom njegove amplitude (amplitudna modulacija), frekvencije (frekvencijska modulacija), faze (fazna modulacija) ili njihove kombinacije. Modulirani signal šalje se prijammnicima, koji ga zatim demoduliraju, tj. izdvajaju informacije iz moduliranog signala.

U KNX RF sustavu kao proces modulacije koristi se frekvencijska modulacija (engl. *Frequency Shift Keying - FSK*). Logička stanja „0” i „1” generiraju se malim odstupanjem u frekvenciji nositelja, koja se naziva i srednja frekvencija (Slika 4.17). U KNX RF sustavu frekvencija od 868,30 MHz koristi se kao srednja frekvencija. Brzina prijenosa informacija koje se prenose iznosi 16384 bit/s i modulirana je prema Manchesterskom kodiranju. Prednost Manchesterskog kodiranja je povećana pouzdanost prijenosa. S ovim se kodiranjem promjena ruba impulsa iz „0” u „1” ili obrnuto izvodi u središtu svakog informacijskog bita. Predajnici i prijammnici mogu se vrlo lako sinkronizirati s ovim kodiranjem jer prijelaz 0/1 ili 1/0 u središtu svakog bita koji se šalje omogućuje kontinuiranu prilagodbu takta. Frekven-

cija prijenosa KNX RF sustava nalazi se u ISM pojasu⁷. Frekvencijski rasponi za različite primjene unutar ovog pojasa precizno su definirani.



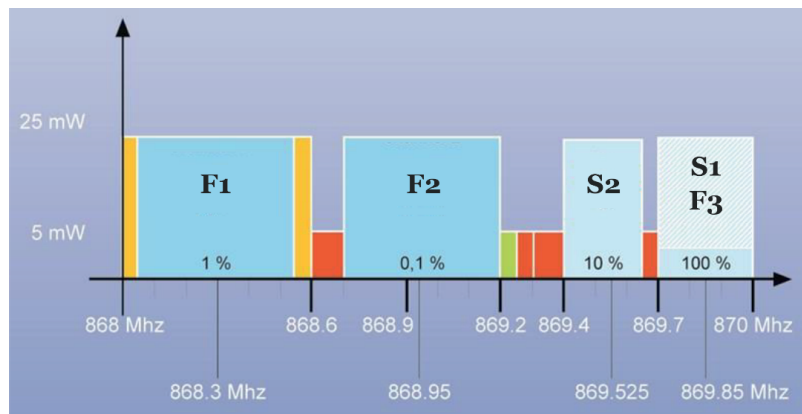
Slika 4.17: Frekvencijska modulacija i signal u KNX RF-u (izvor: rad autora)

Odabir točne frekvencije prijenosnog signala važan je pri određivanju performansi prijenosa. Kod KNX RF-a razlikuju se KNX RF Ready i KNX RF Multi.

Kad je u pitanju KNX Ready, frekvencija prijenosnog signala iznosi 868,3 MHz i dostupan je samo jedan komunikacijski kanal. Međutim, radijska komunikacija u kojoj je dostupan samo jedan kanal osjetljiva je na smetnje radijskih sustava koji ne pripadaju KNX sustavu, a koriste iste ili susjedne frekvencije te koriste drukčije metode za pristup komunikacijskom mediju.

KNX RF Multi ima više kanala (Slika 4.18). U slučaju pojave smetnje KNX RF Multi omogućava komponentama da se prebace sa zauzetog kanala (npr. F1, koji je identičan kanalu koji koristi KNX RF Ready) na drugi radijski kanal, tj. idealno dva druga brza kanala (F2 i F3) ili dva spora kanala (S1 i S2).

⁷ ISM band engleska je kratica od riječi za industrijski, znanstveni i medicinski frekvencijski raspon (engl. *industrial, scientific and medical*). Područja oko frekvencija od 800 MHz, 2,45 GHz i 13 GHz slobodna su za različite primjene u industriji, znanosti i medicini. Za opremu koja radi u tome području nije potrebno ishoditi prethodnu dozvolu niti plaćati koncesiju za uporabu tog frekvencijskog raspona.



Slika 4.18: KNX RF Multi – različiti kanali i pripadajuće frekvencije (izvor: rad autora)

Brzi kanali namijenjeni su aplikacijama kojima upravljaju izravno korisnici, npr. svjetlima, sjenilima itd., dok su spori kanali za uređaje koji ne moraju biti stalno u načinu prijama, npr. za HVAC upravljačke sustave.

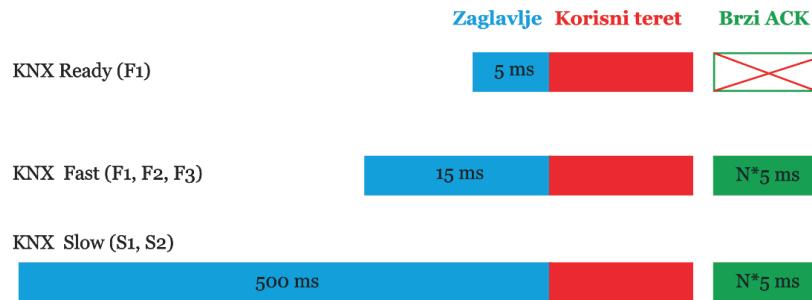
Brzi kanali imaju brzinu prijenosa podataka od 16,384 kbps, a spori kanali samo polovicu toga. Dok brzina prijenosa podataka (engl. *duty cycle*⁸) kanala F1 i F2 može biti samo 1 % ili 0,1 % pri maksimalno 25 mW, za kanale F3 i S1 može se povećati na 100 % pri maksimalno 5 mW (ali između 5 i 25 mW opet samo 1 %).

Iako komponente uvijek mogu slati telegrame, one se prebacuju u stanje mirovanja kako bi smanjile svoju potrošnju, i to do 80 % za brze kanale te čak 99 % za spore kanale, uključujući se samo povremeno kako bi primili telegrame. Višekanalne komponente moraju imati mogućnost da rade kao jednokanalne komponente.

KNX RF Multi također omogućuje provjeru je li telegram ispravno primljen: brza, izravna potvrda prijama (engl. *Fast IACK*) može se dobiti od do 64 pojedinačna primatelja. Ako se ne primi brzi IACK, prijenos telegrama automatski se ponavlja. U većim se instalacijama retransmiteri mogu koristiti za prosljeđivanje telegrama na udaljena mjesta instalacije. Podatkovni sprežnici (engl. *media couplers*) mogu se koristiti za spajanje KNX RF sustava s KNX TP sustavima. KNX RF Multi komponente koje odašilju u sporom kanalu koriste zaglavlje⁹, koje iznosi 500 ms umjesto 15 ms (u usporedbi s 5 ms za KNX RF Ready), omogućujući prijateljima da dulje budu u stanju mirovanja i time manje troše bateriju (Slika 4.19).

⁸ Trajanje impulsa kao postotak cjelokupnog perioda.ff

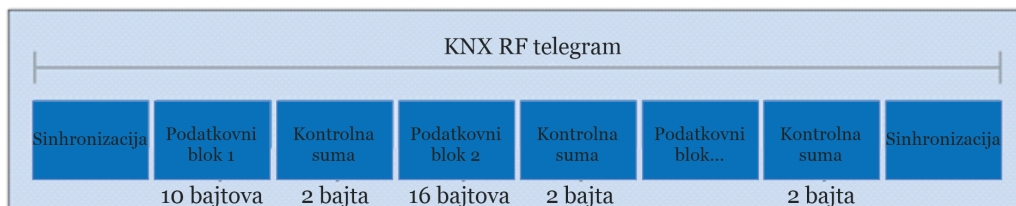
⁹ Zaglavlje (engl. *preamble*) služi za uzbunjivanje prijatelja da započinje prijenos, a zatim im omogućuje sinkronizaciju. Zaglavlje se sastoji od poznate serije „1” i „0”, koje omogućuju prijateljima sinkronizaciju s dolaznim prijenosom. Element zaglavlje odmah slijedi uvodni dio i sadrži informacije o podacima koje treba slijediti, uključujući duljinu korisnog tereta.



Slika 4.19: Zaglavlje različitih KNX RF kanala (izvor: rad autora)

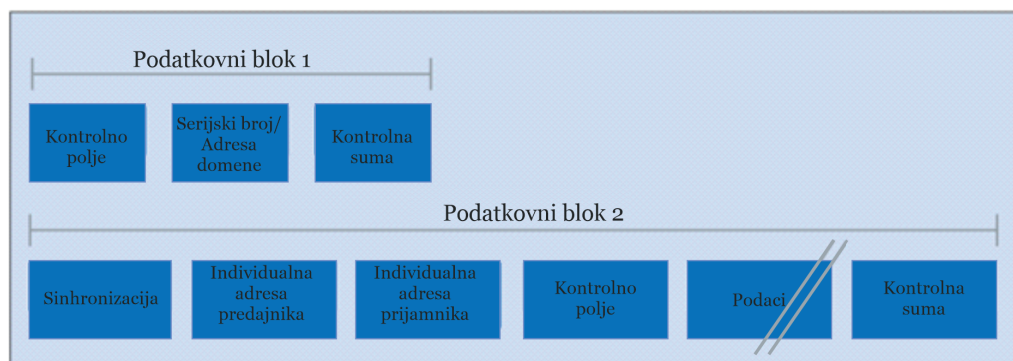
4.3.3. Struktura telegrama

Kao i kod svih KNX komunikacijskih medija, kod KNX RF -a korisni se podaci šalju putem višeodredišnih (engl. *multicast*) telegrama. To znači da jedan telegram može primiti više komponenti spojenih na sabirnicu istovremeno te tako npr. uključiti više rasvjetnih tijela odjednom. KNX RF telegrami sastoje se od nekoliko blokova podataka odvojenih poljima kontrolne sume (Slika 4.20).



Slika 4.20: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNX RF-a (izvor: rad autora)

Podatkovni blokovi (engl. *data block*) sadrže naredbe i podatke za adresiranje (Slika 4.21). Prvi podatkovni blok (*Data Block 1*) sastoji se od tri polja: prvog, kontrolnog polja (engl. *control field*), koje sadrži podatke o duljini telegrama, kvaliteti prijenosa, stanju baterije KNX RF komponente te o tome je li uređaj jednosmjernan. Drugo polje (*Data Block 2*) sadrži ili KNX serijski broj ili adresu domene. Serijski broj dodjeljuje proizvođač i ne može se mijenjati.



Slika 4.21: Struktura podatkovnog polja (izvor: rad autora)

Kod programiranja komponente u E-Modu, serijski broj se procjenjuje u prijarniku zajedno s izvornom adresom pošiljatelja. U KNX RF S-Mode uređajima adresa domene dodijeljena je u ETS-u (verzija 5 ili novija) i služi za razdvajanje susjednih RF sustava.

Treće polje, polje kontrolne sume (engl. *checksum*), omogućuje primatelju da utvrdi je li telegram poslan bez pogreške. Uz daljnja kontrolna polja i bajtove kontrolne sume, drugi blok podataka sastoji se od polja koja sadrže pojedinačnu izvornu adresu (fizičku adresu), odredišnu adresu i korisni teret (engl. *payload*). Ovisno o duljini naredbe KNX telegram također može sadržavati daljnje blokove podataka.

4.3.4. Način pristupa sabirnici

Komponente s jednosmjernom komunikacijom šalju telegrame samo po potrebi. Zbog vrlo kratka vremena prijenosa podataka (engl. *duty cycle*) od 1 % praktički je nemoguće da dođe do kolizije telegrama, čak i kod KNX RF-a Ready.

Komponente s dvosmjernom komunikacijom prije slanja telegrama provjeravaju je li radijski kanal slobodan. Ako je kanal zauzet, komponenta čeka dok se ponovno ne oslobodi prije slanja telegrama. Kod KNX RF-a Multi pošiljatelj može zatražiti potvrdu primitka telegrama.

4.3.5. Povezivanje komponenti na sabirnicu

KNX RF komponente mogu biti podžbukne, nadžbukne ili ugradbene. Ugradbeni uređaji uglavnom su „umetci“ (engl. *inserts*) na koje se montiraju upravljačke tipke za paljenje i gašenje ili prigušivanje svjetla ili pogonski mehanizmi za upravljanje roletama. Radijsko-komunikacijske komponente mogu se integrirati ili u „push-on“ sučelje ili u „umetak“ komponente. Različiti senzori, aktuatori i kombinirane jedinice dostupne su kao nadžbukne/ugradbene komponente prikladne za montažu, lijepljenje ili integraciju na bilo koje željeno mjesto i na bilo koju površinu.

4.4. KNX komunikacija internetskim protokolom – KNX IP

Ethernet je otvorena (neovisna o proizvođaču), lokalna i široka mreža visokih performansi usklađena s međunarodnim standardom IEEE 802.3 (Ethernet). Ethernet se koristi za lokalne mreže, posebno u kombinaciji s Internetom. Diljem svijeta postoji velik izbor različitih mrežnih struktura. Ethernet standard definira fizička područja (slojeve), a putem njih:

- kakav oblik signali imaju u kabelu
- koji se kabeli koriste
- konfiguracije nožica (pinova) kabela
- kako različiti uređaji mogu pristupiti zajedničkom sustavu

- kako su predstavljeni znakovi (informacije) koji se šalju
- koje se metode sigurnosnog kopiranja podataka koriste.

Međutim, za slanje podataka između dva uređaja ove definicije općenito nisu dovoljne. Potrebno je definirati i brojne druge detalje koji se tiču korištenih protokola; ovo je osobito važno u velikim mrežama (Internet). Protokoli su potrebni kako bi računala međusobno komunicirala u mreži.

TCP/IP – skupina protokola, uvedena 1984., trenutno se najviše koristi. Iako se obično govori u obliku „TCP/IP“, TCP (engl. *Transmission Control Protocol*) i IP (engl. *Internet Protocol*) zapravo su dva različita protokola. Strogo govoreći, skup internetskih protokola TCP/IP uključuje i treći, jednako važan protokol: UDP (engl. *User Datagram Protocol*).

Osnovni protokol, IP, služi da se paketi podataka šalju s jednog uređaja na drugi i da pritom slijede optimalne staze. To je omogućeno IP adresama.

TCP protokol temelji se na IP protokolu i koristi se za velik broj uobičajenih mrežnih aplikacija, npr. e-mail i surfanje internetom. TCP protokol uspostavlja stalnu vezu s provjerom pogrešaka i osigurava da se svi paketi podataka šalju ispravnim redoslijedom i da ih prima-telj uspješno rekonstruira (protokol usmjeren na povezivanje).

UDP protokol koristi se za aplikacije u kojima je prihvatljivo da dođe do djelomična gubitka podataka (npr. za audioprijenos i videoprijenos). UDP pruža nespojnu i nepouzdanu uslugu transporta paketa te je moguća međusobna komunikacija bez uspostave stalne veze. UDP je znatno jednostavniji i brži od TCP-a. U aplikacijama poput prijensa govora i videa bilo bi kontraproduktivno ponovno slanje – npr. sekundu kasnije – izgubljenog paketa. UDP protokol često se koristi u automatizaciji zgrada.

Povezivanje KNX-a na Ethernet mrežu ima sljedeće prednosti:

- Postojeća mrežna infrastruktura u zgradi može se koristiti za povezivanje dijelova KNX sustava i to za glavne (engl. *main*) i okosne (engl. *backbone*) linije KNX-a (veća brzina, isplativije i praktičnije).
- Zgrade se mogu nadzirati i kontrolirati putem Etherneta s bilo kojeg mjesta u svijetu.
- Nekoliko pojedinačnih objekata (zgrada) može se motriti i održavati sa središnje lokacije putem Interneta.
- Projektant KNX sustava može daljinski (putem Interneta) analizirati i programirati KNX sustav.

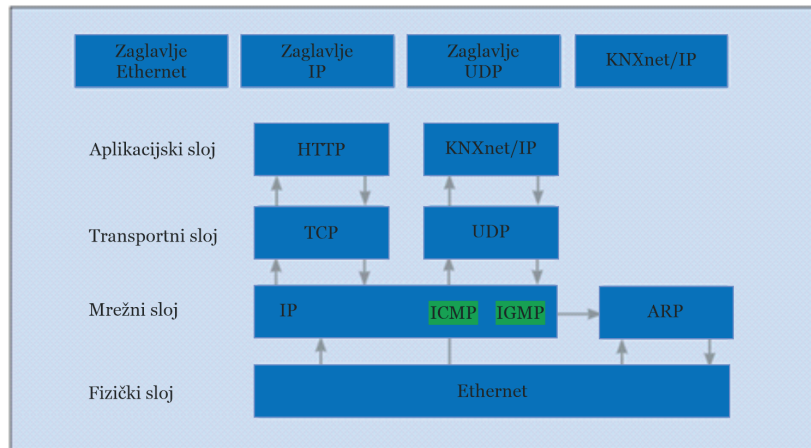
4.4.1. Protokol

KNX sustav koristi dvije Ethernet komunikacijske metode – tuneliranje i usmjeravanje – od kojih obje koriste UDP protokol.

Tuneliranje se koristi za pristup sabirnici putem lokalne mreže ili Interneta u svrhu programiranja KNX sustava, dok se usmjeravanje koristi za razmjenu telegrama preko Ethernet mreže (npr. povezivanje dvaju ili više KNX TP sustava putem Etherneta).

KNX protokoli za ove dvije metode komunikacije nazivaju se KNXnet/IP usmjeravanje (engl. *KNXnet/IP routing*) i KNXnet/IP tuneliranje (engl. *KNXnet/IP tunneling*).

IP komunikacija u KNX-u može se objasniti pomoću OSI¹⁰ referentnog modela (Slika 4.22). Komunikacija se odvija preko aplikacijskog sloja (koji generira KNXnet/IP telegram), transportnog sloja (UDP), mrežnog sloja (IP) i Ethernet – fizičkog sloja. Kao i kod TP protokola, KNXnet/IP informacijama uvijek se dodaju dodatne informacije za odgovarajući sloj (zaglavlje).



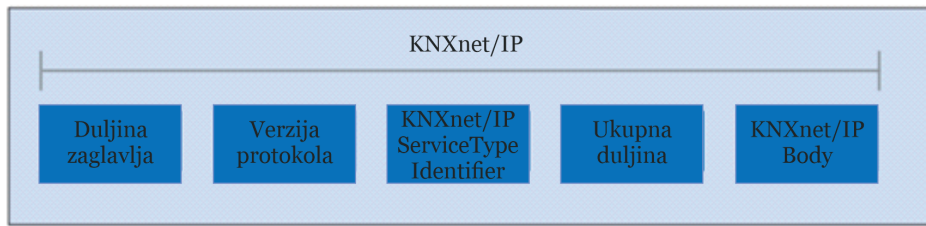
Slika 4.22: KNXnet/IP u OSI referentnom modelu (izvor: rad autora)

4.4.2. Struktura telegrama

KNXnet/IP telegram sadrži još neke informacije osim onih u KNX TP telegramu (Slika 4.23):

- Polje „Duljina zaglavlja“ (engl. *Header Length*) uvijek je ista. Ove se informacije ipak šalju jer se duljina zaglavlja može promijeniti u kasnijoj verziji protokola. Svrha je za zaglavlja označiti početak telegrama.
- Polje „Verzija protokola“ (engl. *Protocol Version*) označava koja se verzija KNXnet/IP protokola koristi.
- Polje „KNXnet/IPServiceType Identifier“ označava radnju koja se treba izvršiti.
- Polje „Ukupna duljina“ (engl. *Total Length*) označava ukupnu duljinu KNXnet/IP telegrama.
- Polje „KNXnet/IP-Body“ sadrži korisni teret (engl. *payload*).

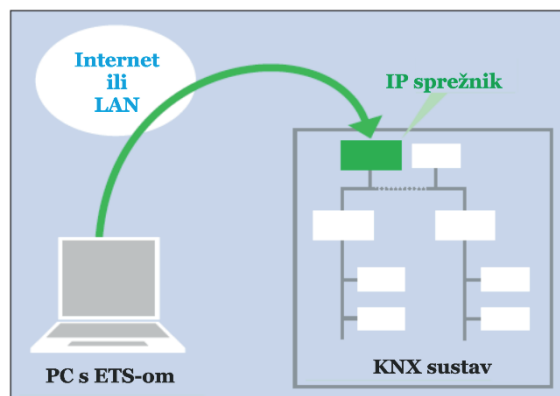
¹⁰ OSI model ili referentni model za otvoreno povezivanje sustava najkorišteniji je apstraktni opis arhitekture mreže. Opisuje komunikaciju sklopovlja, programa, softvera i protokola pri mrežnim komunikacijama. Koriste ga proizvođači pri projektiranju mreža, kao i stručnjaci pri proučavanju mreža. OSI model arhitekturu mreže dijeli u sedam logičkih razina i daje popis funkcija, servisa i protokola koji funkcioniraju na svakoj razini.



Slika 4.23: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNXnet/IP-a (izvor: rad autora)

4.4.3. KNXnet/IP tuneliranje

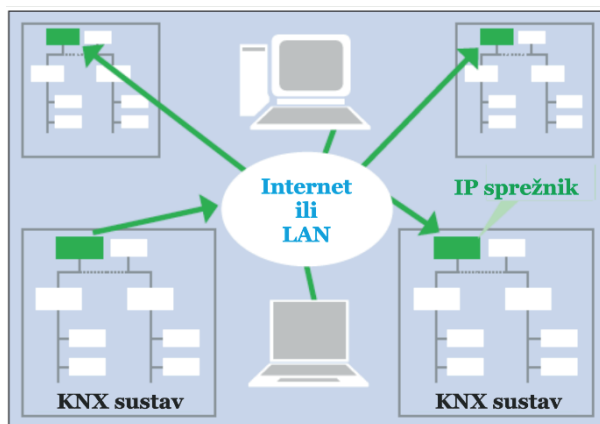
Tuneliranje se koristi kada se ETS koristi za slanje KNX telegrama usmjereno prema IP sprežniku (engl. *IP coupler*). U načelu je to uvijek slučaj ako se fizička adresa koristi kao odredišna adresa (npr. kod programiranja fizičke adrese / preuzimanja aplikacijskog softvera za KNX uređaje). Kod tuneliranja se komunikacija uvijek odvija preko IP adrese KNXnet/IP komponente koja se koristi za tuneliranje (Slika 4.24).



Slika 4.24: Primjer KNXnet/IP tuneliranja: programiranje komponente spojene na sabirnicu putem Etherneta (izvor: rad autora)

4.4.4. KNXnet/IP usmjeravanje

Usmjeravanje se koristi za istovremeni prijenos KNX telegrama do nekoliko komponenti putem KNXnet/IP usmjerivača (Slika 4.25). KNXnet/IP usmjerivač koji služi kao linijski sprežnik (engl. *line coupler* – LC). Za KNX TP sabirnicu samo će poslati telegram na IP stranu ako se odgovarajuća grupna adresa pojavi u tablici filtra KNXnet/IP usmjerivača. Svi ostali KNXnet/IP usmjerivači koji služe kao linijski sprežnici (LC) za druge KNX TP sabirnice samo će prenijeti telegram s IP strane na svoju KNX TP sabirnicu pod uvjetom da se relevantna grupna adresa pojavljuje u tablicama filtra KNXnet/IP usmjerivača.



Slika 4.25: Primjer KNXnet/IP usmjeravanja: pristup nekoliko KNX sustava putem Etherneta (izvor: rad autora)

5

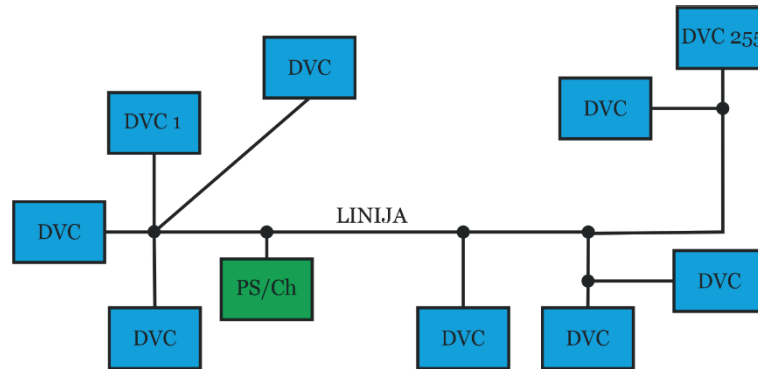
POGLAVLJE

KNX TP TOPOLOGIJA

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- razlikovati različite KNX topologije
- izabrati prikladnu KNX topologiju za realizaciju KNX sustava
- isplanirati proširenje postojeće KNX topologije novim podsustavom.

KNX sustavi mogu se proširivati po potrebi, a mogu se sastojati od više KNX podsustava baziranih na različitim komunikacijskim medijima (TP, PL, RF, IP). Kako bi se osigurao prijenos telegrama između pojedinačnih komponenti, KNX sustavi moraju se pridržavati određene topologije. Osnovna jedinica KNX TP instalacije je linija (engl. *line*) (Slika 5.1).



DVC – komponenta; PS/Ch – napajanje s prigušnicom

Slika 5.1: KNX TP topologija – linija (izvor: rad autora)

Linija mora imati KNX napajanje s prigušnicom (PS/Ch) i ne više od 256 komponenti (DVC). Kabel s upletenom paricom (sabirnica) obavlja dvostruku funkciju: napaja komponente i omogućuje razmjenu informacija (telegrama) među komponentama. Sabirnica se može polagati po želji, a ogranci se mogu dodati na bilo kojem mjestu. Rezultirajuća topologija je struktura „stabla” koja omogućuje veliku fleksibilnost u pogledu postavljanja sabirnice i povezivanja komponenti.

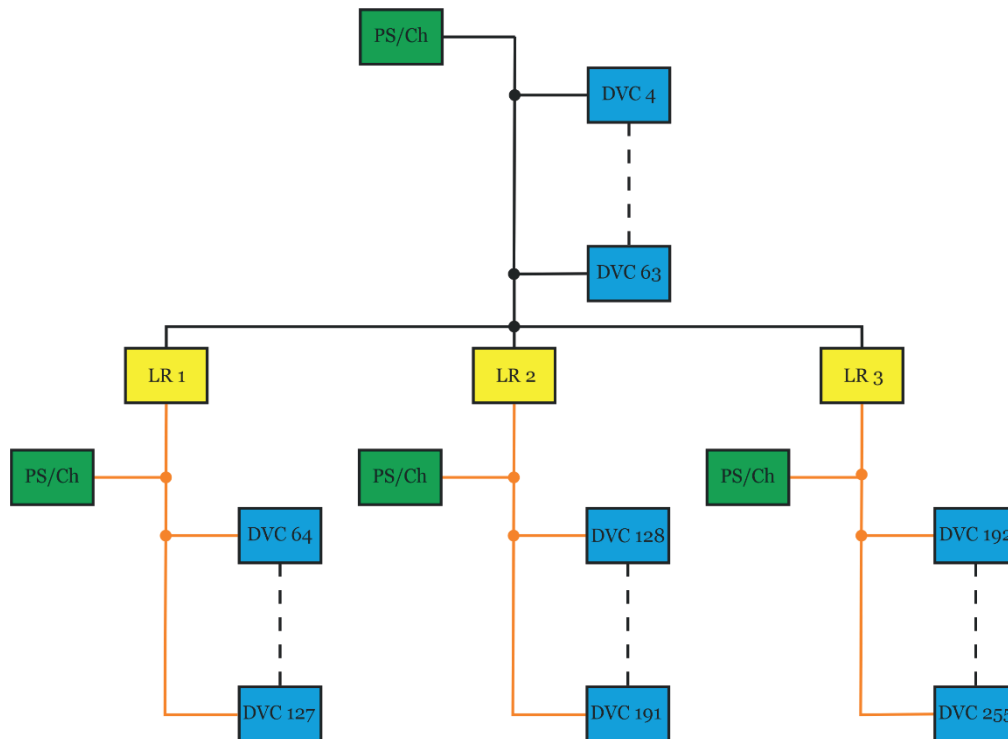
Kako je prethodno spomenuto, na jednu liniju može se spojiti do 256 komponenti (TP1-256), vodeći računa o dovoljnoj snazi napajanja (prosječno je potrebno oko 10 mA po komponenti). Međutim, ovo je omogućeno tek od 2019. godine. Do 2019. godine na jednu se liniju moglo spojiti do 64 komponente (TP1-64).

Sve komponente proizvedene i isporučene nakon 2019. godine su KNX TP1-256 kompatibilne. Komponente proizvedene prije ovog datuma usklađene su sa starim standardom KNX TP1-64.

KNX TP1-64 i KNX TP1-256 komponente kompatibilne su jedna s drugom i mogu se koristiti zajedno unutar instalacije. Ako se unutar sustava koristi kombinacija KNX TP1-64 i KNX TP1-256 komponenti, svaka KNX TP1-64 komponenta zamjenjuje (zauzima) četiri KNX TP1-256 komponente. Sve dok je ukupan broj komponenti na liniji manji od 256, sustav će raditi ispravno.

Kod sustava koji koriste TP1-64 komponente koriste se linijska pojačala (engl. *line repeaters* – LR) za produljenje linije ako sustav zahtijeva više od 64 komponente. Tako dodane linije nazivaju se linijski segmenti (engl. *line segments*). Linijski segment sastoji se od linijskog pojačala (LR), izvora napajanja s prigušnicom i ne više od 64 dodatne komponente

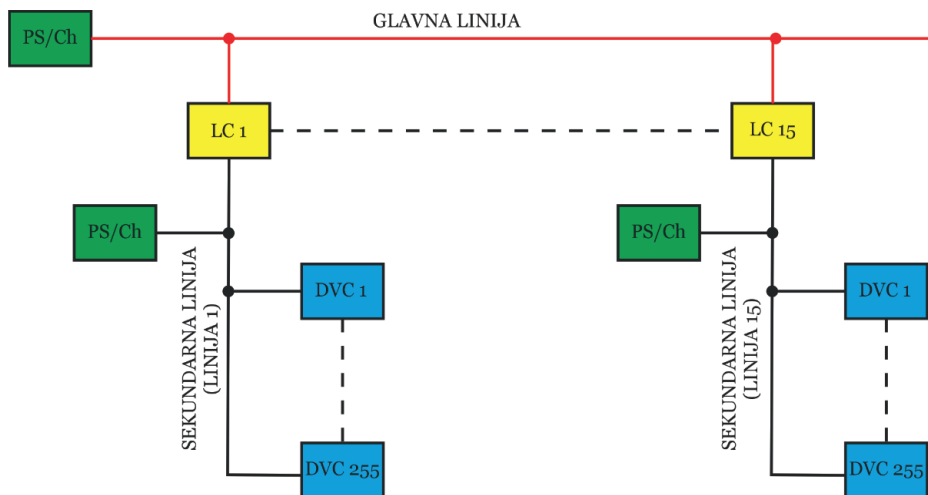
(linijska pojačala ubrajaju se u komponente). Na liniju se mogu spojiti najviše tri linijska pojačala (LR), što znači da je najveći broj komponenti 255 (Slika 5.2).



Slika 5.2: Maksimalna duljina linije u KNX TP1-64 (izvor: rad autora)

Drugi je način proširenja instalacije dodavanje novih linija korištenjem linijskih sprežnika (engl. *line couplers* - LC). Budući da su u praksi linijska pojačala (LR) i linijski sprežnici (LC) često iste komponente, linije se obično ne produljuju do svoje maksimalne veličine linijskim pojačalima (LR); umjesto toga općenito se stvaraju nove linije. S jedne strane ovo sustav čini lakšim za upravljanje, a s druge strane smanjuje broj telegrama koji putuju uzduž svake linije s obzirom na to da linijski sprežnik (LC) ima funkciju filtra.

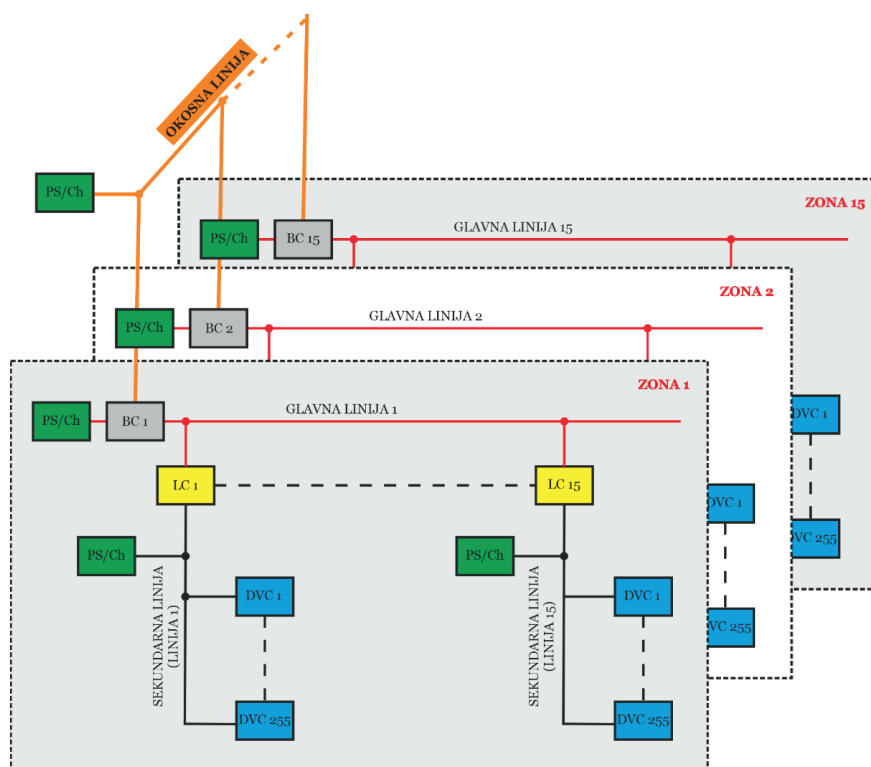
Linijski sprežnik (LC) neće poslati telegram na liniju kojoj nije namijenjen. S do petnaest linija može se upravljati koristeći linijske sprežnike spojene na glavnu liniju (engl. *main line*) kako bi se formirala zona (engl. *area*) (Slika 5.3).



Slika 5.3: Zona u KNX TP-u – do petnaest linija može se povezati na glavnu liniju (izvor: rad autora)

Na glavnu liniju (engl. *main line*) također se mogu spojiti do 64 komponente (KNX TP1-64), odnosno do 256 komponenti (KNX TP1-256). Linijska pojačala (LR) ne mogu se koristiti da glavnoj liniji. Linijski sprežnici (LC) spojeni na glavnu liniju broje se kao komponente. Svaka linija spojena na glavnu liniju treba imati svoje napajanje s prigušnicom.

Do petnaest zona (engl. *area*) može se spojiti na okosnu liniju (engl. *backbone line*) pomoću sprežnika zone (engl. *area coupler*) ili okosnog sprežnika (engl. *backbone coupler – BC*) (Slika 5.4). Okosna linija također treba imati vlastito napajanje.



Slika 5.4: Do petnaest zona može se povezati sa sprežnicima zone (BC) kod KNX TP-a (izvor: rad autora)

Linijski sprežnici (LC) na okosnoj liniji ubrajaju se u komponente. U praksi se povezivanje zona obično izvodi pomoću linijskog sprežnika (LC) koji je parametriziran kao sprežnik zone (BC).

Podjela KNX sustava na linije i zone ima brojne prednosti:

- Pouzdaniji rad zahvaljujući galvanskom odvajanju – sve linije i zone imaju vlastito napajanje. Sustav kao cjelina nastavlja raditi čak i ako pojedinačni izvori napajanja zakažu.
- Lokalni podatkovni promet na liniji ili zoni ne utječe na brzinu prijenosa podataka u drugim linijama i zonama.
- Topologija je logična i upravljiva za potrebe programiranja komponenti (engl. *commissioning*).

5.1. Duljina

Zbog oblikovanja signala i zbog najvećeg dopuštenog kašnjenja propagacije signala udaljenosti u segmentima linije ograničene su kako slijedi:

- udaljenost od napajanja do komponente: maksimalno 350 m
- udaljenost između bilo koje dvije komponente u liniji: maksimalno 700 m
- duljina segmenta linije: maksimalno 1000 m; liniju je moguće produžiti trima linijskim segmentima koristeći linijsko pojačalo (LR), ali sveukupna duljina instalacije ne smije biti veća od 4000 m.

Udaljenost između dva izvora napajanja (uključujući prigušnicu) u liniji: prema specifikacijama proizvođača.

5.2. Adresiranje komponenti

Kod KNX sustava razlikujemo dvije vrste adresiranja – individualno i grupno. Individualna adresa mora biti jedinstvena unutar KNX instalacije. Njena je namjena programiranje i podešavanje komponenti sustava ETS-om putem sabirnice. Na komponenti obično postoji dugme za programiranje. Pritiskom na dugme, koristeći ETS, komponenti se dodjeljuje individualna adresa. ETS sada može proslijediti komponenti sve potrebne podatke (aplikaciju, konfiguraciju, parametre, grupne adrese) putem sabirnice.

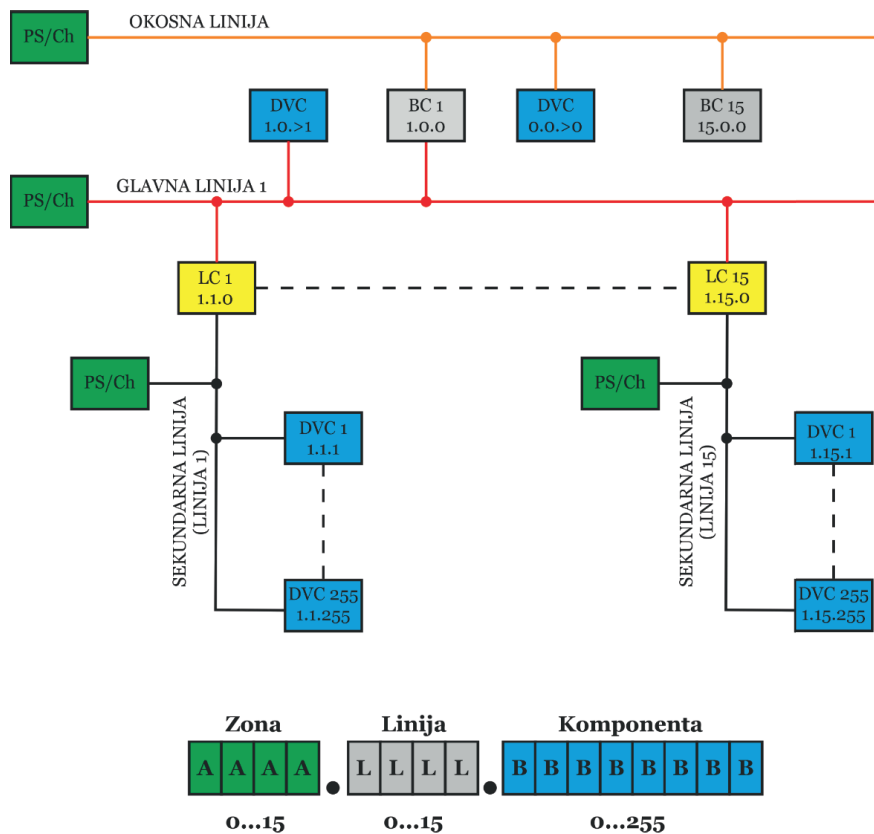
Nakon puštanja komponente u rad, komunikacija između komponenti (npr. uključenje/isključenje rasvjete) odvija se isključivo putem grupnih adresa.

5.2.1. Individualne adrese komponenti

Svakoj komponenti KNX sustava dodijeljen je jedinstveni, nedvosmisleni broj – njegova individualna adresa (fizička adresa). Sastoji se od tri broja odvojena točkama. Brojevi označavaju položaj komponente u topologiji (Slika 5.5):

- prvi broj označava zonu
- drugi broj označava liniju
- treći je broj redni broj koji označava položaj komponente u samoj liniji.

Individualne su adrese potrebne kako bi se komponente jasno identificirale, ali i kako bi se programirale. Fizičke adrese linijskih spreznika i spreznika zona moraju uvijek imati broj 0 kao svoj redni broj (treća znamenka individualne adrese).



Slika 5.5: Individualne adrese KNX TP256 (izvor: rad autora)

Način adresiranja komponenti prikazan je u Tablica 5.1.

Tablica 5.1: Individualne adrese komponenti (izvor: rad autora)

Oznaka	Vrijednost	Opis
A	1 – 15	adresira zone od 1 do 15
A	0	adresira komponentu na okosnoj liniji (engl. <i>backbone line</i>)
L	1 – 15	adresira linije od 1 do 15 u zoni definiranoj s A
L	0	adresira glavnu liniju
D	0 – 255	adresira komponente na liniji definiranoj s L
D	0	adresira sprežnik

Adresa sprežnika određuje namjenu, odnosno položaj sprežnika u topologiji (Slika 5.6).

Individualna adresa								
A	L	D						
			Naziv sprežnika		Područje primjene			
> 0	= 0	= 0	Okosni sprežnik		Okosna linija/glavna linija			
> 0	> 0	= 0	Linijski sprežnik		Glavna linija/sekundarna linija			
> 0	> 0	> 0	Linijско pojačalo		Produžavanje linije			

Slika 5.6: Područje primjene sprežnika određeno je adresom (izvor: rad autora)

Primjer:

- Individualna adresa 1.1.0: linijski sprežnik spaja prvu liniju s glavnom linijom u prvoj zoni.
- Individualna adresa 2.3.20: komponenta 20 u trećoj liniji druge zone.

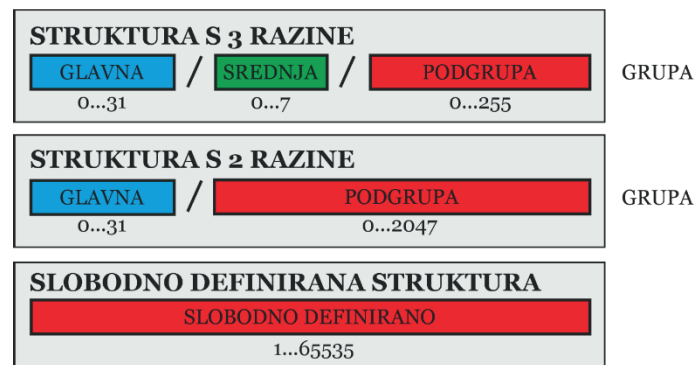
5.2.2. Grupno adresiranje

Do 65535 grupnih adresa dostupno je u ETS-u. Koliko se grupnih adresa može dodijeliti KNX komponentama, ovisi o profilu KNX sustava, aplikacijskom programu i/ili količini parametara. Da bi bila funkcionalna, grupna adresa mora biti povezana s najmanje dvije komponente – s jednom za slanje telegrama na sabirnicu, a s drugom za primanje podataka sa sabirnice.

Za svaki ETS projekt moguće je odabrati prikaz grupnih adresa na tri načina (Slika 5.7), a to su:

- struktura s 3 razine (glavna grupa / srednja grupa / podgrupa)
- struktura s 2 razine (glavna grupa / podgrupa)
- slobodno definirana struktura.

Razine služe samo za jasniji pregled funkcija / grupnih adresa kreiranih u ETS-u. Zadana je razina struktura s 3 razine. Razina strukture može se postaviti za svaki projekt u svojstvima projekta ETS-a.



Slika 5.7: Struktura grupnih adresa (izvor: rad autora)

Grupne su adrese od velike važnosti s obzirom na to da problemi povezani s KNX instalacijama i ETS programiranjem najčešće proizlaze iz sljedećih problema povezanih s KNX grupnim adresama:

- nema jasna uvida u detalje KNX projekta
- ETS programiranje teško je i zamorno kada ne postoji jasna struktura grupnih adresa
- loše strukturirane grupne adrese otežavaju otklanjanje pogrešaka
- slabo dokumentirane grupne adrese otežavaju vizualizaciju
- nema opisa ili pojedinosti za grupne adrese
- nema fleksibilnosti u procesu projektiranja i konfiguracije, što projektantu otežava naknadne dogradnje sustava.




Da bi se izbjegle komplikacije i olakšalo programiranje u ETS-u, KNX grupne adrese moraju biti pravilno strukturirane, dobro dokumentirane te ih se mora lako čitati i razumjeti.

Ne postoji strogo pravilo kako odabrati grupne adrese. Načelno, postoje tri načina organizacije, odnosno tri načina formiranja grupnih adresa:

- struktura grupnih adresa na temelju funkcija (promiče KNX udruga)
- struktura grupnih adresa na temelju strukture (tlocrta) zgrade (uglavnom se koristi u većim projektima)
- struktura grupnih adresa na temelju komponenti.

Naravno, postoje brojne varijacije strukture grupnih adresa, a njih odabire projektant. Da bi se pojednostavnila logika dodjeljivanja grupnih adresa, struktura grupne adrese od tri grupe dijeli se na dva dijela: glavnu i srednju grupu, i grupne adrese, koje su iste za sve strukture (GA skup). Odvajanjem GA skupa postaje jasnije kako izgraditi glavnu i srednju grupu strukture. Najčešći GA skupovi dani su u Tablici 5.2. GA skup sastoji se od grupnih adresa koje se nazivaju grupni objekti.

Tablica 5.2: Primjer GA skupova (izvor: rad autora)

Grupne adrese za rasvjetu s mogućnošću regulacije		
	ON/OFF	Switch ON/OFF
	DIM	Dim UP/DOWN
	VALUE	Control brightness value
	FB	Status feedback (ON/OFF)
	FB VALUE	Status feedback (Object Value)
Grupne adrese za sjenila/rolete		
	UP/DOWN	Move blind UP and DOWN
	STOP or SLATS	Stop blind
	POSITION HEIGHT	Control height of slats
	POSITION SLATS	Control position of slats
	SHADING	Control position for shading
	BLOCK	Block local manual operation
	STATUS POSITION HEIGHT	Status feedback height of blinds
	STATUS POSITION SLATS	Status feedback slats
Grupne adrese za klimatizaciju		
	CONTROL VALUE	Control value for valve (ON/OFF or value)
	CURRENT TEMP	Current temperature value
	BASIC SETPOINT	Basic set-point
	FB	Feedback
	FB CURRENT SETPOINT	Feedback of current set-point
	FAULT	Fault
	STATUS OPERATION MODE	Operation mode of controller
	BLOCK	Block manual operation

Razlike između glavne grupe, srednje grupe i podgrupe prikazane su u Tablici 5.3.

Tablica 5.3: GA skupovi u grupama različitih struktura grupnih adresa (izvor: rad autora)

Struktura na temelju	Glavna grupa	Srednja grupa	Podgrupa	
funkcije	Funkcija	Podfunkcija	ime kanala	*
zgrade	Dio zgrade	Funkcija	ime kanala	**
komponente	Vrsta komponente	Dio zgrade	ime kanala	**

* GA raspoređen na različite srednje grupe

** Svi GA u istoj podgrupi

Dodavanje GA skupova različitim strukturama grupnih adresa prikazano je na Slici 5.8.

Funkcija	Zgrada	Komponenta
<ul style="list-style-type: none"> 1 Lighting <ul style="list-style-type: none"> 1/0 Scene 1/1 Switch <ul style="list-style-type: none"> 1/1/1 Kitchen, Ceiling lamp SW 1/1/2 Kitchen, Spotlights SW 1/1/3 Kitchen, Cabin light SW 1/2 Feedback <ul style="list-style-type: none"> 1/2/1 Kitchen, Ceiling lamp FB 1/2/2 Kitchen, Spotlights FB 1/2/3 Kitchen, Cabin light FB 1/3 Dimming 1/4 Value 1/5 Value Feedback 2 Shutter 3 Heating 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Floor 1 <ul style="list-style-type: none"> 1/0 Scene 1/1 Lighting <ul style="list-style-type: none"> 1/1/1 Kitchen, Ceiling lamp SW 1/1/2 Kitchen, Ceiling lamp FB 1/1/3 Kitchen, Ceiling lamp DIM 1/1/4 Kitchen, Ceiling lamp VAL 1/1/5 Kitchen, Ceiling lamp VALFB 1/1/6 Kitchen, Spotlight SW 1/2 Lighting 2 1/3 Shutter 1/4 Heating 2 Floor 2 3 Floor 3 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Dimming <ul style="list-style-type: none"> 1/0 Basement 1/1 Floor 1 <ul style="list-style-type: none"> 1/1/1 Kitchen, Ceiling lamp SW 1/1/2 Kitchen, Ceiling lamp FB 1/1/3 Kitchen, Ceiling lamp DIM 1/1/4 Kitchen, Ceiling lamp VAL 1/1/5 Kitchen, Ceiling lamp VALFB 1/1/6 Kitchen, Spotlight SW 1/2 Floor 2 1/3 Floor 3 1/4 Floor 4 2 Switching On/Off 3 Digital Inputs

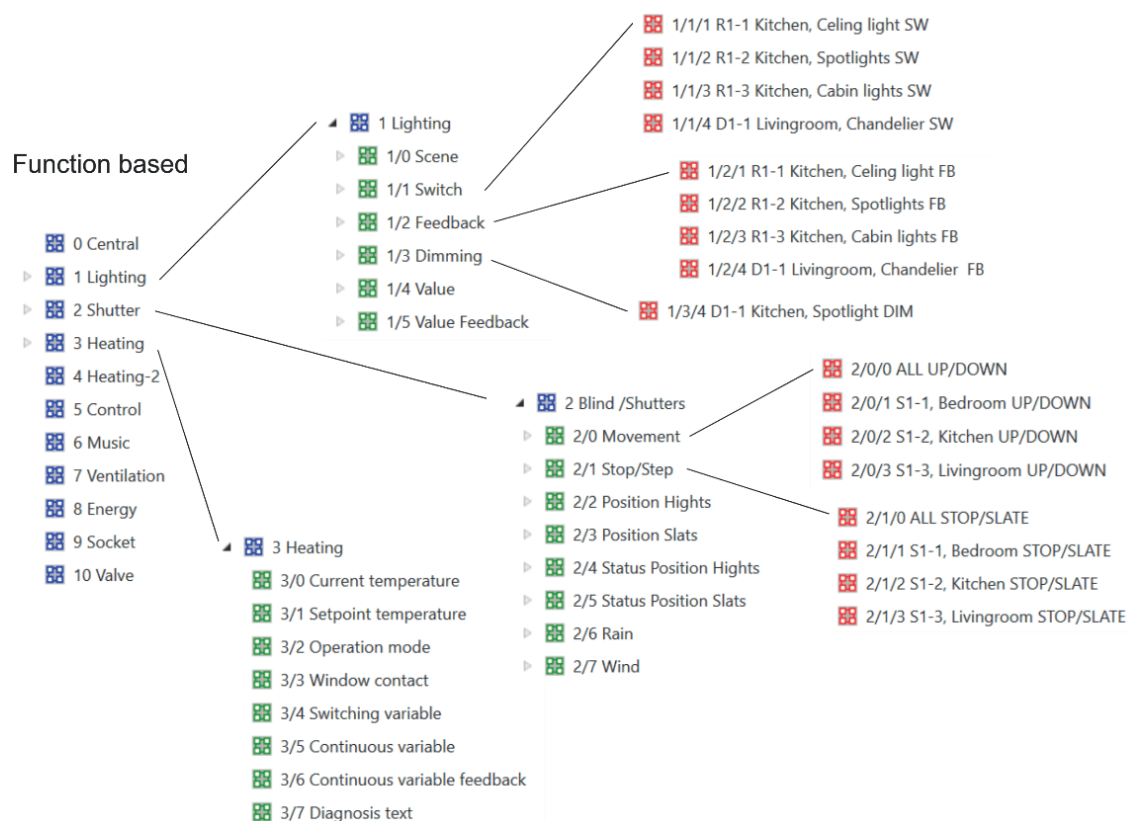
Slika 5.8: GA skupovi u različitim strukturama grupnih adresa
(izvor: <https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/>)

5.2.2.1. Struktura grupnih adresa na temelju funkcija

U strukturi grupnih adresa na temelju funkcija postavlja se glavna grupa kao funkcija (npr. rasvjeta, grijanje, rolete, energija itd.). Srednja je grupa skup podfunkcija koje su specifične za glavnu funkciju (u osnovi jedna podfunkcija po adresi grupe). To znači da ako je definiran GA skup s pet grupnih adresa (npr. rasvjeta), postoji i pet podgrupa u srednjoj grupi grupne adrese (Slika 5.9).

Ova je struktura jasna za manje projekte i GA skupove grupnih adresa za rasvjetu i manje krugove grijanja. Vrlo je razumljivo i lako dokučiti koja grupna adresa pali svjetla, a koja regulira jačinu svjetla. Glavni je problem s ovom vrstom strukture kada postoje složeniji GA skupovi (gdje 8 grupnih adresa nije dovoljno), a potrebno je raširiti grupne adrese na veći broj glavnih grupa kao što su npr. *Heating-1, Heating-2, Audio-1, Audio-2* itd.

Također je teško zadržati isti broj podgrupe, na primjer s rasvjetom, gdje se prebacuje s kanala¹¹ za uključivanje i kanala za regulaciju jačine svjetla (kanali D1-1 na donjoj slici).



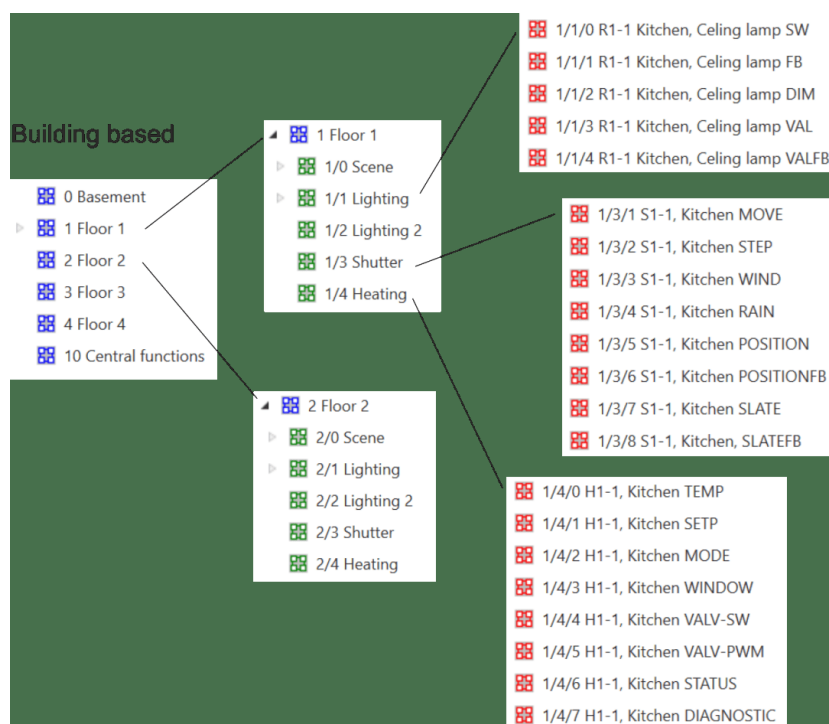
Slika 5.9: Struktura grupnih adresa na temelju funkcija
(izvor: <https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/>)

¹¹ ETS ima dostupnu opciju za definiranje kanala koji su strukturirani/vidljivi u ETS-u kao zbirka grupnih objekata za KNX komponente. Svaka KNX komponenta sadrži najmanje jednu podatkovnu točku (engl. data point). Podatkovna točka u KNX-u naziva se „grupni objekt“ ili skraćeno „objekt“. Grupni je objekt npr. relej akuatora prekidača.

5.2.2.2. Struktura grupne adrese na temelju strukture zgrade

Struktura na temelju zgrade najčešće se koristi kod većih KNX projekata, gdje postoji više kanala i gdje je potrebno strukturirati funkcije prema zgradi, npr. kako bi se rasvjeta podijelila na više glavnih razina. Jedna je od glavnih razlika u tome što se cijeli GA skup nalazi u istoj srednjoj grupi (Slika 5.10).

Međutim, s ovom strukturom prostor je ograničen. Na primjer, za regulaciju jačine svjetla koji ima GA skup s pet grupnih adresa moguće je imati maksimalno 51 kanal¹² po srednjoj grupi, pa je stoga potrebno podijeliti i srednju grupu na npr. *Lighting 1* i *Lighting 2* ili je potrebno podijeliti kat na dijelove, npr. *Floor 1 – istok* i *Floor 1 – zapad*. GA skup u jednoj srednjoj grupi otežava otkrivanje na koji je fizički kanal određena grupna adresa povezana (što KNX dokumentaciju čini još važnijom).



Slika 5.10: Struktura grupne adrese na temelju strukture zgrade
(izvor: <https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/>)

5.2.2.3. Struktura grupne adrese na temelju komponente

Struktura na temelju komponente svojevrsna je mješavina prethodno prikazanih struktura na temelju funkcija i na temelju zgrada. Umjesto funkcija za glavnu grupu postavlja se vrsta komponente kao što je uključivanje/isključivanje, regulacija osvjtljenja, grijanje itd. Za srednju se grupu odabire dio strukture zgrade umjesto podfunkcija (Slika 5.11).

¹² Podgrupa može imati maksimalnu vrijednost 255; $5 * 51 = 255$.



Slika 5.11: Struktura grupne adrese na temelju komponente
(izvor: <https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/>)

Kod ove strukture sve se razvija iz fizičkog akuatora tako da se za svaki kanal fizičkog akuatora kreira jedan GA skup. Glavna je grupa nazvana prema tipu akuatora (uključivanje/isključivanje, regulacija osvjetljenja, grijanje itd.), slično kao i srednja grupa prema strukturi zgrade. Kao i u strukturi koja se temelji na zgradi, postoji jedan skup grupnih adresa za svaki kanal u jednoj srednjoj grupi.

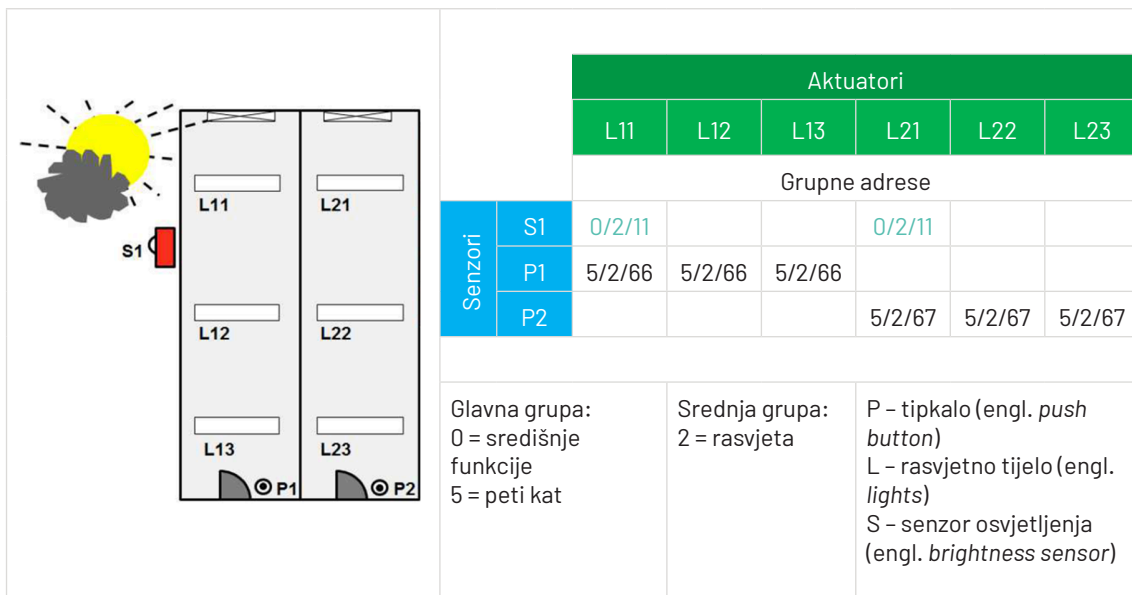
Neke uobičajene kratice koje se koriste za funkcije su:

- SW – sklapanje (engl. *switching*)
- DIM – regulacija osvjetljenja (engl. *dimmer*)
- VAL ili VDIM – vrijednost regulatora osvjetljenja (engl. *value dimming*)
- FB – povratna veza (engl. *feedback*)
- VFB ili VALFB – vrijednost povratne veze (engl. *value feedback*)
- SA – akuator za sklapanje (engl. *switching actuator*)
- DA – akuator za regulaciju osvjetljenja (engl. *dimming actuator*)
- BA – akuator za sjenilo (engl. *blind actuator*)
- BI – binarni ulaz (engl. *binary input*)
- HA – akuator za grijanje (engl. *heating actuator*)

- MAN – razdjelnik (engl. *manifold*)
- RAD – radiator (engl. *radiator*)
- FCA – aktuator ventilokonvektora (engl. *fan coil actuator*)
- KP – tipkovnica (engl. *keypad*)
- LK – tipkovnica za svjetlo (engl. *light keypad*)
- SP – pločica senzora (engl. *sensor plate*).

5.2.3. Praktičan primjer za objašnjenje funkcionalnosti

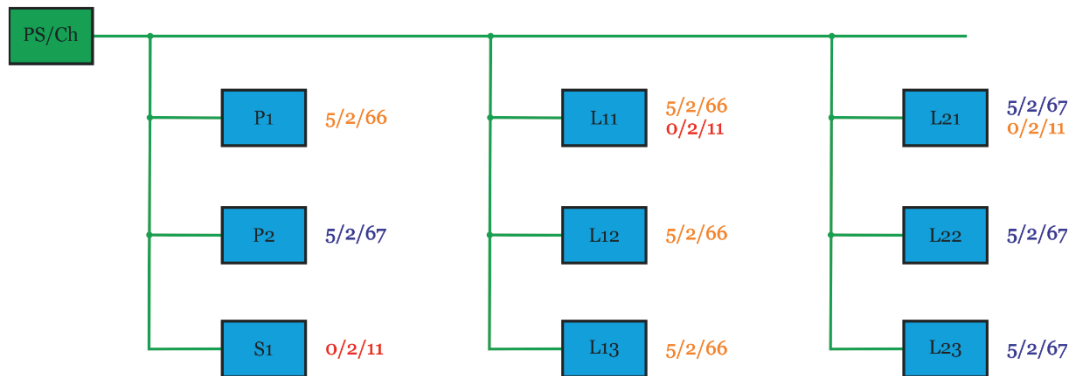
Praktičan primjer primjene različitih topologija pokazat će se na primjeru rasvjete za dvije prostorije (Slika 5.12). Tipkalo P1 uključuje rasvjetna tijela L11, L12 i L13. Tijekom konfiguracije grupna adresa 5/2/66 dodjeljuje se tipki P1. Ista grupna adresa dodjeljuje se i aktuatorima koji upravljaju navedenim rasvjetnim tijelima. Tipkalo P2 uključuje rasvjetna tijela L21, L22 i L23. Tijekom konfiguracije dodijeljena im je grupna adresa 5/2/67. Opet, ista grupna adresa dodjeljuje se aktuatorima koji upravljaju ovim rasvjetnim tijelima. Senzor osvjetljenja S1 također uključuje rasvjetna tijela pored prozora (L11 i L21). Grupna adresa 0/2/11 stoga se dodjeljuje senzoru kao i aktuatorima koji upravljaju rasvjetnim tijelima pored prozora (L11 i L21). Rasvjetna tijela na prozorima stoga se mogu uključiti i pomoću tipkala i senzorom osvjetljenja.



Slika 5.12: Sustav rasvjete za dvije prostorije (izvor: rad autora)

5.2.3.1. Sustav povezan na jednu liniju

Nadalje će se razmotriti topologija sustava rasvjete kada su sve komponente povezane u jednu liniju (Slika 5.13).

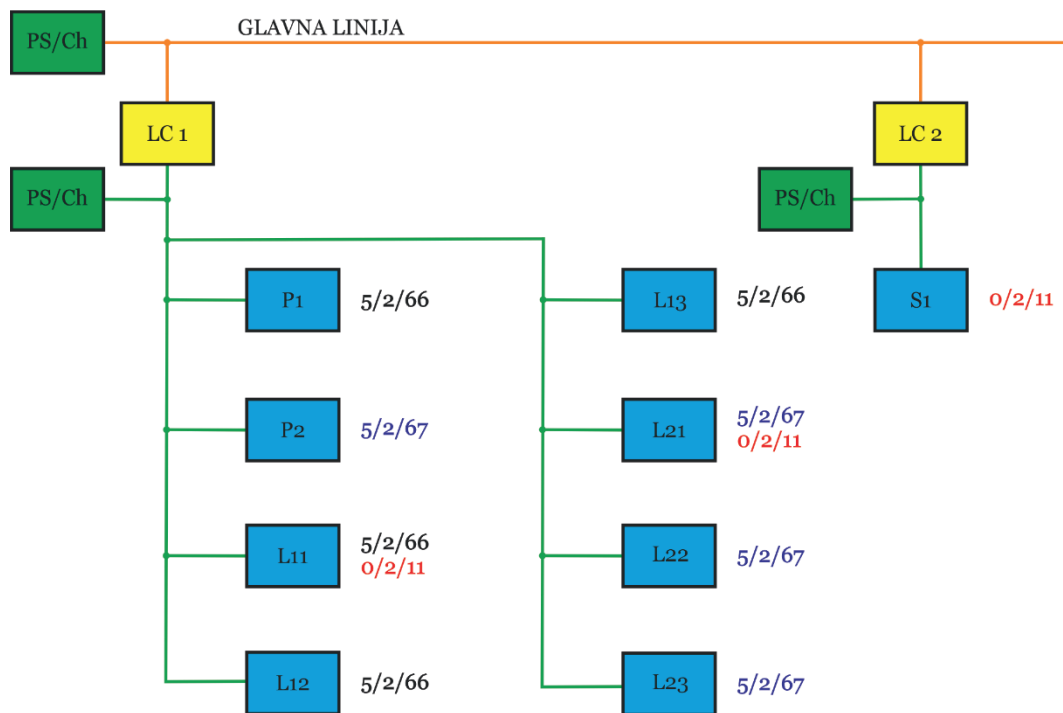


Slika 5.13: Sustav rasvjete povezan u jednu liniju (izvor: rad autora)

Pritiskom na tipkalo P1 šalje se telegram s grupnom adresom 5/2/66. Iako sve komponente slušaju kada se telegram šalje, samo aktuatori rasvjetnih tijela L11, L12 i L13 s istom grupnom adresom 5/2/66 izvršavaju naredbu. Ako senzor osvjetljenja S1 pošalje grupnu adresu 0/2/11, sve komponente na liniji slušaju, ali samo aktuatori rasvjetnih tijela kraj prozora, L11 i L21, izvršavaju naredbu.

5.2.3.2. Sustav razdijeljen na dvije linije

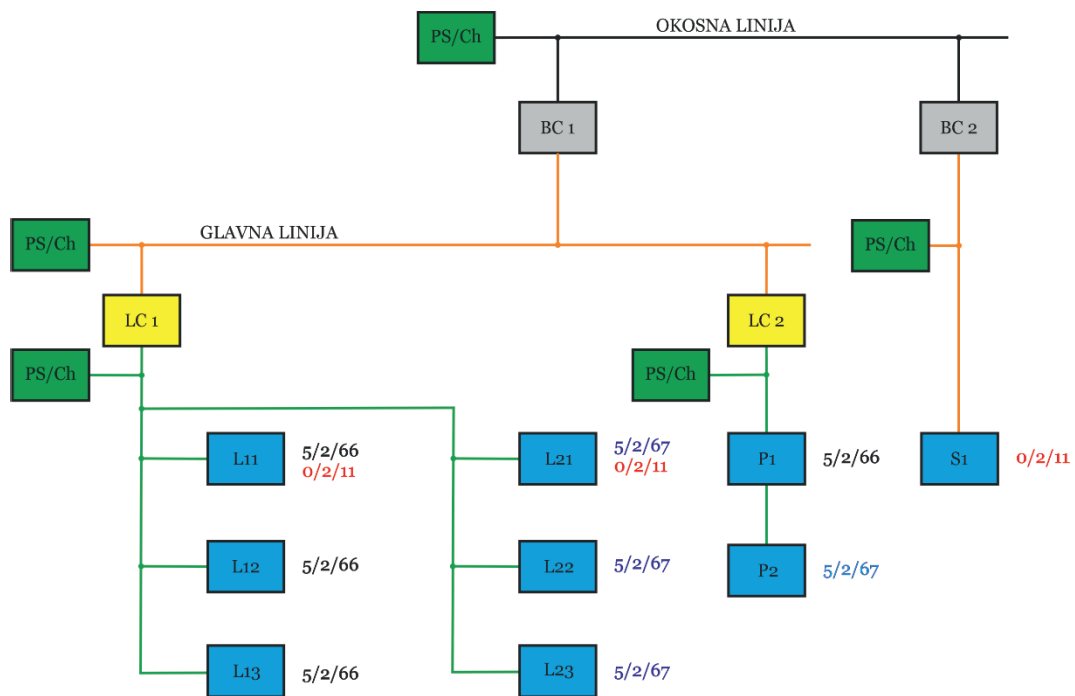
KNX sustav sada se sastoji od dvije sekundarne linije koje su povezane na glavnu liniju (Slika 5.14). Ako senzor osvjetljenja S1 nije spojen na istu liniju kao i rasvjetno tijelo koju treba kontrolirati, potrebno je prenijeti njegove telegrame preko glavne linije. Svojim parametranjem linijski sprežnik LC2 na temelju svoje tablice za filtriranje „zna“ da postoje komponente izvan sekundarne linije 2 koje odgovaraju na telegrame koje šalje senzor osvjetljenja. LC2 stoga propušta (usmjerava) grupni telegram 0/2/11 na glavnu liniju. Linijski sprežnik LC1 „svjestan“ je komponente na svojoj liniji 1. Komponenta odgovara na grupni telegram 0/2/11 i stoga LC1 propušta (šalje) telegram u svoju liniju. Sve komponente na ovoj liniji slušaju telegram od senzora osvjetljenja, ali samo aktuatori koji kontroliraju rasvjetna tijela L11 i L21 izvršavaju naredbu.



Slika 5.14: Sustav rasvjete razdijeljen na dvije linije (izvor: rad autora)

5.2.3.3. Sustav razdijeljen na dvije zone

Isti KNX sustav može se razdijeliti na dvije zone (Slika 5.15).



Slika 5.15: Sustav rasvjete razdijeljen na dvije zone (izvor: rad autora)

Ako je senzor osvjetljenja S1 postavljen u drugu zonu, još uvijek može adresirati sve komponente preko okosne i glavne linije. Ako je grupna adresa 0/2/11 dodijeljena senzoru osvjetljenja, telegram se usmjerava na liniju 1 preko sprežnika zone BC2 i BC1 te preko sprežnika linije LC1. Aktuatori koji kontroliraju rasvjetna tijela L11 i L21 u zoni 1, liniji 1 izvršavaju naredbu.

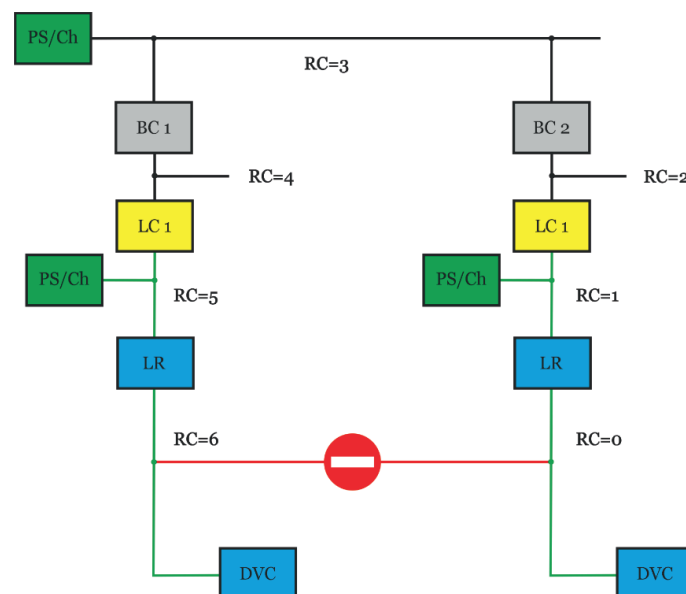
Pritiskom na tipkalo P1 šalje se telegram s grupnom adresom 5/2/66. Telegram prolazi preko sprežnika LC2 i LC1 na sekundarnu liniju 1, ali ne i preko sprežnika zone BC1 budući da se u njegovoj tablici za filtriranje ne nalazi adresa 5/2/66.

5.3. Sprežnik: Brojač propuštanja (usmjeravanja) (engl. *routing counter - RC*)

Telegram koji se šalje sadrži brojač propuštanja (usmjeravanja), čija je početna vrijednost 6. Svaki linijski sprežnik, sprežnik zone ili linijsko pojačalo smanjuje vrijednost brojača propuštanja (usmjeravanja) i prosljeđuje telegram sve dok vrijednost ne dosegne 0. Podrazumijeva se da se unosi u tablici za filtriranje uzimaju u obzir prije prosljeđivanja telegrama.

Međutim, ako servisni uređaj (npr. ETS) odašilje telegram čiji sadrži brojač propuštanja (usmjeravanja) ima vrijednost 7, sprežnik neće promijeniti ovu vrijednost¹³. U ovom se slučaju tablica za filtriranje zanemaruje i svi će sprežnici u instalaciji propustiti (usmjeriti) telegram. Konačno stiže do komponenti kojima je namijenjen, bez obzira na koju su liniju spojeni.

U slučaju (nenamjernih) petlji u instalaciji brojač propuštanja (usmjeravanja) ograničava broj cirkulirajućih telegrama (Slika 5.16).



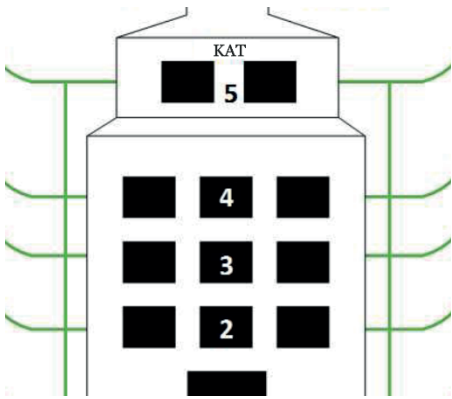
Slika 5.16: Brojač propuštanja u slučaju cirkulirajućeg telegrama (izvor: rad autora)

¹³ Noviji sprežnici (od 2019.) također mogu smanjiti ovu vrijednost.

5.4. KNX – interna i eksterna sučelja

KNX je otvoren za povezivanje s bilo kojim drugim sustavom. Okosna linija, ili bilo koja druga linija, može se preko pristupnika (engl. *gateway*) povezati na, na primjer, PLC, ISDN, tehnologiju upravljanja zgradom, Internet itd. Također je moguće povezati se s drugim sustavima putem serijskih sučelja ili binarnih ulaza i binarnih izlaza. Dodavanjem pristupnika u sustav omogućava se dvosmjerna komunikacija. Medijski sprežnici (engl. *media couplers*) povezuju različite vrste KNX medija (npr. TP i RF). Dijelovi KNX instalacija također se mogu povezati optičkim kabelom. Prednosti upotrebe optičkih kabela su galvansko odvajanje i veće duljine kabela. Mogućnosti koje nude interna i eksterna sučelja razmotrit će se na primjeru topologije jedne zgrade.

Topologija KNX sustava treba biti logična. U ovom primjeru imamo zgradu koja ima pet katova. Zgrada je prvo podijeljena na dvije zone (zgrada ima dva krila, zapadno i istočno), a zatim svaki kat u zoni ima svoju liniju (Slika 5.17). Jasno je da će se u ovom slučaju bolji pregled topologije ostvariti kada se linije označe tako da odgovaraju brojevima katova, a zone odgovaraju krilima zgrade.

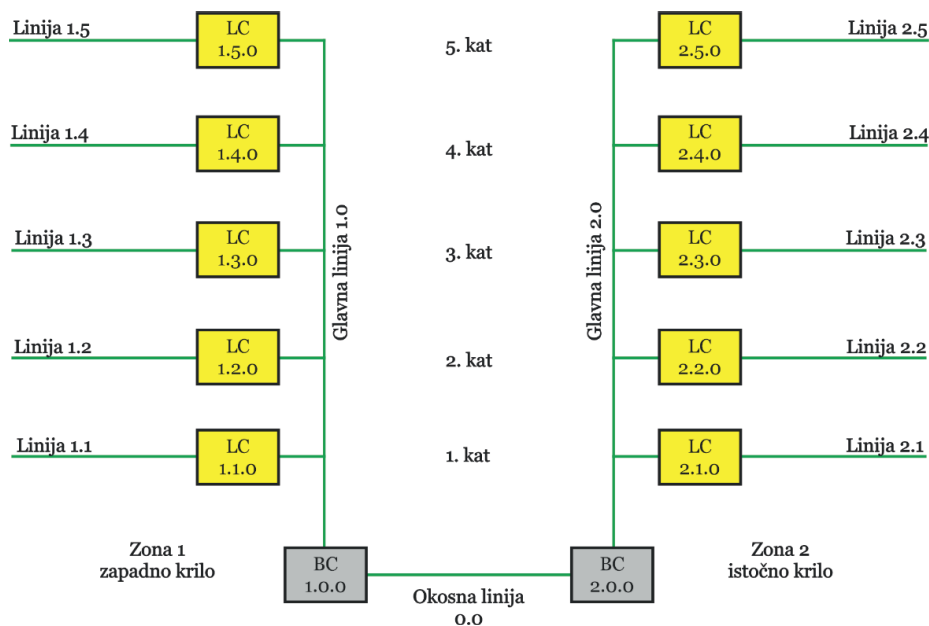


Zona		Linija	
Br.	Opis	Br.	Opis
0	Zona 0	0	Okosna linija
1	Zapadno krilo	0	Glavna linija – zapad
		1	1. kat
		2	2. kat
		3	3. kat
		4	4. kat
2	Istočno krilo	0	Glavna linija – istok
		1	1. kat
		2	2. kat
		3	3. kat
		4	4. kat
		5	5. kat

Slika 5.17: Primjer topologije zgrade (izvor: rad autora)

5.4.1. KNX TP topologija

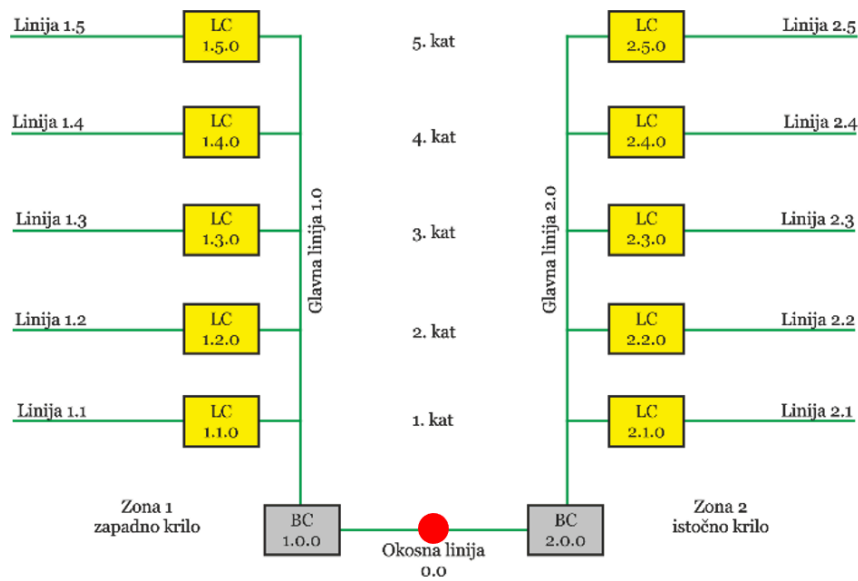
Komponente se mogu povezati u KNX sustav koristeći samo upletenu paricu (KNX TP). Postoje dva sprežnika zone, po jedan za svako krilo zgrade, i svaki kat u krilu zgrade ima svoj linijski sprežnik. Dodijeljene individualne adrese slijede logiku podjele zgrade na krila i katove (Slika 5.18).



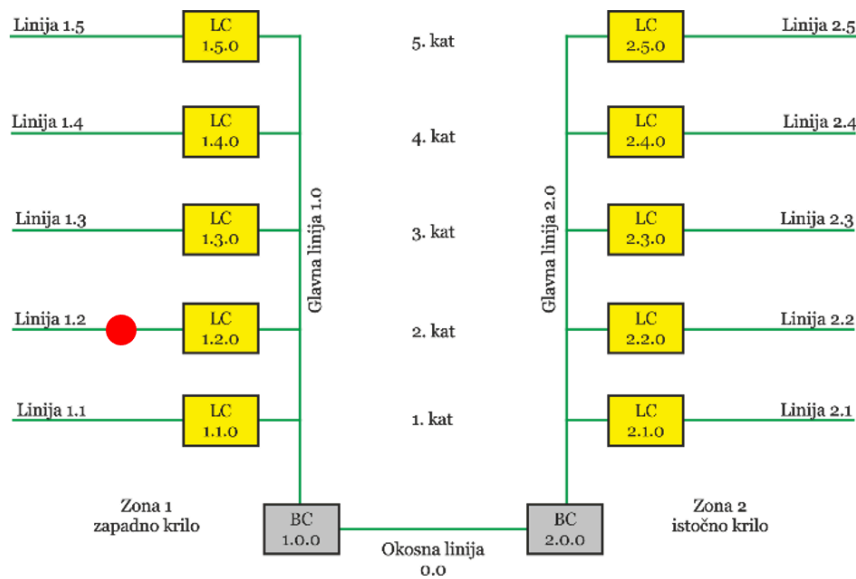
Slika 5.18: Primjer sustava s KNX TP topologijom (izvor: rad autora)

5.4.2. KNX IP

Pristupnici (engl. *gateways*) prema drugim sustavima mogu se instalirati na svim razinama topologije. To se sve više traži u većim projektima zbog sve većih zahtjeva kupaca. Važan razlog za zamjenu linijskih sprežnika KNXnet/IP usmjerivačima (engl. *router*) povećano je opterećenje sabirnice zbog protoka telegrama, do kojega može doći kada korisnik koristi softver za vizualizaciju i uređaje s većim brojem kanala, od kojih svi automatski vraćaju višestruke potvrde statusa. Sustav izrađen samo s TP topologijom bio bi preopterećen jer je brzina prijenosa na glavnim linijama i na okosnoj liniji ograničena na 9600 bit/s. Ako se softver za vizualizaciju nalazi u okosnoj liniji (Slika 5.19), KNX sustav u većini slučajeva neće biti opterećen. Međutim, ako se smjesti na neku sekundarnu liniju (Slika 5.20), tada podaci iz čitavog sustava dolaze na tu liniju i dolazi do zagušenja sustava.



Slika 5.19: Vizualizacija na okosnoj liniji (izvor: rad autora)

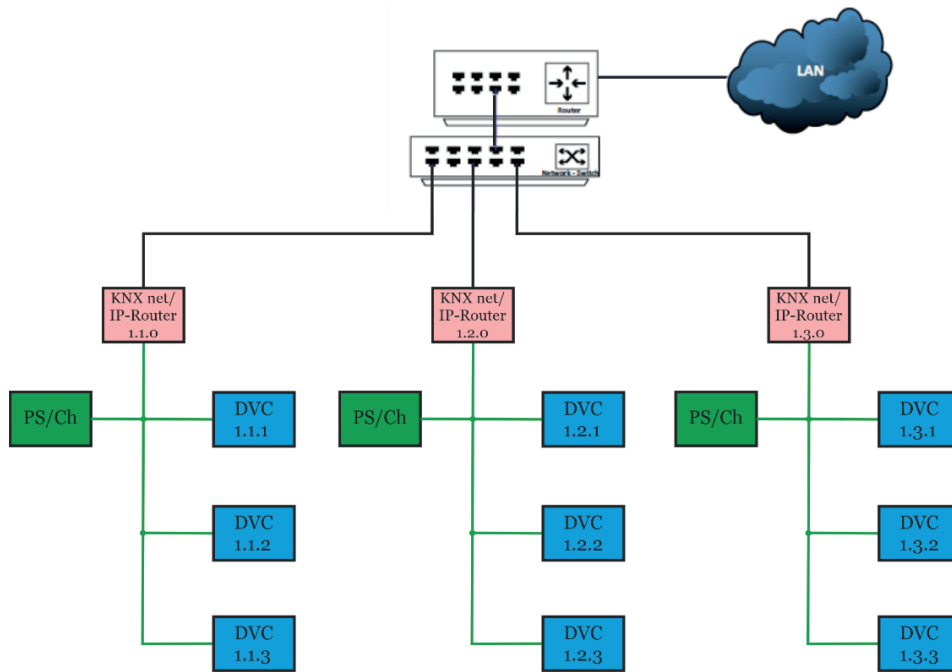


Slika 5.20: Vizualizacija na sekundarnoj liniji (izvor: rad autora)

U takvom slučaju, može se jednostavno koristiti IP mreža kao zamjena za glavne ili okosne linije, korištenjem odgovarajućeg spreznika (Slika 5.21).

Prednost ovakvog načina povezivanja jest u tome što je dvosmjerna komunikacija između sustava upravljanja zgradom i KNX-a ograničena samo brzinom prijenosa sekundarne linije (Ethernet je najmanje 1000 puta brži; s tzv. „gigabitnom“ mrežnom opremom moguće je

prenositi podatke na Ethernetu 100 000 puta brže). Paralelno spajanje nekoliko linija nije problem s obzirom na to da se koristi tuneliranje. ETS također koristi tuneliranje za udaljeno programiranje komponenti preko IP-a. Sustav upravljanja zgradom može se spojiti istovremeno na nekoliko pristupnika, množeći ukupnu brzinu prijenosa podataka.



Slika 5.21: Ubrzanje protoka telegrama primjenom IP mreže (izvor: rad autora)

Što se tiče komunikacije između pojedinačnih KNX linija, KNXnet/IP usmjerivači koriste usmjeravanje (engl. *routing*) koje u osnovi radi na isti način kao i usmjeravanje preko TP glavne linije. KNXnet/IP usmjerivač koji želi poslati telegram koji prelazi na neku drugu liniju poslat će ovaj telegram s višeodredišnom (engl. *multicast*) IP adresom u Ethernet. Svi ostali KNXnet/IP usmjerivači povezani su na ovu višeodredišnu adresu i mogu primiti i procijeniti ovaj telegram. Sada se ponovno primjenjuje uobičajena funkcija sprežnika:

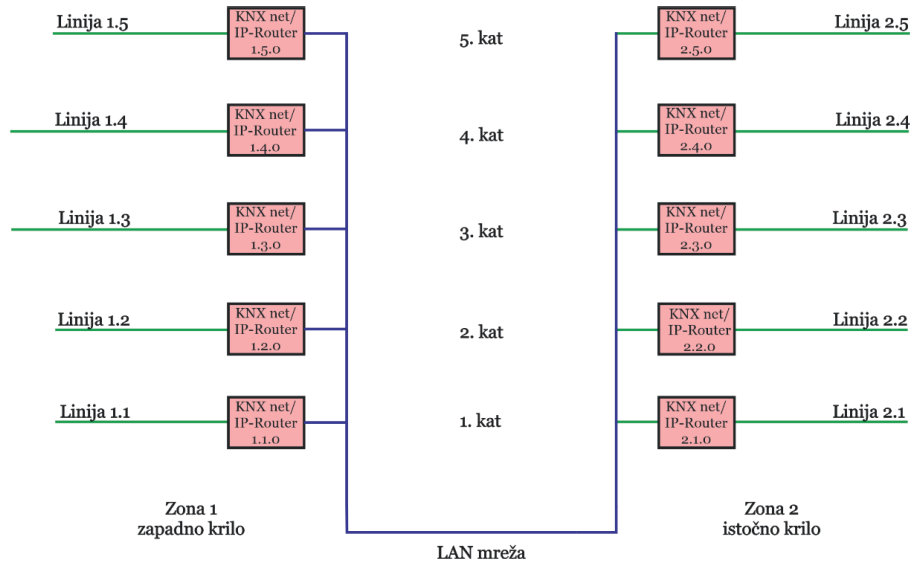
- vrši se usporedba s tablicom za filtriranje (grupni telegrami) ili
- adresa linije (pojedinačno adresirani telegrami),

što rezultira blokiranjem ili propuštanjem (preusmjeravanjem) telegrama, ovisno o slučaju.

Kada se koriste višeodredišne (engl. *multicast*) adrese, potrebno je voditi računa o sljedećim činjenicama:

- Postoji opća KNX višeodredišna adresa, koja je unaprijed zadana u programu KNXnet/IP usmjerivača. Ova višeodredišna adresa može se mijenjati unutar granica dostupnog raspona adresa za IP komunikaciju.
- Mrežna oprema treba podržavati višeodredišne adrese.
- Višeodredišne adrese ne mogu se koristiti za prijenos podataka preko Interneta, osim preko VPN veze.

KNXnet/IP usmjerivač može se koristiti kao linijski sprežnik (LC) i kao okosni sprežnik (BC). Ako KNXnet/IP usmjerivač zamijeni linijski sprežnik, sve glavne linije i u osnovi također okosna linija zamjenjuju se Ethernetom (Slika 5.22).



Slika 5.22: Zamjena linijskih sprežnika KNXnet/IP usmjerivačima (izvor: rad autora)

Naravno, nije nužno sve sprežnike zamijeniti. Moguće je okosni sprežnik zamijeniti KNXnet/IP usmjerivačima, a ostaviti linijske sprežnike (LC). Koji je slučaj prikladniji, ovisi više ili manje o očekivanim zahtjevima za brzinom telegrama na glavnim linijama i okosnom linijom.

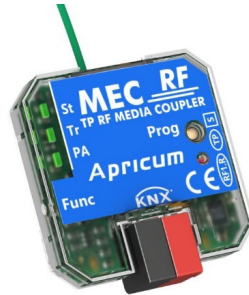
Potrebno je imati na umu da postoje ograničenja upotrebe KNXnet/IP usmjerivača. Čak i ako velika brzina Etherneta znatno olakšava gust promet telegrama i minimalizira gubitak telegrama, treba voditi računa da se nepromišljeno ne programiraju komponente koje prečesto šalju telegrame. Brzi Ethernet neće pomoći ako se na primjer telegrami šalju istovremeno sa svih linija u jednu liniju. Ovo nije problem povezan s KNX-om; zajednički je svim mrežno strukturiranim podatkovnim mrežama.

5.5. Proširivanje KNX TP sustava RF komponentama

KNX RF sustav (*engl. radio frequency*) je KNX radijski standard koji je neovisan o proizvođaču i koji radi na frekvenciji od 868 MHz. Brzina prijenosa podataka je 16 Kbit/s. Vremena latencije dovoljno su niska da ih korisnici ne primijete, čak i kada se koriste relativno vremenski kritični senzori kao što su tipkala. KNX RF ima snagu prijenosa od 0,5 – 25 mW. Maksimalni mu je domet u zgradama cca 30 m, a na otvorenom prostoru cca 100 m. KNX RF uređaji mogu se koristiti za proširenje postojećih KNX instalacija bez sabirnice. U tu svrhu dostupan je širok raspon podžbuknih uređaja, kao što su prekidači, regulatori svjetla, sjenila...

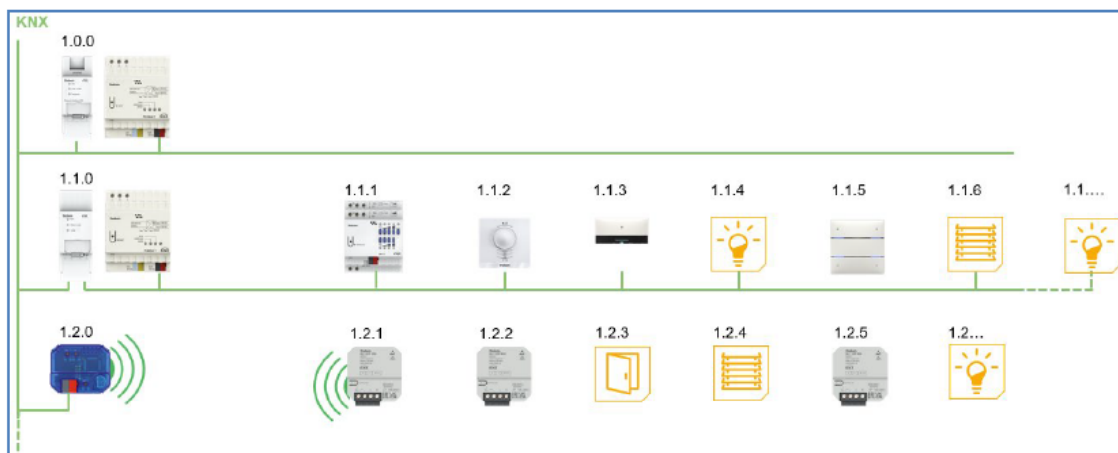
Komponente u KNX RF instalaciji ne podliježu nikakvoj vrsti hijerarhijskog rasporeda. Oni se praktički mogu instalirati na bilo kojem mjestu i ako su unutar radijskog dometa, svaki senzor može komunicirati sa svakim aktuatorom.

Kao sučelje između RF komponenti i KNX TP sustava koristi se medijski sprežnik (Slika 5.23).



Slika 5.23: MECrf RF medijski sprežnik (izvor: www.apricum.com)

Medijski sprežnik radi kao konvencionalni linijski sprežnik i ima postavke filtra (Slika 5.24). Odgovarajuće tablice za filtriranje učitava ETS prilikom programiranja. Na taj način medijski sprežnik prosljeđuje samo potrebne telegrame između TP-a i RF-a i obrnuto. Ovo je važno s obzirom na promet telegrama na RF strani. Važno je da promet bude što je moguće manji kako bi se smanjili problemi uzrokovani kolizijom telegrama.



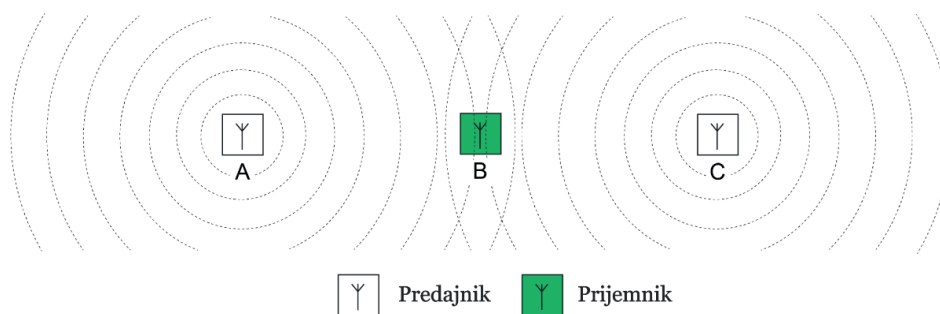
Slika 5.24: RF medijski sprežnik u KNX sustavu (izvor: [theben, Media Coupler TP-RF KNX Manual](#))

Kod komunikacije putem KNX TP-a metoda CSMA/CA sprječava da više komponenti istovremeno šalje telegrame prije nego što svaka pojedinačna komponenta ima pristup sabirnici. Ovim se postupkom u svakom trenutku provjerava je li sabirnica zauzeta, a podaci se šalju samo kada je sabirnica slobodna. Pored toga, kod KNX TP-a telegrami svake adresirane komponente potvrđuju se s *Ack*, *Nack* ili *Busy*. To znači da svaka komponenta nakon slanja

telegrama dobiva povratnu informaciju je li barem jedan uređaj primio i razumio telegram. Ako poslani telegram nije potvrđen s *Ack*, slanje telegrama može se ponoviti do tri puta.

Za KNX RF komunikaciju prema standardu RF1.R postoji samo LBT metoda (engl. *Listen Before Talk*). To znači da svaki predajnik, prije nego što bilo što pošalje telegram, prvo osluškuje je li radijski kanal slobodan. Osim toga, svaki predajnik tada čeka nasumično vrijeme, koje se stalno mijenja prije odašiljanja telegrama. Time se, koliko god je to moguće, izbjegava kolizija telegrama.

LBT metoda prijenosa za kontrolu pristupa medijima općenito sprječava radijske kolizije u KNX RF okruženju, ali ih ne može potpuno isključiti. Na primjer, može se dogoditi da u slučaju prijenosa između RF predajnika (A) i RF prijavnika (B) postoji dodatni RF predajnik (C), koji se nalazi unutar dometa RF prijavnika, ali ne može dosegnuti drugi RF predajnik zbog prostorne udaljenosti (Slika 5.25). U tom slučaju dva RF predajnika ne mogu otkriti kada drugi predajnik odašilje radijske signale (problem sa skrivenim predajnikom). To može dovesti do kolizija telegrama na prijamniku koji se nalazi u dometu dvaju RF predajnika.



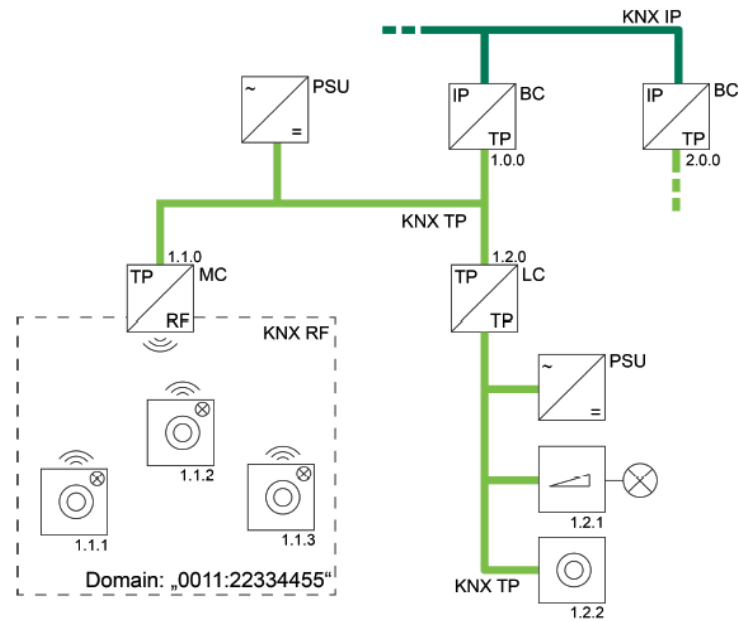
Slika 5.25: Kolizija na prijamniku zbog velike udaljenosti između dva predajnika
(izvor: GIRA, System documentation KNX RF)

Potvrda prijama telegrama i ponavljanje u slučaju nepotvrđena telegrama ne postoji u standardu RF1.R. Dakle, telegram koji nije stigao, zbog bilo kojih okolnosti, neće biti ponovljen. Međutim, medijski sprežnik potvrđuje prijam telegrama na TP strani kao i svaka druga TP komponenta.

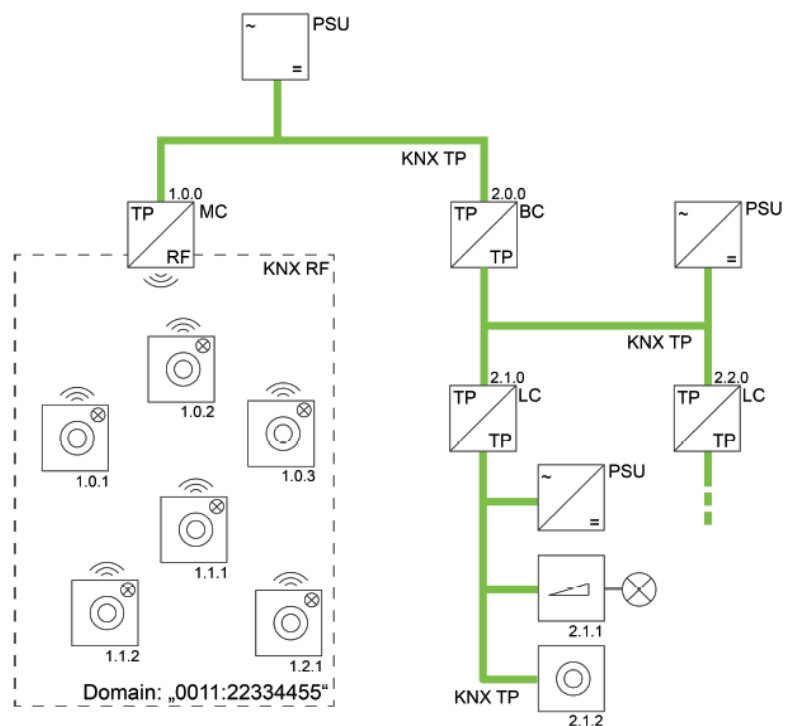
Budući da radijski signali mogu prijeći granice prostorija, stanova ili čak granice zgrade, ETS svakoj RF liniji dodjeljuje vlastitu adresu domene. Ako se linija zone konfigurira kao RF, svim podlinijama dodjeljuje se ista adresu domene kao i liniji zone.

KNX RF komponente mogu međusobno komunicirati samo ako imaju istu adresu domene. Adresu domene koju je dodijelio ETS projektant može promijeniti ručno u ETS-u ako druga KNX instalacija slučajno koristi istu. Adresa domene automatski se učitava u KNX RF komponente zajedno s individualnom adresom. Primjer adrese domene: 00FA:8CD128CA.

Medijski sprežnik može se postaviti u KNX sustav kao linijski sprežnik (Slika 5.26) ili sprežnik zone (Slika 5.27). Svaka linija može imati samo jedan medijski sprežnik, osim ako je medijski sprežnik konfiguriran kao repetitor.

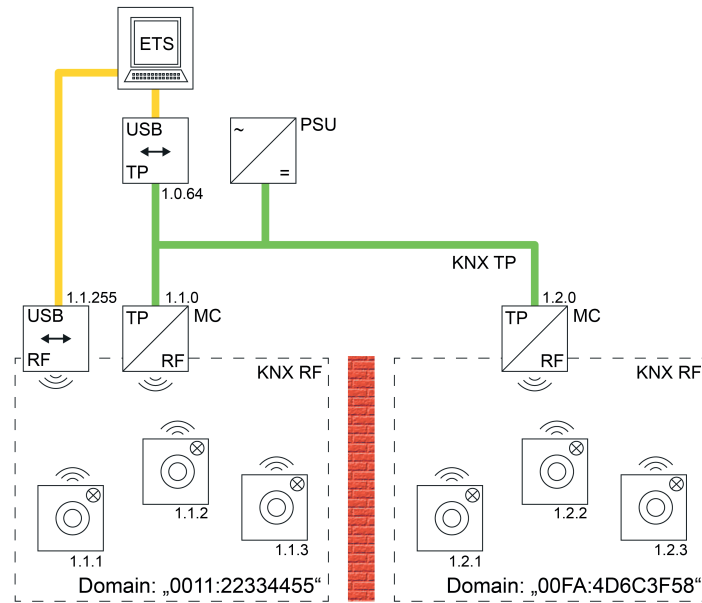


Slika 5.26: Medijski sprežnik kao linijski sprežnik (izvor: GIRA, System documentation KNX RF)



Slika 5.27: Medijski sprežnik kao sprežnik zone (izvor: GIRA, System documentation KNX RF)

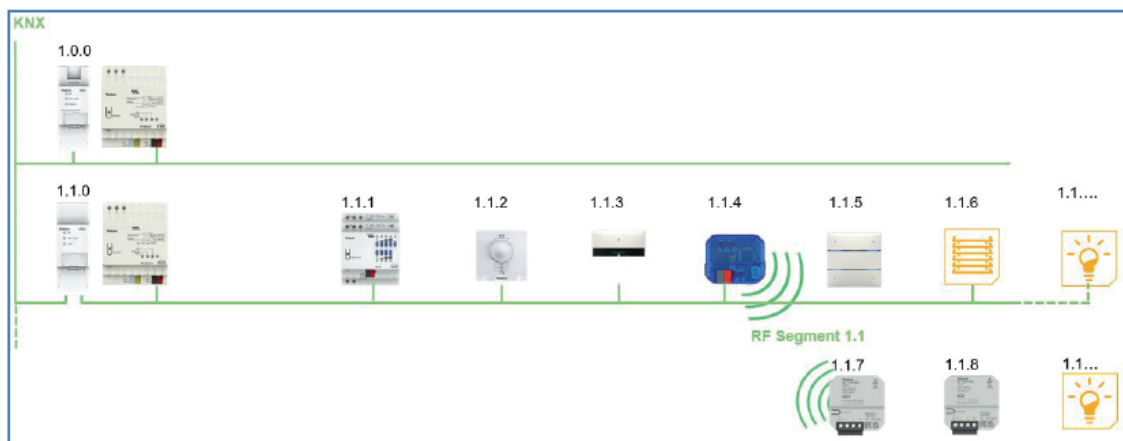
Komponente u različitim RF domenama moraju biti topološki podijeljene u dvije različite linije, od kojih svaka ima vlastitu adresu domene. Te različite zone ili linije također moraju sadržavati vlastiti medijski sprežnik kako bi komponente mogle međusobno komunicirati, neovisno o liniji. Veza između dva ili više KNX RF sustava stoga se uvijek ostvaruje preko medijskih sprežnika i TP/IP linija više razine (Slika 5.28).



Slika 5.28: Primjer moguće KNX topologije s dvije RF linije (izvor: GIRA, System documentation KNX RF)

KNX RF USB podatkovna sučelja, koja se koriste u ETS-u, također imaju dodijeljenu adresu domene. Zbog toga se samo RF komponente s istom adresom domene mogu programirati izravno radijskim telegramom. Ako se s RF podatkovnim sučeljem treba komunicirati RF komponentama koje imaju drugu adresu domene, tada je neophodna komunikacija putem medijskih sprežnika. Ako je KNX topologija ispravno postavljena, tada se takva komunikacija odvija automatski putem KNX usmjeravanja (preduvjet: medijski sprežnici i okosnice/linije prosljeđuju telegrame prema svojoj tablici za filtriranje).

Umjesto RF medijskog sprežnika može se upotrijebiti RF segmentni sprežnik (SC). Segmentni sprežnik softverski je proširenje medijskog sprežnika koje povezuje segmente linija neovisno o vrsti medija. Ova je funkcionalnost dostupna s ETS6. Prednost je segmentnog sprežnika (SC) u tome što se može postaviti na bilo koju liniju KNX TP sustava bez potrebe za stvaranjem posebne strukture za nju (Slika 5.29).



Slika 5.29: RF segmentni sprežnik (SC) (izvor: theben, Media Coupler TP-RF KNX Manual)

6

POGLAVLJE

KNX KOMPONENTE

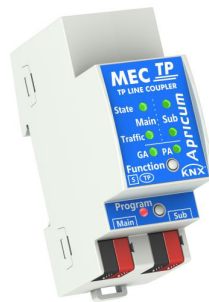
Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- prepoznati KNX sistemske i krajnje komponente
- kreirati jednostavan KNX sustav.

U KNX sustavu razlikujemo dvije vrste komponenti: sistemske komponente (engl. *system devices*) i krajnje komponente (engl. *end devices*). Sistemske komponente sustava su napajanja, sprežnici i sučelja za programiranje, dok su krajnje komponente senzori i aktuatori. Kako je već prethodno kazano, svaka linija KNX sustava mora imati zasebno napajanje s prigušnicom. Treba voditi računa da je napajanje dovoljne snage za napajanje svih komponenti na liniji (oko 10 mA po komponenti). Napajanje je prikazano u poglavlju 4.1.1. Ako se sustav sastoji od više linija, svakoj je liniji potrebno dodati sprežnik, koji ima zadaću propuštanja (preusmjeravanja) telegrama. Potrebno je imati i sučelje za programiranje KNX sustava, putem kojega se računalo s ETS programom povezuje na KNX sustav. U nastavku će biti prikazani sprežnik, sučelje za programiranje i krajnje komponente.

6.1. Sprežnik

Sprežnik ima zadatak da spriječi da telegrami koji pripadaju jednoj liniji prijeđu na neku drugu liniju KNX sustava. Kod KNX TP sustava ista komponenta služi kao linijski sprežnik (LC), sprežnik zone (BC) ili linijsko pojačalo (LR) (Slika 6.1).



Slika 6.1: MECtp tvrtke Apricum: KNX sprežnik (izvor: www.apricum.com)

Adresa sprežnika određuje namjenu komponente (Slika 6.2).

Individualna adresa

A	L	D
---	---	---

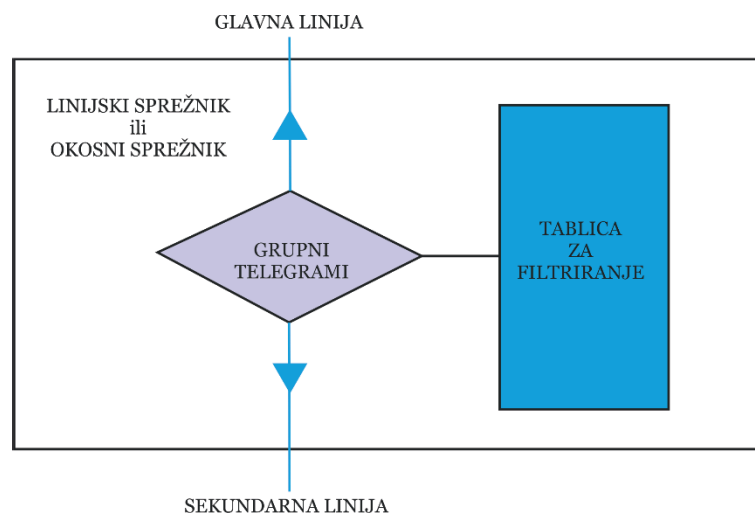
Individualna adresa			Naziv sprežnika	Područje primjene
> 0	= 0	= 0	Okosni sprežnik	Okosna linija / glavna linija
> 0	> 0	= 0	Linijski sprežnik	Glavna linija / sekundarna linija
> 0	> 0	> 0	Linijsko pojačalo	Produžavanje linije

Slika 6.2: Područje primjene sprežnika određeno je adresom (izvor: rad autora)

Nakon programiranja sustava i podešavanja parametara ETS programom u sprežnik se učitava tablica za potrebe filtriranja adresa (Slika 6.3). Tablica za filtriranje automatski se kreira u ETS-u za odgovarajuće sprežnike tijekom faze planiranja i projektiranja. Tablica za filtriranje sadrži popis grupnih adresa koje se odnose na komponente koje se nalaze na primarnoj strani sprežnika, odnosno na one komponente koje se nalaze na nekoj drugoj liniji u mreži. Sprežnik propušta telegrame samo ako je grupna adresa navedena u njegovoj tablici za filtriranje. Na taj se način osigurava da svaka linija radi neovisno. Propuštaju se samo telegrami koji prelaze na neku drugu liniju. Kada sprežnik radi kao linijsko pojačalo (LR), on prosljeđuje sve telegrame. Linijska pojačala nemaju tablicu za filtriranje.

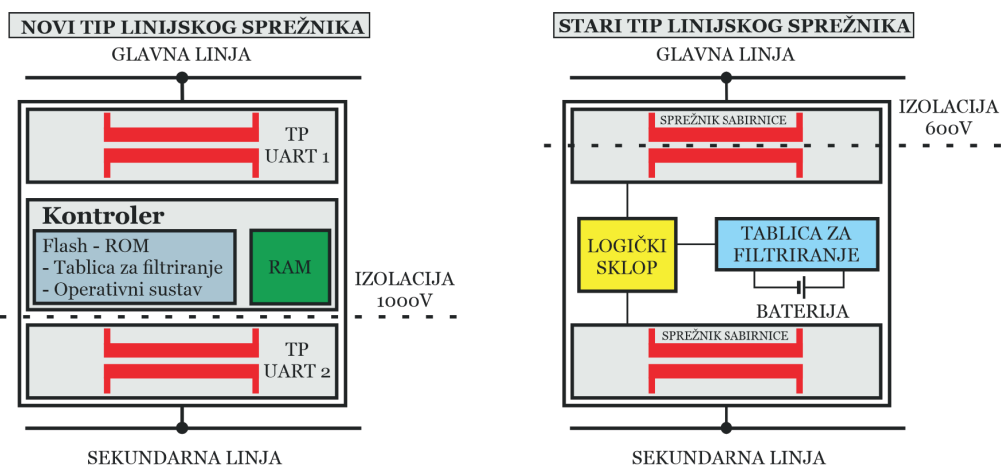
Razlikuju se četiri vrste sprežnika: TP/TP, TP/PL, TP/RF i IP/TP.

Posebna je vrsta sprežnika segmentni sprežnik (SC), koji je prikazan u Poglavlju 5.5.



Slika 6.3: Sprežnik - tablica za filtriranje grupnih adresa (izvor: rad autora)

Blok dijagram sprežnika prikazan je na Slici 6.4.



Slika 6.4: Blok dijagram sprežnika (izvor: rad autora)

Sprežnik je dizajniran za montažu na DIN šinu. Primarna i sekundarna linija spajaju se pomoću standardnog sabirničkog konektora. Nove vrste sprežnika (od srpnja 2003. nadalje) mogu se programirati i sa sekundarne i s primarne linije. U starom tipu sprežnika (do lipnja 2003.) sekundarna linija napaja obje jedinice za povezivanje sabirnica (engl. *bus coupling*), logiku (engl. *logic*) i memoriju tablice za filtriranje (engl. *filter table*). Novi sprežnik ima samo jedan upravljački sklop (engl. *controller*) i napaja se iz primarne linije. Prednost napajanja sprežnika s primarne linije jest u tome što sprežnik može prijaviti prekide napajanja sekundarne linije.

Kod starih vrsta sprežnika litijska baterija sa životnim vijekom od više od 10 godina osigurava pričuvnu opskrbu za memoriju koja sadrži tablicu za filtriranje u starom tipu sprežnika. Novi tip sprežnika ima Flash ROM memoriju, koja ne treba bateriju za napajanje. Sprežnik električno izolira linije jedne od drugih prema SELV standardu.

6.2. KNX sučelja za programiranje i dijagnostiku sustava

KNX sučelja uglavnom se koriste za puštanje u rad KNX komponenti, dijagnostiku KNX sustava, vizualizaciju i povezivanje s vanjskim sustavima trećih strana. Razlikujemo KNX USB, KNX IP i KNX RF sučelje.

KNX USB sučelje pruža dvosmjernu podatkovnu vezu između USB-a i KNX TP-a (Slika 6.5). Računalo se može spojiti putem USB-a, a podatkovna sabirnica galvanski je izolirana. Sučelje uspostavlja pristup svim komponentama za puštanje u rad, adresiranje, podešavanje parametara, vizualizaciju, protokoliranje i dijagnostički rad. Radna stanja prikazana su LED diodama. Sučelju ne treba dodatno napajanje.



Slika 6.5: KNX USB sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)

KNX IP sučelje pruža dvosmjernu Ethernet/IP podatkovnu vezu na KNX TP sustav sabirnice (Slika 6.6). Računalo koje ima LAN adapter, Ethernet mrežu ili KNX IP uređaj može se spojiti na KNX TP uz osiguravanje galvanske izolacije. KNX IP sučelje omogućuje pristup svim komponentama na sabirnici za puštanje u rad, adresiranje, podešavanje parametara, vizualizaciju, protokoliranje i dijagnostički rad. Za detaljno dijagnosticiranje svi radni na-

čini rada i stanja prikazani su LED diodama. KNX IP ne treba dodatno vanjsko napajanje. S ETS-om (ili kompatibilnim alatom za puštanje u rad) KNX IP radi kao KNX programsko sučelje bez potrebe za KNX komunikacijskim objektima. Povezivanje osobnog računala na KNX TP sabirnicu može se izvesti putem Etherneta/Interneta. Protokoli koji se koriste za komunikaciju između sučelja i računala fleksibilni su „cEMI“ protokol i KNXnet/IP protokol.



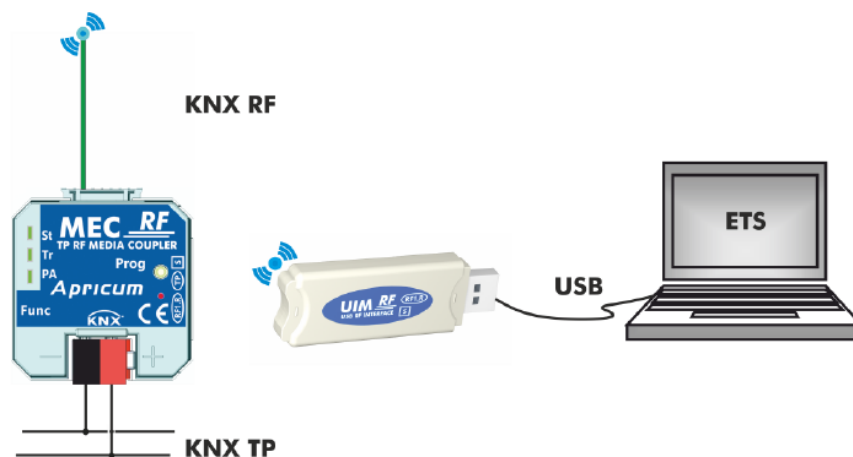
Slika 6.6: KNX IP sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)

KNX USB RF sučelje povezuje računalo s KNX RF-om koristeći radijsku komunikaciju (RF). Zajedno s ETS-om koristi se kao sučelje za programiranje (Slika 6.7).



Slika 6.7: KNX RF sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)

U KNX sustavu potrebno je imati KNX RF/TP medijski sprežnik da bi bila moguća komunikacija s fiksno ožičenim KNX TP komponentama (Slika 6.8).

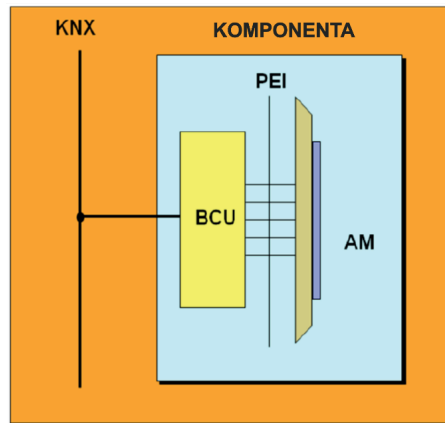


Slika 6.8: Shema povezivanja KNX RF sučelja (izvor: www.apricum.com)

6.3. Komponente

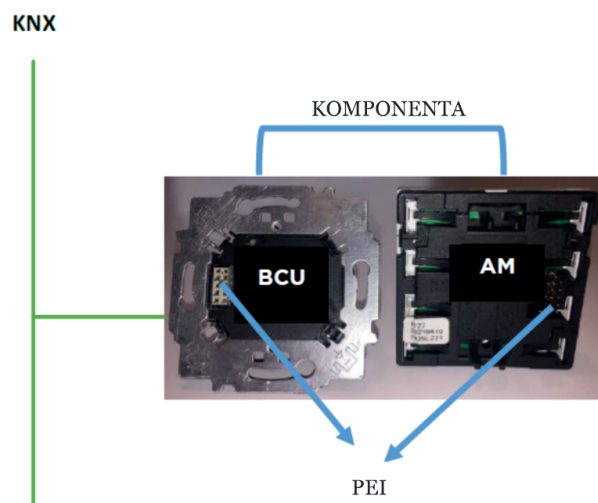
Komponente kao što su regulator rasvjete, kontrola pogona za rolete ili sjenila, višenamjenske tipke, senzor požara itd. u osnovi se sastoje od tri dijela (Slika 6.9):

- sprežnika sabirnice (engl. *bus coupling unit* – *BCU*)
- aplikacijskog modula (engl. *application module* – *AM*)
- aplikacijskog programa (engl. *application program* – *AP*).



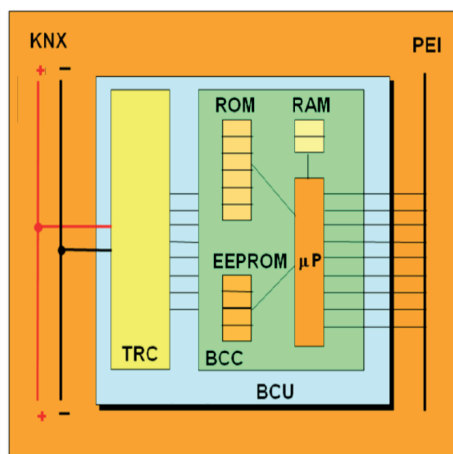
Slika 6.9: Sastavni dijelovi KNX komponente (izvor: rad autora)

Sprežnici sabirnice i aplikacijski moduli nude se na tržištu odvojeno ili integrirani u jedno kućište. Međutim, moraju biti od istog proizvođača. Danas su najčešće integrirani u jedno kućište. Aplikacijski modul (**AM**) povezan je sa sprežnikom sabirnice (**BCU**) putem standardiziranog fizičkog vanjskog sučelja (engl. *physical ext. interface* – **PEI**). Ovaj 10-inski ili 12-pinski konektor služi kao sučelje za razmjenu podataka između oba dijela (5 pinova) i za napajanje aplikacijskog modula (2 pina) (Slika 6.10).



Slika 6.10: Komponenta s odvojenim sprežnikom sabirnice i aplikacijskim modulom (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

U slučaju da je sprežnik sabirnice (BCU) trajno integriran u komponentu, proizvođači komponenti mogu koristiti ili gotov modul sučelja sabirnice (engl. *Bus Interface Module – BIM*) ili KNX chipset. U onim tipovima komponenti gdje je sprežnik sabirnice zaseban uređaj povezan s krajnjim uređajem preko PEI-a sprežnik sabirnice (BCU) je vidljiv. Dostupan je velik izbor različitih dizajna (ugradbeni, montirani na DIN-šinu i tiskane ploče za integraciju u sklopove), ali svi sprežnici sabirnice (BCU) u osnovi su slične strukture, a sastoje se od dva funkcionalna modula: upravljačke jedinice (engl. *controller – BCC*) i modula za prijenos (engl. *transmission module, transceiver – TRC*) (Slika 6.11).



Slika 6.11: Sprežnik sabirnice (BCU) (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

Modul za prijenos određuje komunikacijski medij koji će koristiti sprežnik sabirnice i zadužen je za prijenos telegrama. Trenutačno su dostupni sprežnici sabirnice s modulima za prijenos za KNX TP (upredena parica) i za KNX RF.

Svaka komponenta ima vlastitu „inteligenciju“ zahvaljujući integriranom operativnom sustavu i programskoj memoriji: to je razlog zašto je KNX decentraliziran sustav i ne treba središnju nadzornu jedinicu (npr. računalo). Središnje funkcije (npr. nadzor) mogu se, ako je potrebno, realizirati putem softvera za vizualizaciju i upravljanje instaliranog na osobnim ili tablet računalima. U memoriji upravljačke jedinice pohranjeni su sljedeći podaci:

- Sistemski program sustava (engl. *system software*), zvan sistemski stog (engl. *system stack*) ili KNX operativni sustav: različiti profili programa KNX sustava označeni su svojom „verzijom maske“ ili „deskriptorom komponente tipa 0“. Verzija maske sastoji se od 2 bajta i ne može se mijenjati. Prilikom učitavanja podataka u komponentu ETS provjerava verziju programa KNX sustava kako bi mogao utvrditi kako komponenta treba biti konfigurirana.
- Privremene vrijednosti sustava (sadržaj RAM-a) i aplikacija: ovi se podaci gube u slučaju nestanka napajanja sabirnice (ako ih komponenta ranije ne spremi u trajnu memoriju, npr. ovisno o aplikacijskom programu važne informacije o statusu, kao što su npr. sklopna stanja).

- Aplikacijski program, individualne adrese, grupne adrese ili parametri: obično se pohranjuju u memoriju u koju se može ponovno pisati (engl. *rewritable* – RW).

U slučaju *S-mode* kompatibilnih komponenti, u komponentu se prilikom programiranja ETS-om učitavaju podaci o komponenti i na taj se način određuje njena funkcija. Podaci o komponenti su dostupni na internetskim stranicama proizvođača komponenti. *S-mode* kompatibilna KNX tipka, montirana na BCU, može generirati signale za zatamnjenje samo nakon što je odgovarajući aplikacijski program učitao u komponentu putem ETS-a i uz ispravno postavljene parametre.

U slučaju *E-mode* kompatibilnih komponenti, komponenta izvještava o podržanoj funkciji (što se tiče podržanih kanala „*E-mode*“) pomoću deskriptora dviju komponenti, različitog od deskriptora *S-mode* komponenti. *E-mode* uređaji obično se isporučuju s učitanim aplikacijskim programom. Povezivanje takvih KNX uređaja i postavljanje relevantnih parametara osigurava se ili putem odgovarajućih hardverskih postavki ili putem središnje upravljačke jedinice.

6.3.1. Profili programa KNX sustava (sistemski profili)

Tehnologija Sistem 1 (engl. *System 1*) uvedena je s prvom generacijom KNX komponenti (1991.), ali još uvijek je dio KNX standarda i još uvijek se može koristiti u novim sustavima.

Nekoliko godina kasnije, 90-ih, predstavljene su komponente temeljene na Sustavu 2 (engl. *System 2*) i Sustavu 7 (engl. *System 7*). Sustav 7 dalje je razvijen u Sustav B (engl. *System B*) kako bi se riješila ograničenja u pogledu broja grupnih objekata i grupnih adresa. Aplikacijski programi dizajnirani za tehnologiju Sustav 1 također se mogu preuzeti na određene komponente Sustava 2 (kompatibilnost prema gore). Međutim, aplikacijski programi Sustava 2 ne mogu se preuzeti na komponentu sa Sustavom 1.

Tablica 6.1 daje pregled najvažnijih značajki profila programa KNX sustava:

Tablica 6.1: Pregled KNX sistemskih profila (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)

	Sustav 1	Sustav 2/7	Sustav B
Verzija maske ili deskriptor komponente tipa 0	npr. 0012h	npr. 0025h, 0705h	npr. 07B0h
Maksimalni broj grupnih objekata	12	254	65536
Podrška za sučelje objekata	Ne	Da	
Podrška za KNX serijski broj			
Podrška za kontrolu pristupa			

6.3.1.1. Kontrola pristupa (engl. *access control*)

Kada ETS želi pristupiti memoriji komponente Sustava 2, 7 i B (čitanje i/ili pisanje), prvo se mora autorizirati pomoću autorizacijskog ključa od 4 bajta. Ključevi se mogu definirati na različitim razinama. Neke od razina rezervirane su za pristup proizvođaču (i stoga im ne mogu pristupiti projektanti sustava). Jedna razina daje pristup memoriji koja nije povezana sa sustavom u komponentama i može se zaključati unosom BCU ključa u svojstvima projekta koji se podešavaju u ETS-u. Komponente koje su zaključane pomoću BCU ključa i dalje mogu slati telegrame. Ponovno programiranje zaključane komponente bez odgovarajućeg BCU ključa nije moguće. BCU ključevi pohranjeni su u ETS projektu. Iz tog je razloga važno redovito raditi sigurnosnu kopiju ETS projekta.

6.3.2. KNX serijski broj

Uređaji Sustava 2, 7 i Sustava B imaju KNX serijski broj. Ovaj broj, koji se dodjeljuje svakom uređaju prije izlaska iz tvornice, omogućuje pisanje ili čitanje pojedinačne adrese uređaja bez potrebe za pritiskom na gumb za programiranje uređaja. Međutim, ova značajka još uvijek nije podržana prema zadanim postavkama u ETS-u, ali postoje ETS aplikacije u My-KNX trgovini koje omogućuju čitanje/pisanje pojedinačne adrese bez pritiskanja gumba za programiranje.

6.3.3. Veličina memorije

Gledajući broj grupnih adresa, može se zaključiti da se veličina memorije povećava s navedenom verzijom maske: veličina memorije komponente sa Sustava 2 veća je od komponente sa Sustava 1. Veličina memorije komponente sa Sustava 7 veća je od komponente sa Sustava 2, posebno za profil „B“.

Više od 10 godina 254 grupne adrese smatralo se velikim brojem adresa, no s razvojem novih dodirnih panela, kontrolera i pristupnika taj je broj ponovno postao premalen. Zbog toga je Sustav 7 proširen s 1 bajtom u pogledu broja grupnih adresa. Zbog toga su 65536 i 65535 sada postale maksimalne vrijednosti. Ova maksimalna vrijednost zasada je dostatna za realizaciju KNX sustava.

6.3.3. Sučelje objekata (engl. *interface objects*)

Sučelje objekata sadrži određena svojstva sustava i aplikacije (npr. tablicu s adresama, parametre...) koji se mogu čitati i/ili pisati pomoću alata (npr. ETS tijekom učitavanja programa u komponentu) bez eksplicitnog znanja o strukturi memorije uređaja. Krajnji korisnik ETS-a ne može manipulirati takvim sučeljem, ali ih može čitati pomoću aplikacije ETS „Device Editor“, što spada u napredne tehnike rada s KXN sustavom.

6.4. Uobičajene aplikacije

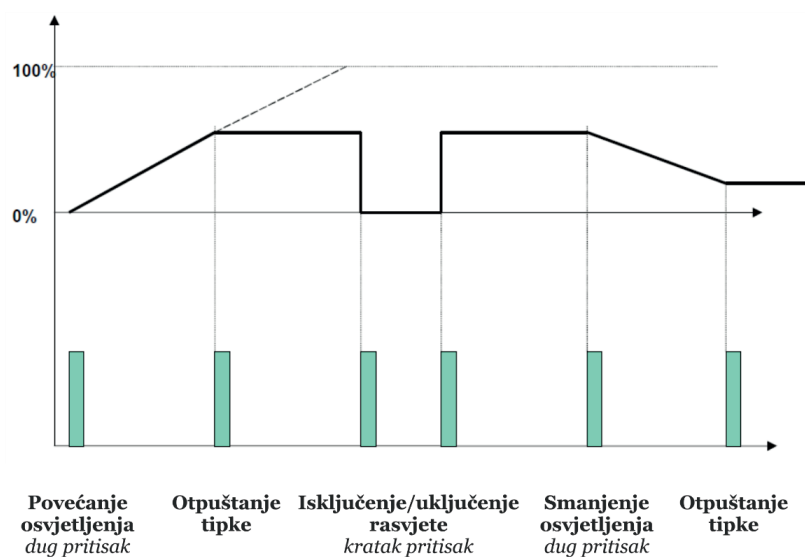
6.4.1. Regulacija osvjetljenja (engl. *dimmer*)

Za regulaciju osvjetljenja koristi se tipkalo. Postoje tipkala s različitim brojem tipki i svaka je tipka programibilna. Primjer tipkala prikazan je na Slici 6.12.



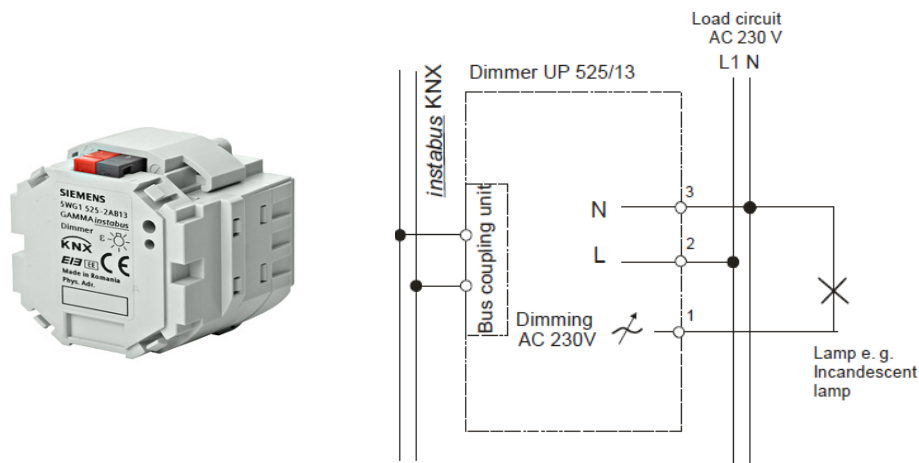
Slika 6.12: KNX tipkalo, jednostruko, s LED-om koji pokazuje status (izvor: www.schrack.com)

Trajanjem pritiska na tipku određuje se hoće li se aktivirati funkcija uključivanja svjetla ili funkcija zatamnjenja pomoću iste tipke. Ako je vrijeme pritisnute tipke kraće od vremena parametriranog u aplikacijskom programu tipke (npr. < 500 ms), šalje se telegram da se svjetlo upali (ON). Ako se tipka drži pritisnutom dulje od vremena koje je parametrirano, šalje se telegram „start dimming“. Čim se tipka ponovno otpusti, šalje se telegram „stop dimming“ (Slika 6.13). Za telegrame uključivanja/isključivanja svjetla i regulacije osvjetljenja koriste se različite grupne adrese kako bi se osiguralo da aktuator za regulaciju osvjetljenosti izvršava ispravne funkcije.



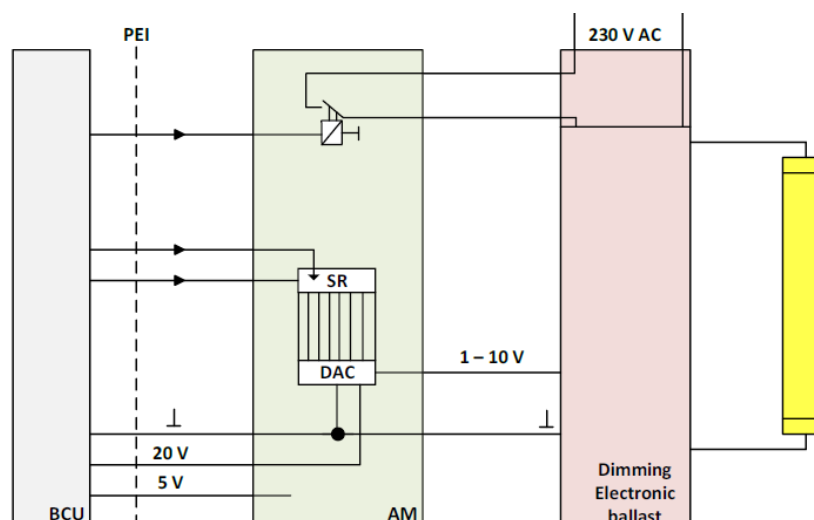
Slika 6.13: Regulacija rasvjete sa start/stop telegramima (izvor: rad autora)

Senzor regulacije osvjetljenja (tipkalo) povezuje se s aktuatorom rasvjete (Slika 6.14). Postoje različite vrste aktuatora osvjetljenja, ovisno o konceptu prigušivanja i korištenim rasvjetnim tijelima. Svi regulatori osvjetljenja imaju nešto zajedničko: parametriranu brzinu regulacije osvjetljenja. Brzina regulacije stoga je isključiva stvar aktuatora.



Slika 6.14: Univerzalni regulator osvjetljenja, 1 x 230 V AC, 10 ... 250 VA (izvor: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?rc=NO&lang=en&module=Catalog&action=ShowProduct&key=5WGT525-2AB13>)

U nastavku će biti prikazan primjer regulatora osvjetljenja koji ima pasivno analognu sučelje od 1 do 10 V (Slika 6.15). U prikazanom primjeru BCU šalje (digitalni) upravljački signal aplikacijskom modulu. Ovaj signal mora biti elektronički prilagođen upravljačkom ulazu elektroničkog balasta. Elektronski balast regulatora rasvjete koristi napon 1 – 10 V za kontrolu osvjetljenja fluorescentne cijevi. Releji u aplikacijskom modulu služe za uključivanje/isključivanje mrežnog napona.

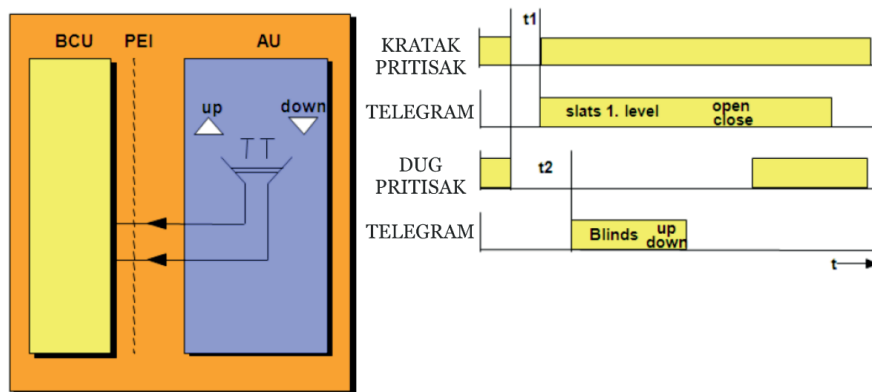


Slika 6.15: Aplikacijska funkcija: „regulator rasvjete“ (izvor: KNX, KNX Basic Course 2022)

Za rad regulatora rasvjete potrebno je koristiti najmanje dvije grupne adrese: jednu za rad releja koji uključuje ili isključuje rasvjetu, drugu za podešavanje vrijednosti analogno-digitalnog pretvarača (DAC). U pravilu se koristi pet grupnih adresa.

6.4.2. Regulacija rada žaluzina, sjenila i roleta

Za razliku od sjenila i roleta, koje se mogu samo podizati i spuštati, žaluzine imaju i mogućnost zakretanja lamela. Njihov rad funkcionira slično regulaciji osvjetljenja: razlikuje se kratak i dug pritisak na tipkalo (Slika 6.16).



BCU – sprežnik sabirnice, AU – aplikacijska jedinica, PEI – sučelje

Slika 6.16: Upravljanje žaluzinama (izvor: rad autora)

Ako žaluzine imaju pokretne lamele, može se podesiti da kratak pritisak na tipkalo zakreće lamele, a dug pritisak na tipkalo podiže ili spušta žaluzinu.

Vrijeme t_2 (npr. 500 ms) djeluje kao „granica“ između naredbi „lamele se otvaraju/zatvaraju“ i „žaluzina gore/dolje“. Vrijeme t_1 je vrijeme istitravanja¹⁴ (engl. *debouncing*), koje se može postaviti za tipkala i binarne ulaze. Za tipkala obično nema predviđenog vremena istitravanja.

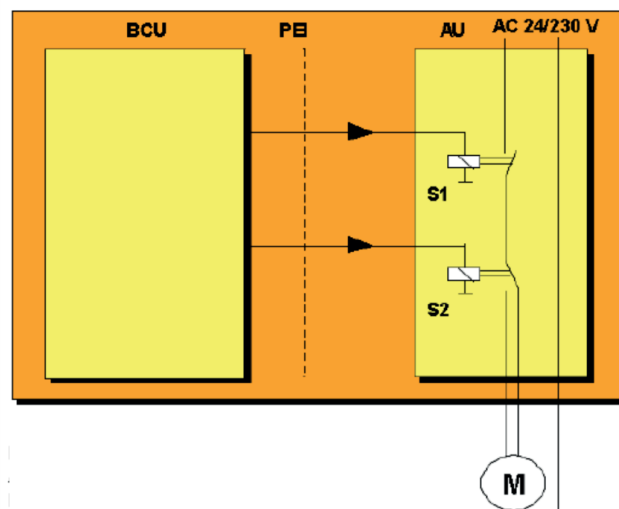
Važna razlika u odnosu na regulaciju osvjetljenja jest u tome da ako se otpusti tipkalo nakon što je mehanizam (motor) pokrenut, on će nastaviti raditi sve dok se ponovno ne pritisne tipkalo. To se događa zato što sjenila/rolete u osnovi imaju puno dulje vrijeme rada u usporedbi s vremenom koje je potrebno kod regulacije osvjetljenja da se od 0 % osvjetljenja dođe do 100 % osvjetljenja.

¹⁴ Za uklanjanje malog valovanja struje koje nastaje kada se tipkalo pritisne u električnom krugu i napravi niz kratkih kontakata.

Kratak rad tipkala također ima dvije različite implikacije – ako motor nije u radu, uzrokovat će pomicanje lamela (samo za sjenila s podesivim lamelama). Pritiskom na tipkalo dok je mehanizam za zakretanje lamela uključen on će se zaustaviti.

Za upravljanje sjenilima koriste su obje komande, tj. kraći ili duži pritisak tipkala, čak i kada nema potrebe za podešavanjem lamela.

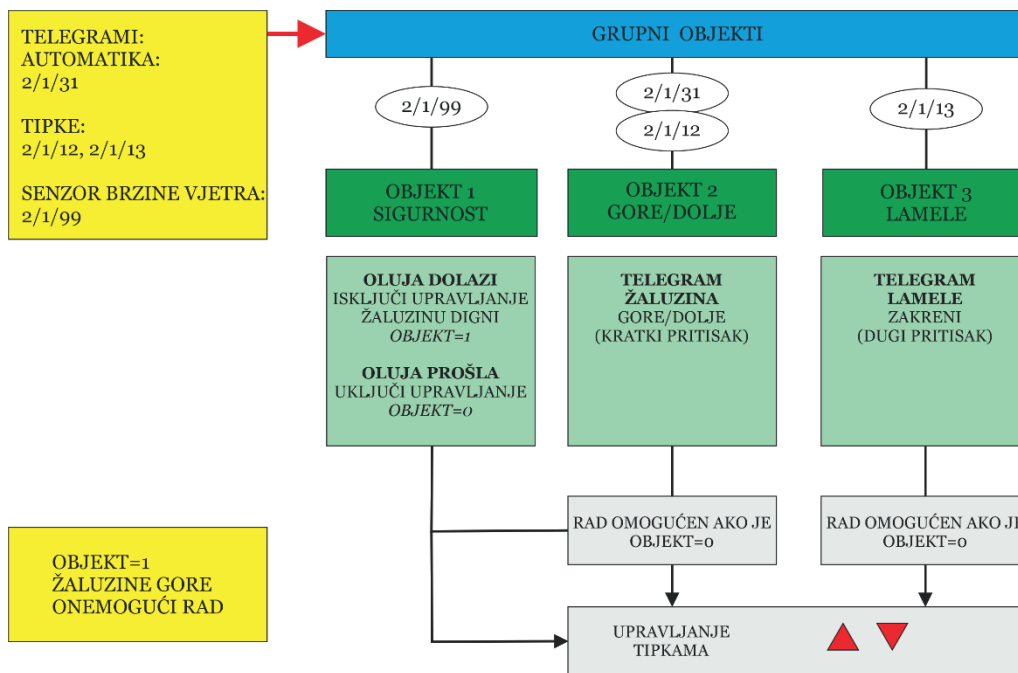
Žaluzinama s pokretnim lamelama upravlja se dvama motorima, a sjenilima i roletama jednim motorom. Ovisno o primljenom telegramu, BCU prosljeđuje naredbu „gore“ ili naredbu „dolje“ na relej S2 (Slika 6.17). Releji S2 određuje smjer vrtnje motora. Po primitku telegrama BCU aktivira relej S1, koji pokreće motor. Ako je motor već bio uključen, ovaj telegram zaustavlja sjenilo (S1 se otvara). Po primitku telegrama „sjenilo gore/dolje“ BCU aktivira relej S1 na period dulji od ukupnog vremena kretanja sjenila od samog vrha do samog dna i obrnuto. Granični prekidači sjenila zaustavljaju motor kada se postigne granični položaj, čak i ako je motor još pod naponom.



Slika 6.17: Upravljanje radom motora (izvor: KNX, KNX Basic Course 2022)

6.4.2.1. Struktura objekta za upravljanje žaluzinama

Primjer sustava za rad s žaluzinama sastoji se od senzora jačine vjetrova, senzora osvjetljenja, kojim se određuje položaj Sunca, dva motora (za podizanje/spuštanje žaluzina i zakretanja lamela), koji su povezani na aktuator, i senzora s dvije tipke (Slika 6.18).



Slika 6.18: Primjer sustava za rad sjenila/roleta (izvor: rad autora)

Kratkim pritiskom na tipkalo šalje se telegram 2/1/13 „zakretanje lamela“, a dugim pritiskom tipkala šalje se telegram 2/1/12 „potpuno otvori/zatvori žaluzinu“.

Ako senzor koji je odgovoran za mjerenje položaja Sunca aktivira telegram „spusti žaluzinu“, koristeći grupnu adresu 2/1/31, adresira se grupa objekata „gore/dolje“ i izvršava se odgovarajuća naredba.

Telegram 2/1/99 pokrenut senzorom vjetra odnosi se na sigurnost žaluzina. Ako se razvija oluja, telegram 2/1/99 aktivira spuštanje/dizanje žaluzine (ovisno o podešenim parametrima) i onemogućuje daljnji rad sve do prestanka oluje.

Pored ovih osnovnih funkcija, aktuatori imaju i niz dodatnih funkcija, koje projektant sustava podešava u ovisnosti o zahtjevima korisnika.

7

POGLAVLJE

PRIPREMA PROJEKTA

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- pravilno strukturirati KNX projekt
- pravilno označiti grupne adrese.

Ispravno strukturiranje KNX projekta važan je element za njegovu uspješnu realizaciju. Odabir topologije i odabir adresne sheme u skladu s odabranom topologijom ključni su da bi se naručitelju predao ispravan i funkcionalan KNX sustav. KNX organizacija izradila je projektne smjernice koje sadrže važne osnovne informacije i ideje za uspješan projekt.

7.1. Odabir topologije

Jednako kao što su veliki građevinski projekti podijeljeni na zone, zgrade, katove i prostorije, fizičku strukturu sabirničkog sustava treba organizirati u skladu s tim. Što se te strukture mogu napraviti sličnije, to će dizajn projekta i programiranje KNX komponenti biti lakši i jasniji.

Podjela na zone i linije – broj mogućih zona i linija

KNX projekt može sadržavati do petnaest zona. Po zoni se može definirati do šesnaest linija (petnaest linija i jedna glavna linija). Zone, odnosno linije, međusobno su galvanski izolirane sprežnikom. Svaka linija treba vlastito napajanje. Dakle, točan broj izvora napajanja u projektu je: broj sprežnika + 1.

Prema KNX standardu, topologija je strukturirana na sljedeći način:

- linije (uvijek 1 – 15)
- glavna linija (povezuje odgovarajuće linijske sprežnike)
- zona (povezuje odgovarajuće sprežnike zone), a u praksi se ova linija često naziva okosnom linijom.

7.1.2. Topologija u praksi

U velikim projektima gdje je šesnaest linija (petnaest linija i jedna glavna linija) nedovoljno ili kada to zahtijeva struktura zgrade, linije se organiziraju u zone. U obiteljskoj kući jedna linija može biti dovoljna ili po katu ili čak za cijelu kuću (Tablica 7.1). U poslovnim zgradama treba predvidjeti jednu zonu po katu i jednu liniju po energetskej zoni, čak i ako sve zone ne sadrže najveći broj od petnaest linija

Tablica 7.1: Primjer topologije obiteljske kuće s manjim brojem komponenti (izvor: rad autora)

Zona 1: Kuća		
Glavna linija Stubište		(Komponente 1.0.xxx)
Linija 1	Podrum	(Komponente 1.1.xxx)
Linija 2	Prizemlje	(Komponente 1.2.xxx)
Linija 3	Prvi kat	(Komponente 1.3.xxx)

Tablica 7.2: Primjer topologije poslovne zgrade (izvor: rad autora)

Linija zone		(Komponente 0.0.xxx)
Zona 1: Sjeverna zgrada (podrum)		
Glavna linija		(Komponente 1.0.xxx)
Linija 1	Energetska zona 1	(Komponente 1.1.xxx)
Linija 2	Energetska zona 2	(Komponente 1.2.xxx)
Linija 3	Energetska zona 3	(Komponente 1.3.xxx)
Linija 4	Energetska zona 4	(Komponente 1.4.xxx)
...		
...		
Linija 11	Sjeverni hodnik	(Komponente 1.11.xxx)
Linija 12	Južni hodnik	(Komponente 1.12.xxx)
Zona 2: Sjeverna zgrada (prizemlje)		
Glavna linija		(Komponente 2.0.xxx)
Linija 1	Energetska zona 1	(Komponente 2.1.xxx)
Linija 2	Energetska zona 2	(Komponente 2.2.xxx)
Linija 3	Energetska zona 3	(Komponente 2.3.xxx)
...		
...		
Linija 11	Sjeverni hodnik	(Komponente 2.11.xxx)
Linija 12	Južni hodnik	(Komponente 2.12.xxx)
Zona 3: Kat s trgovinama		
Glavna linija		(Komponente 3.0.xxx)
Linija 1	Energetska zona 1	(Komponente 3.1.xxx)
Linija 2	Energetska zona 2	(Komponente 3.2.xxx)
... itd.		

7.2. Broj komponenti

Općenito je u jednoj liniji moguće instalirati najviše do 256 komponenti i pri tome je potrebno voditi računa o snazi napajanja. Međutim, pri izradi projekta treba predvidjeti dovoljne rezerve. Prilikom projektiranja instalacije broj komponenti u liniji ne bi trebao biti veći od 60 % maksimalno mogućeg broja komponenti u poslovnim zgradama i 90 % u stambenim zgradama. Točna potrošnja energije pojedinačnih uređaja i rezultirajući najveći broj uređaja po zoni/liniji (segmentu) može se izračunati na temelju tehničkih podataka o komponentama, dostupnih od strane proizvođača.

7.3. Individualne adrese

Teoretski, individualne adrese pojedinačnih komponenti u liniji mogu se dodijeliti bez ikakve strukture. Kako bi se poboljšao cjelokupni pregled sustava, preporuka je da se prilikom dodjele individualnih adresa kreira struktura koja je prilagođena projektu. Ovisno o broju aktuatora koji se ugrađuju u razvodni ormar, raspon adresa može se segmentirati kao što je prikazano u Tablici 7.3. Prikazana struktura prikladna je samo za manje projekte.

Pojedinačne zone trebaju biti dizajnirane s jasnom granicom zona kako bi se ostavila mogućnost naknadnog nadograđivanja KNX sustava.

Tablica 7.3: Primjer segmentiranja individualnih adresa (izvor: rad autora)

1.1	0	Linijski sprežnik
1.1	1 ... 20	Aktuatori u razvodnom ormaru
1.1	21 ... 40	Senzori
1.1	41 62	...
1.1	255	USB sučelje za programiranje

7.4. Načelna shema dokumentacije

U slučaju većih projekata, kada se započne s razdvajanjem i strukturiranjem KNX instalacije na zone i linije, potrebno je izraditi načelnu shemu. Ona osigurava optimalan dizajn topologije KNX sustava i na taj se način logička struktura može realizirati prilično brzo. Kasnije shema pomaže u brzom pregledu tijekom faze puštanja sustava u pogon ili tijekom održavanja. Načelna je shema stoga uvijek dio dokumentacije koja se predaje naručitelju nakon završetka projekta.

7.5. Koncept označivanja

Važno je da sve strane uključene u projekt koriste zajedničke pojmove i imaju na umu isto značenje tih pojmova. To se najlakše postiže zajedničkim konceptom označivanja. Koncept prikazan u nastavku pokazao je svoju vrijednost u praksi i stoga ga preporučuje KNX. Ovaj standardni koncept ima dodatnu prednost jer sve uključene strane mogu lako razumjeti projekt čak i ako nisu izvorno same dizajnirale projekt. Oznaka se prema preporuci KNX-a sastoji od sljedećih elemenata:

- oznake za funkcije
- oznake prostorije
- rednog broja.

Ovi elementi rezultiraju jedinstvenim identifikatorom (Slika 7.1). Ovako kreirana oznaka trebala bi se koristiti u planu instalacije, u shemi električnog kruga i za izradu ETS projekta.

<<LD_E05_01>>

Slika 7.1: Primjer jedinstvene oznake (izvor: rad autora)

7.5.1. Prvi element – funkcija

KNX je definirao oznake za funkcije te preporučeni broj grupnih adresa (Tablica 7.4). Popis se po potrebi može dopuniti.

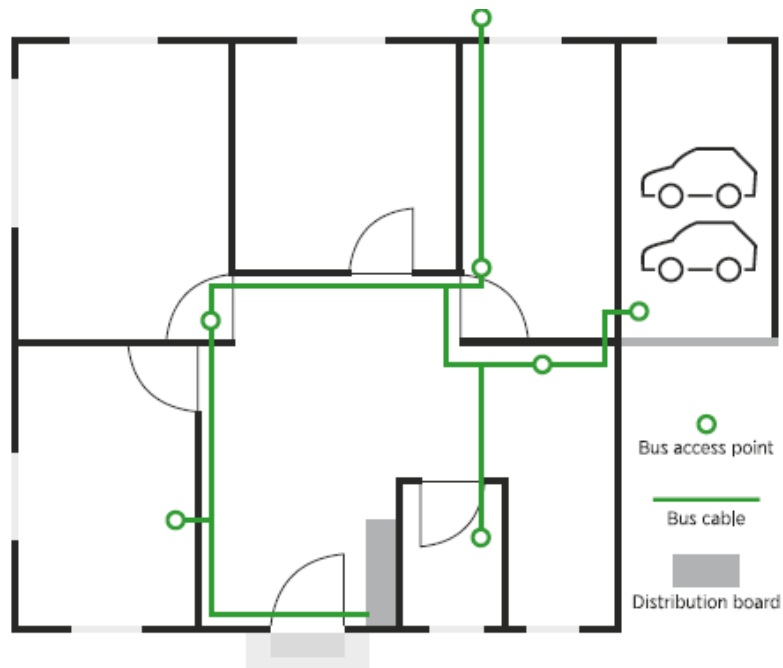
Tablica 7.4: Oznake za funkcije (izvor: rad autora)

Oznaka	Funkcija	Broj grupnih adresa
AM	Magnetski kontakt (engl. <i>alarm-magnetic contact</i>)	5
AW	Nadstrešnica (tenda)(engl. <i>awning</i>)	5
B	Roleta (sjenilo)(engl. <i>blind</i>)	5/10

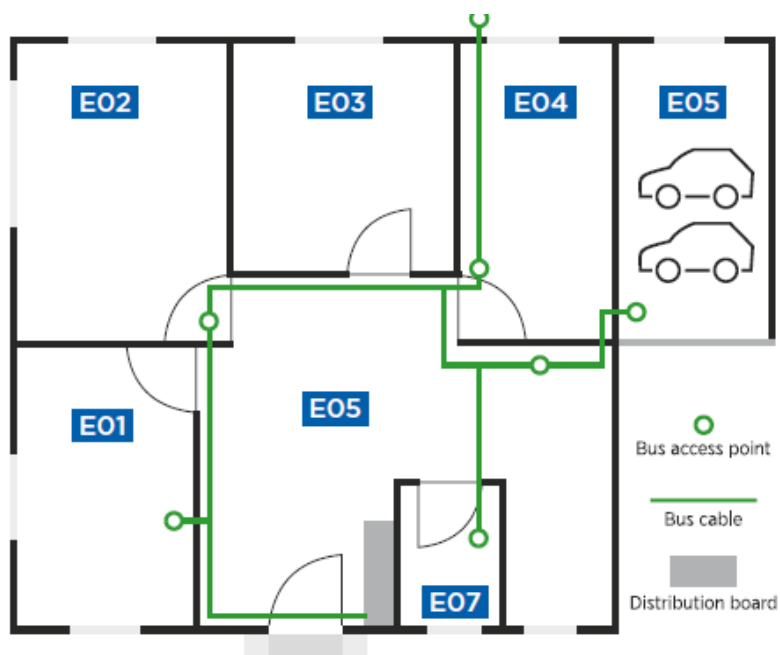
C	Zavjesa (engl. <i>curtain</i>)	5
CL	Tajmer (engl. <i>clocks</i>)	5
BL	Projektor (engl. <i>beamer</i>)	5
DC	Kontakt na vratima (engl. <i>door contact</i>)	5
DMX	DMX - Digital Multiplex Protocol	5
E	Mjerenje energije (engl. <i>energy meters and monitoring</i>)	10
F	Ventilatori (engl. <i>fans</i>)	5
FS	Komarice (engl. <i>fly screens</i>)	5
G	Garažna vrata (engl. <i>garage door</i>)	5
GB	Zvono (engl. <i>gong/bell</i>)	5
H	Grijanje (engl. <i>heating</i>)	5
HP	Toplinska pumpa (engl. <i>heat pump</i>)	10
IR	Navodnjavanje (engl. <i>irrigation</i>)	5
L	Osvjetljenje (engl. <i>lighting</i>)	5
LC	Kontakt za zaključavanje (engl. <i>locking contact</i>)	5
LD	Regulator osvjetljenja (engl. <i>dimmable lighting</i>)	5
LDA	DALI regulator osvjetljenja (engl. <i>dimmable lighting - DALI</i>)	5
MM	Multimedija	5
P	Pumpa	5
PS	Projektorsko platno (engl. <i>projection screen</i>)	5
RL	Stropno svjetlo (engl. <i>roof light</i>)	5
S	Utičnica (engl. <i>socket-outlet</i>)	5
SD	Utičnica s regulacijom (engl. <i>dimmable socket-outlet</i>)	5
SH	Poklopac (engl. <i>shutter</i>)	5/10
TS	Senzor temperature (engl. <i>temperature sensor</i>)	5
TVL	Podizni ormarić za TV (engl. <i>TV lift</i>)	5
W	Prozori (engl. <i>windows</i>)	5
WK	Kontakt prozora (engl. <i>window contact</i>)	5
WS	Vremenska stanica (engl. <i>weather station</i>)	10

7.5.2. Drugi element – brojevi prostorija

Svaka prostorija zahtijeva svoj jedinstveni broj. Ako su prostorijama već dodijeljeni brojevi, ti se brojevi mogu preuzeti. Brojevi prostorija moraju biti navedeni u tlocrtu i moraju se dogovoriti s arhitektom i, po potrebi, s drugim stručnjacima uključenim u projektiranje.



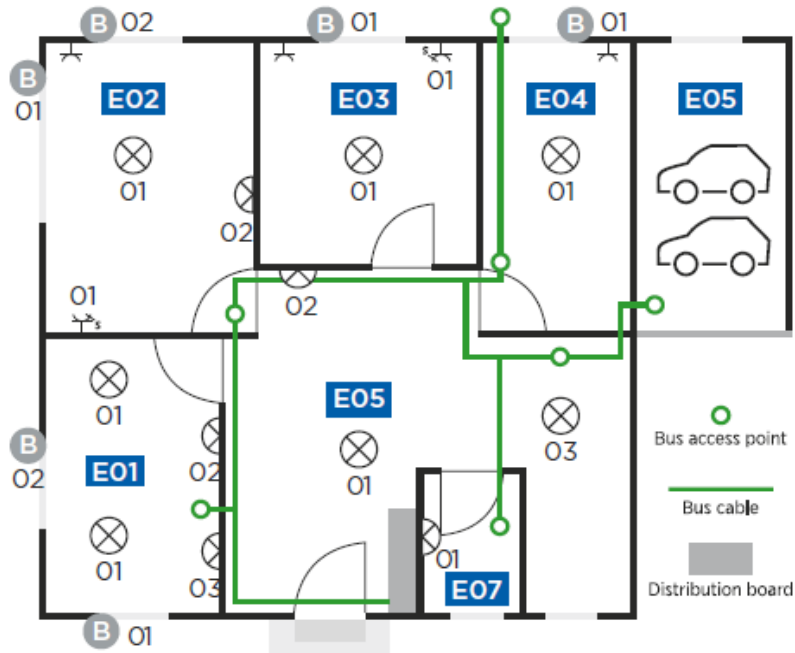
Slika 7.2: Plan instalacije bez brojeva soba (početno stanje)(izvor: knx.org, KNX project preparation)



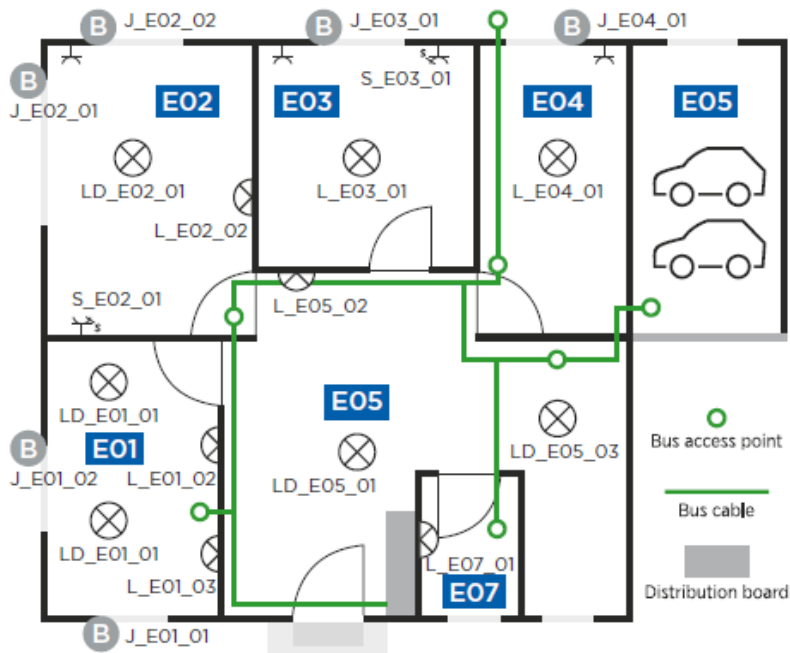
Slika 7.3: Plan instalacije s dodijeljenim brojevima prostorija (izvor: knx.org, KNX project preparation)

7.5.3. Treći element – redni broj

Redni broj čini treći dio oznake. Dodjeljuje se komponentama unutar prostorije. Ovaj broj počinje s 01 u svakoj prostoriji i ponovno počinje s 01 za svaku funkciju.



Slika 7.4: Tlocrt s rednim brojevima za svaku funkciju (izvor: knx.org, KNX project preparation)



Slika 7.5: Primjer označivanja (izvor: knx.org, KNX project preparation)

7.6. Dodatno označivanje u ETS-u

Prilikom označivanja grupnih adresa u ETS-u korisno je dodati u oznaku pravi naziv prostorije i, ako je primjenjivo, položaj komponente u zgradama. To posebno pomaže u manjim projektima za poboljšanje pregleda.

LD_E05_01 (ulaz-strop)

Slika 7.6: Primjer: označivanje grupne adrese u ETS-u (izvor: rad autora)



8

POGLAVLJE

ETS PROGRAM (v 6.1.0)

Nakon ovog poglavlja moći ćete:

- programirati KNX sustav ETS programom.

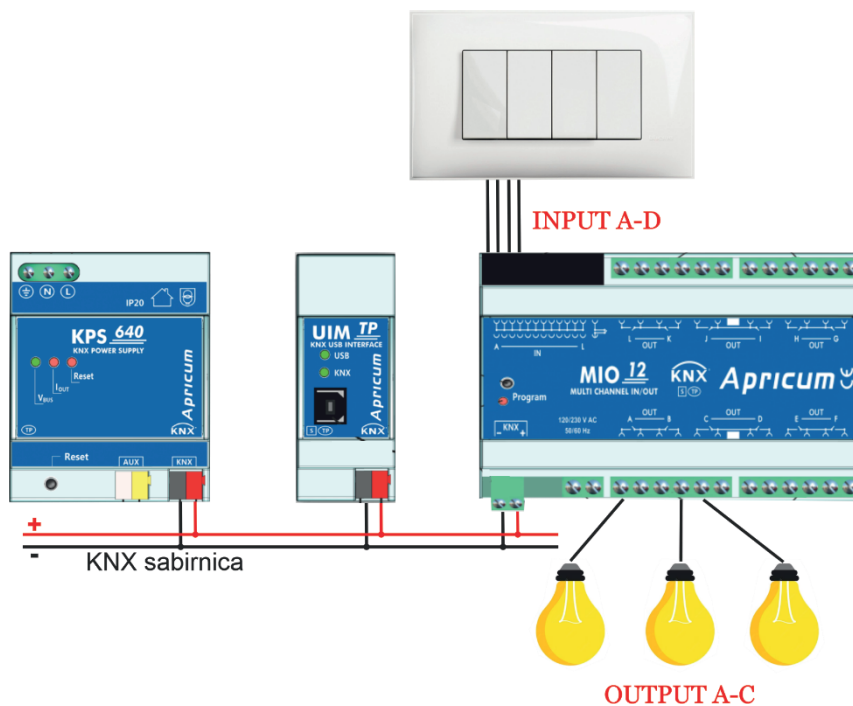
Za programiranje KNX sustava koristi se ETS program. Program je dostupan na internet-stranicama KNX organizacije. Postoji nekoliko vrsti licencija, koje su prikazane u Tablici 8.1.

Tablica 8.1. Vrste ETS licencija (izvor: www.knx.org)

ETS licencija	Broj komponenti	Besplatan
ETS Demo	5	DA
ETS Lite	20	NE
ETS Home	64 (samo jedan projekt)	NE
ETS Professional	maksimalan	NE

8.1. Vježba 1 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (1)

Zadatak: Programirati KNX sustav rasvjete u garaži u sklopu obiteljske kuće (Slika 8.1).



Slika 8.1: Rasvjeta u garaži (izvor: rad autora)

Sustav se sastoji od tri rasvjetna tijela spojena na izlaze A, B i C sklopnog aktuatora. Rasvjetnim tijelima upravlja se sklopkama spojenima na ulaze A – D. Sklopke upravljaju rasvjetnim tijelima kako je prikazano u Tablici 8.2.

Tablica 8.2: Prikaz upravljanja kanalima (izvor: rad autora)

Input	Output
Input A	Output A – ON/OFF
Input B	Output B – ON/OFF
Input C	Output C – ON/OFF
Input D	Output A, B, C – ON/OFF

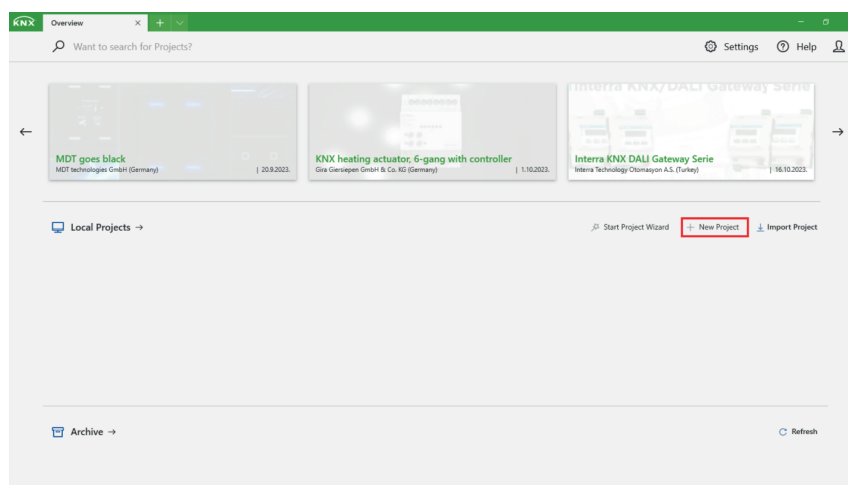
Programiranje sustava u ETS programu sastoji se od pet koraka:

1. kreiranje strukture objekta – zgrade
2. dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti
3. kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju
4. pridruživanje grupnih adresa komponentama
5. puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente.

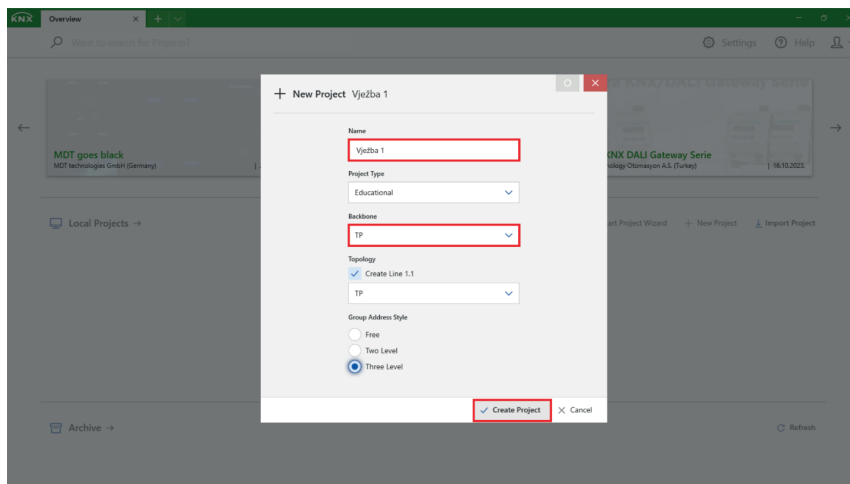
Kreiranje novog projekta

Nakon pokretanja ETS programa potrebno je odabrati **New Project** (Slika 8.2).

Odabirom **New Project** otvara se dijaloški okvir koji je potrebno podesiti onako kako je prikazano na Slici 8.3.

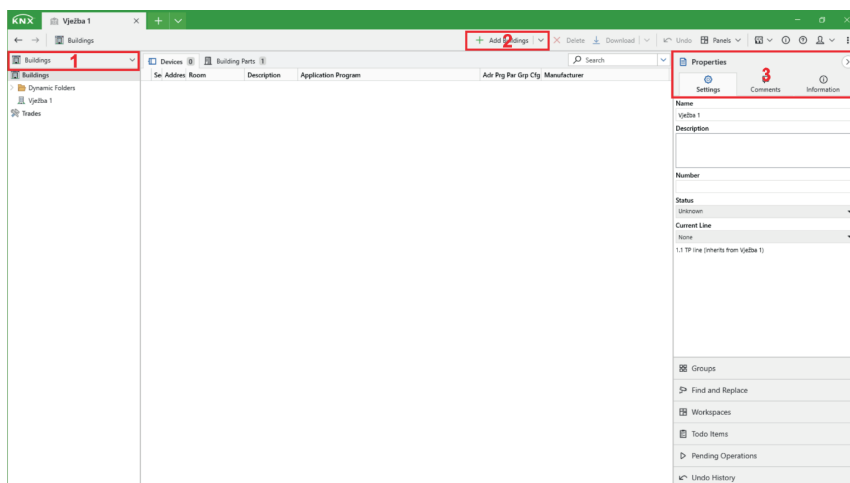


Slika 8.2: Kreiranje novog projekta (izvor: rad autora)



Slika 8.3: Postavke projekta (izvor: rad autora)

Odabirom dugmeta **Create Project** otvara se prozor prikazan na Slici 8.4. U panelu **Building**, označenom s 1, automatski se kreira objekt **Vježba 1**.



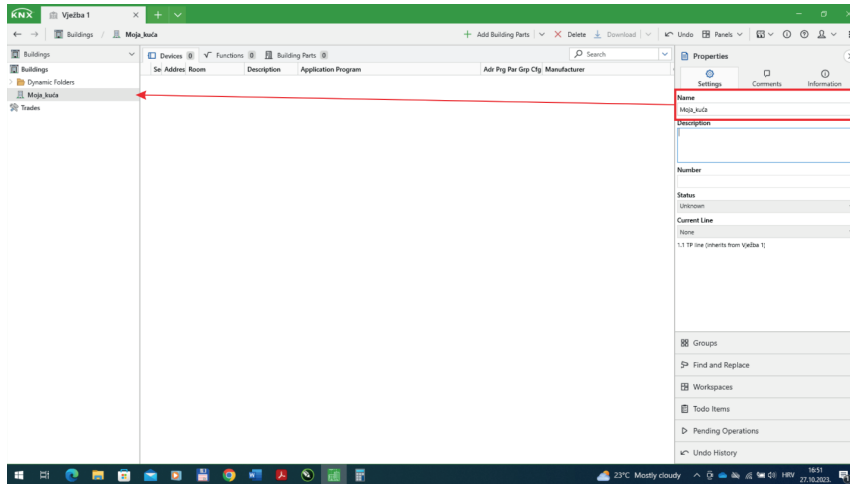
Slika 8.4: Sučelje ETS programa (izvor: rad autora)

Korak 1: Kreiranje strukture objekta – zgrade

Kreirat će se sljedeća struktura:

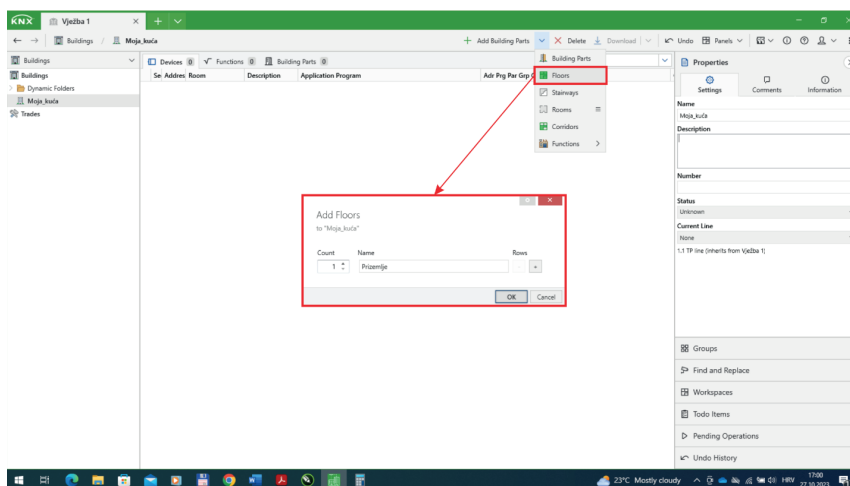
- Objekt – zgrada: Moja_kuća
- Etaža: Prizemlje
- Prostorija: Garaža.

Klikom na dugme **+Add Buildings**, označenom brojem 2 na Slici 8.4, kreira se novi objekt. Međutim, s obzirom na to da je objekt automatski kreiran prilikom pokretanja programa, nije potrebno kreirati novi objekt, već se ime objekta **Vježba 1** može promijeniti u **Moja kuća** u dijelu **Properties** (Slika 8.5).



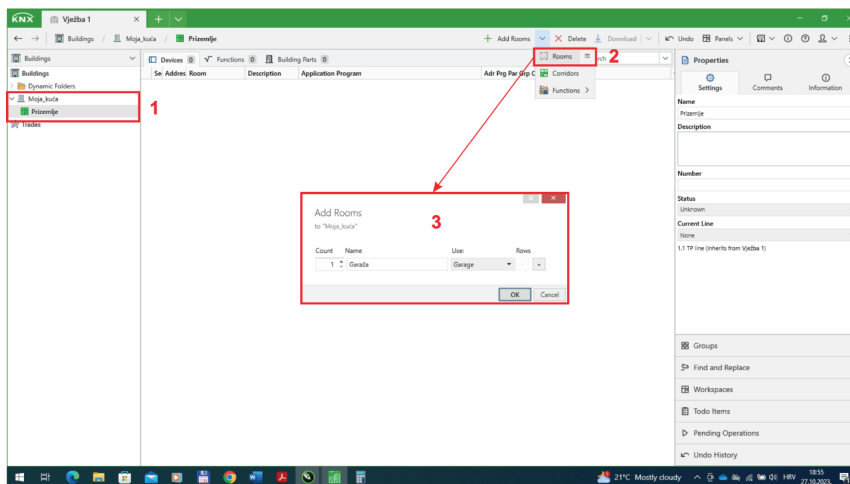
Slika 8.5: Promjena imena objekta (izvor: rad autora)

Dodavanje etaže vrši se klikom na strelicu pokraj dugmeta **+Add Building Parts** te odabirom opcije **Floors**, nakon čega se pojavljuje dijaloški okvir za unos imena etaže.



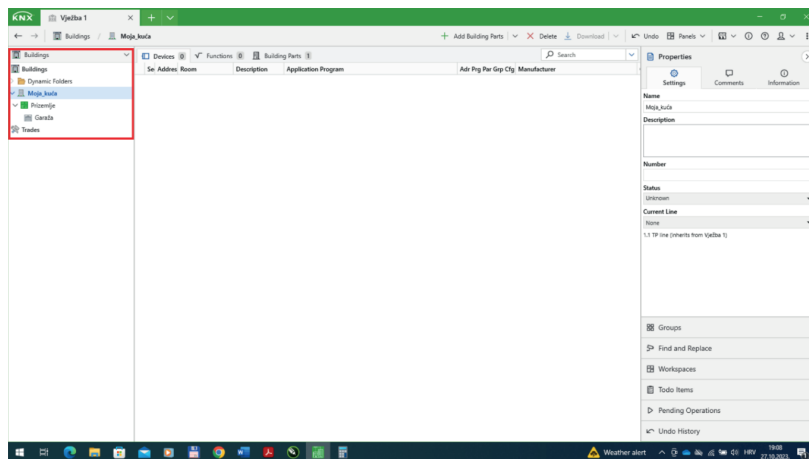
Slika 8.6: Dodavanje etaže „Prizemlje“ (izvor: rad autora)

Na sličan se način dodaju i prostorije. Prvo je potrebno u panelu **Buildings** odabrati etažu **Prizemlje**. Nakon toga se klikom na dugme **+Add Rooms** dobiva dijaloški okvir **Add Rooms**, gdje se unosi ime prostorije i njena namjena (Slika 8.7).



Slika 8.7: Dodavanje prostorije „Garaža“ (izvor: rad autora)

Konačan izgled kreirane strukture prikazan je u panelu **Buildings** (Slika 8.8).

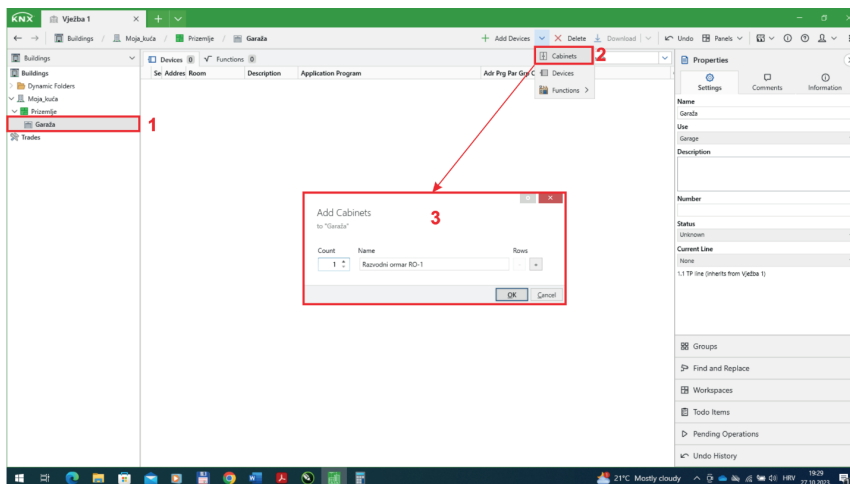


Slika 8.8: Kreirana struktura (izvor: rad autora)

Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

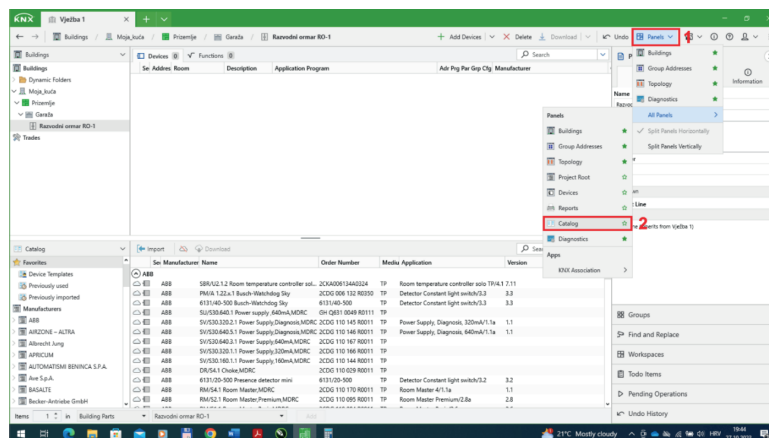
Dodavanje komponenti

Prije samog dodavanja komponenti u prostoriju Garaža dodat će se razvodni ormar u koji će se smjestiti komponente koje su predviđene za montažu na DIN šinu. Prvo je potrebno u panelu **Buildings** odabrati prostoriju **Garaža**. Nakon toga klikom na dugme **+Add Devices/Cabinets** dobiva se dijaloški okvir **Add Cabinets**, gdje se unosi oznaka razvodnog ormara (Slika 8.9).



Slika 8.9: Dodavanje razvodnog ormara (izvor: rad autora)

Dodavanje komponenti vrši se pomoću panela **Catalog**, koji se dobije klikom na dugme **Panels/Catalog**, nakon čega se otvara dodatni panel **Catalog** (Slika 8.10). Katalog sadrži aplikacijske baze komponenti raznih proizvođača. Ako se komponenta ne nalazi u katalogu, potrebno je s internetskih stranica proizvođača komponente preuzeti aplikacijsku bazu i dodati je klikom na dugme **Import**.

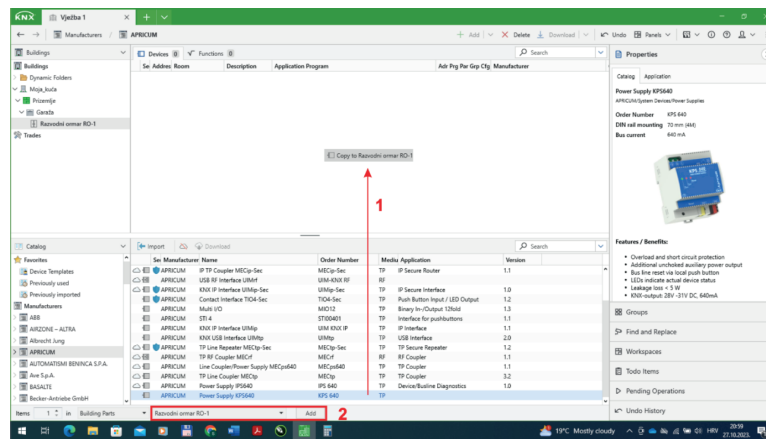


Slika 8.10: Dodavanje komponenti (izvor: rad autora)

Za potrebe projekta koristit će se komponente prikazane na Slici 8.1:

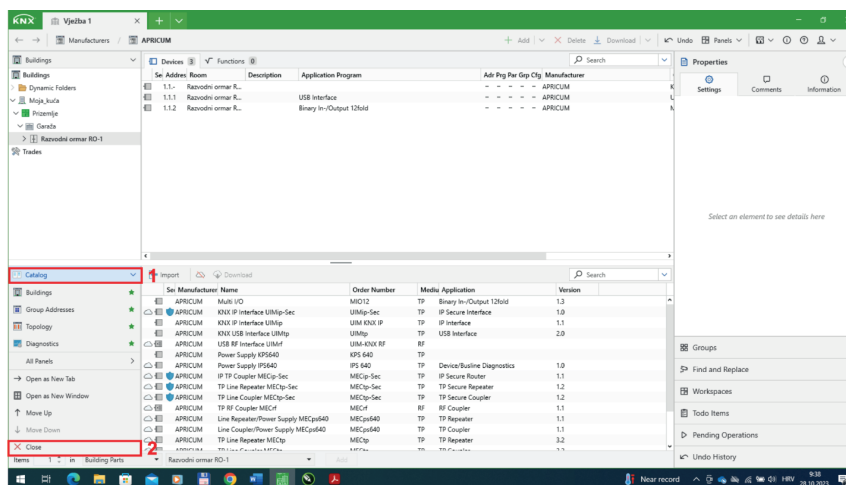
- Apricum Power Supply KPS 640 – napajanje
- Apricum UIM tp – USB sučelje za programiranje
- Apricum Multi I/O MI012 – 12-kanalni aktuator s dvanaest binarnih ulaza.

Prvo je potrebno odabrati proizvođača komponente. Nakon toga se odabere komponenta i mišem se odvuče u razvodni ormar (označeno s 1 na Slici 8.11) ili se umetne klikom na dugme **Add** (označeno s 2 na Slici 8.11).



Slika 8.11: Dodavanje komponenti (izvor: rad autora)

Komponente dodane u projekt prikazane su na Slici 8.12. Dodatni panel **Catalog** zatvara se klikom na strelicu pokraj dugmeta **Catalog** (1) te odabirom dugmeta **Close** (2).



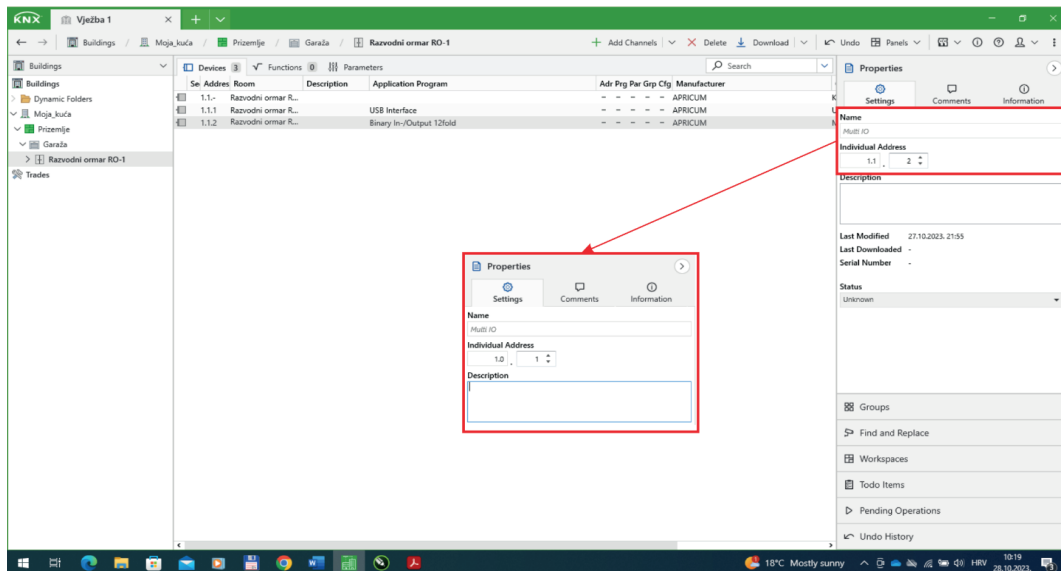
Slika 8.12: Komponente dodane u projekt (izvor: rad autora)

Definiranje individualnih adresa komponenti

Individualne adrese omogućuju pristup komponenti i njeno konfiguriranje, odnosno parametriziranje. Prilikom dodavanja komponenti ETS automatski komponenti dodjeljuje slobodnu individualnu adresu. Dodijeljene adrese mogu se vidjeti u panelu **Buildings** ili u panelu **Topology**.

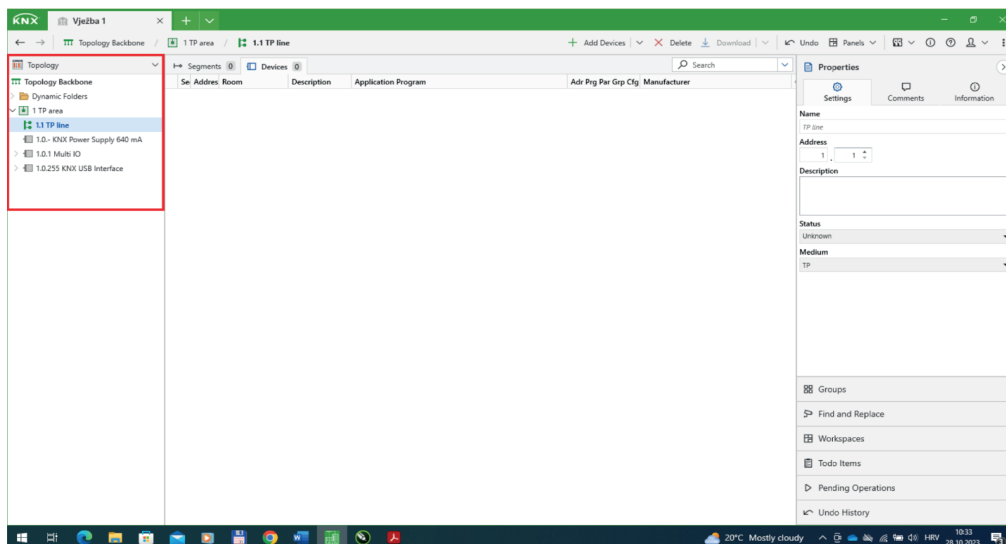
Individualne adrese dodijeljene na ovaj način ne odgovaraju fizičkoj topologiji komponenti u sustavu. Program je komponente smjestio na sekundarnu liniju (adresa x.1.x). Međutim, s obzirom na to da nema spreznika, u stvarnosti su sve komponente smještene na glavnu liniju i trebaju imati adresu oblika x.0.x.

Promjena individualne adrese vrši se tako da se odabere komponenta te se u dijelu **Properties** podesi ispravna individualna adresa (Slika 8.13).



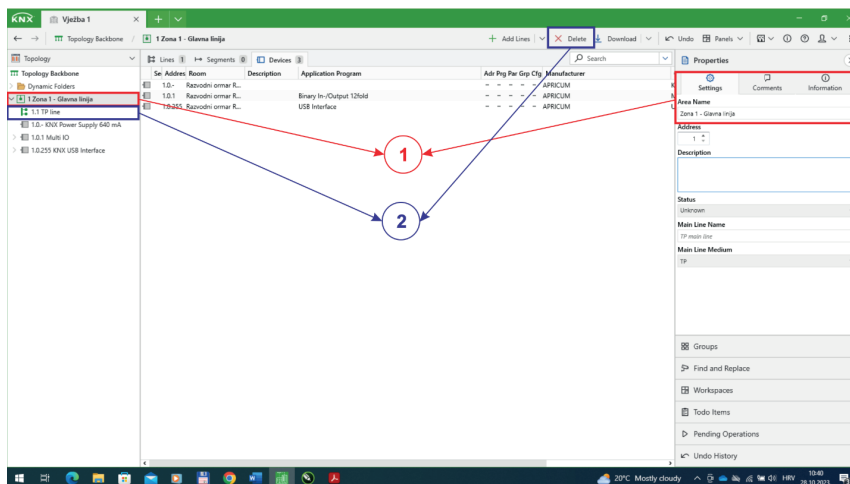
Slika 8.13: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)

Ispravno podešene adrese i topologija KNX sustava mogu se vidjeti u panelu **Topology**, prikazanom na Slici 8.14. USB sučelju za programiranje obično se dodjeljuje adresa **x.x.255**.



Slika 8.14: Prikaz topologije KNX sustava (izvor: rad autora)

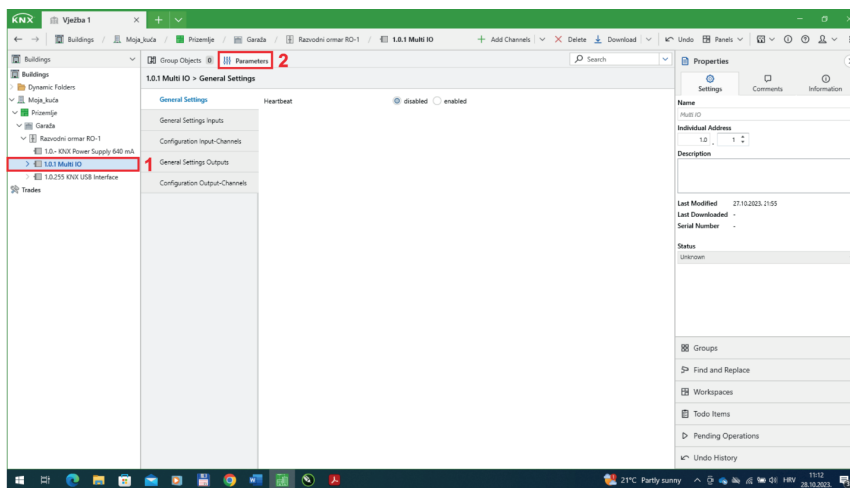
Prikazana topologija dodatno će se urediti tako da se zoni **TP Area** promijeni ime u **Zona 1 - Glavna linija** (1) te će se izbrisati linija **TP line** (2), s obzirom na to da fizički ne postoji u sustavu (Slika 8.15).



Slika 8.15: Promjena imena zone i brisanje linije (izvor: rad autora)

Definiranje parametara uređaja

Od dodanih komponenti samo se **MI012 – Multi I/O** može podešavati. Potrebno je u panelu **Buildings** odabrati komponentu **Multi IO**, čime se otvara prozor **Parameters**, u kojemu se prikazuju dostupne opcije za podešavanje komponente. Dostupne opcije ovise o samoj komponenti (Slika 8.16).



Slika 8.16: Podešavanje komponente Multi IO (izvor: rad autora)

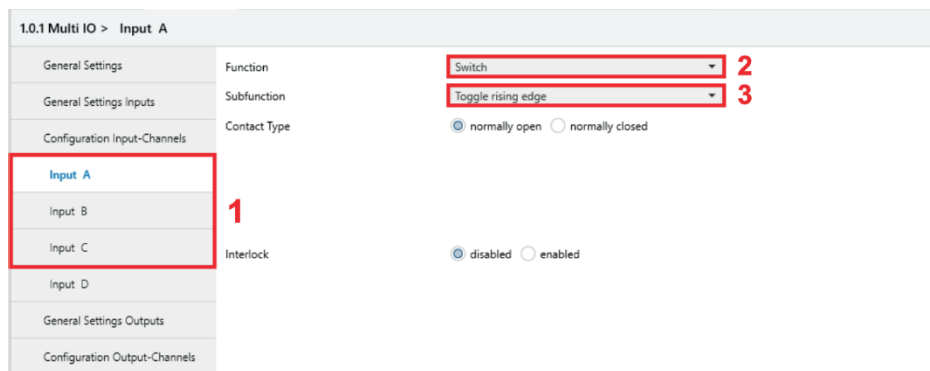
Komponentu treba podesiti tako da ima četiri ulaza na koja su spojena tipkala i tri izlaza na koja su spojena rasvjetna tijela. Tri tipkala uključuju i isključuju pridruženo rasvjetno tijelo, a četvrto tipkalo može uključiti ili isključiti sva tri rasvjetna tijela odjednom. Kratkim pritiskom na četvrto tipkalo uključuju se sva rasvjetna tijela, a dugim pritiskom na tipkalo sva se rasvjetna tijela isključuju.

Prvo će se uključiti ulazi **A/B** i **C/D** te podesiti kao **Single channels** (Slika 8.17).

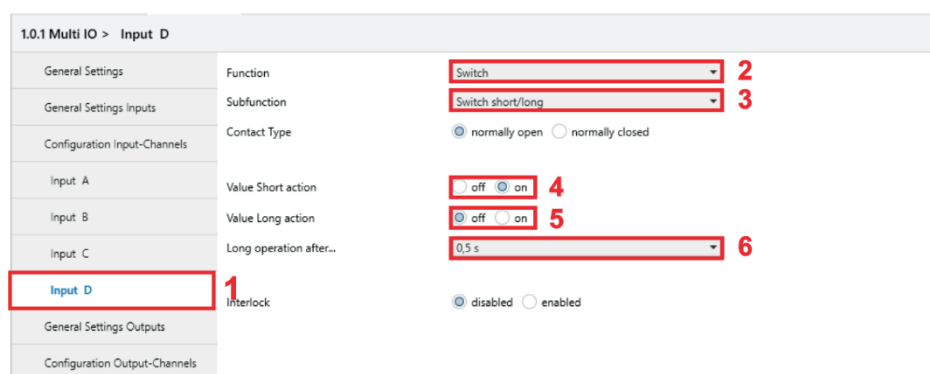


Slika 8.17: Aktiviranje ulaznih kanala komponente Multi IO (izvor: rad autora)

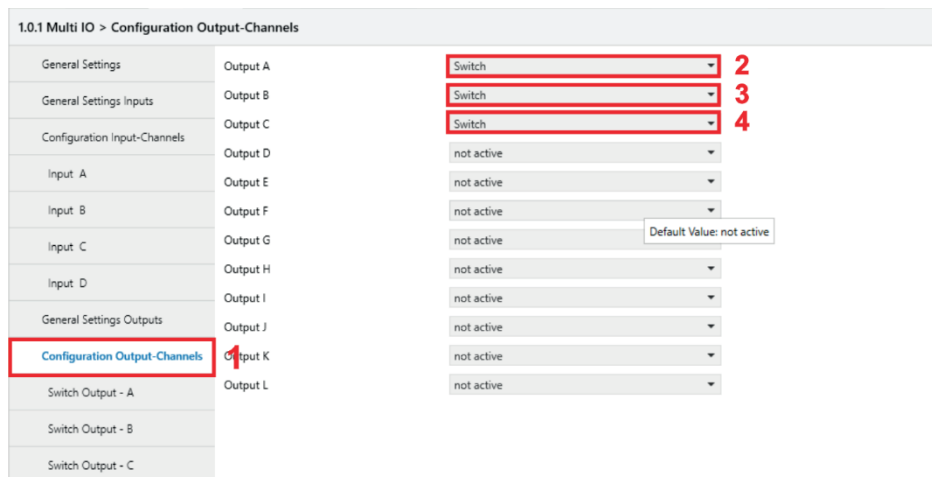
Nadalje, potrebno je podesiti ulazne kanale kako je prikazano na Slici 8.18 (kanali A, B i C), te Slici 8.19 (kanal D). Izlazne kanale A, B i C potrebno je samo uključiti i nisu potrebna dodatna podešavanja (Slika 8.20).



Slika 8.18: Podešavanje ulaznih kanala A, B i C (izvor: rad autora)

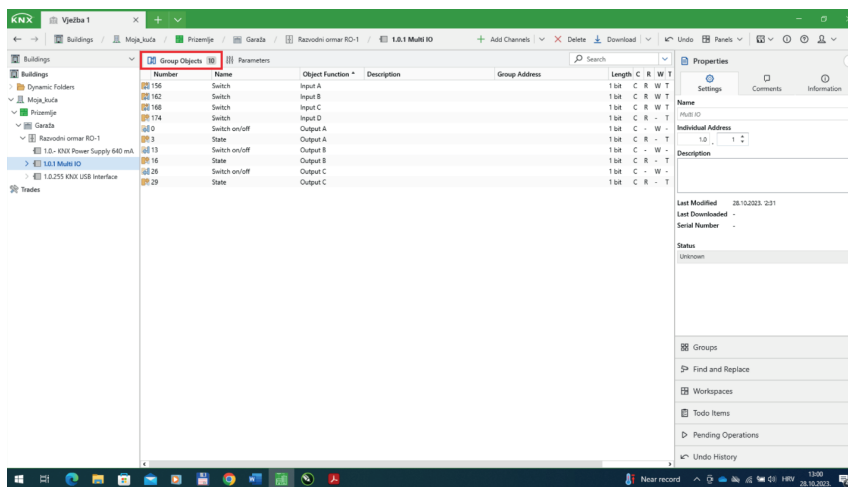


Slika 8.19: Podešavanje ulaznog kanala D (izvor: rad autora)



Slika 8.20: Uključivanje izlaznih kanala A, B i C (izvor: rad autora)

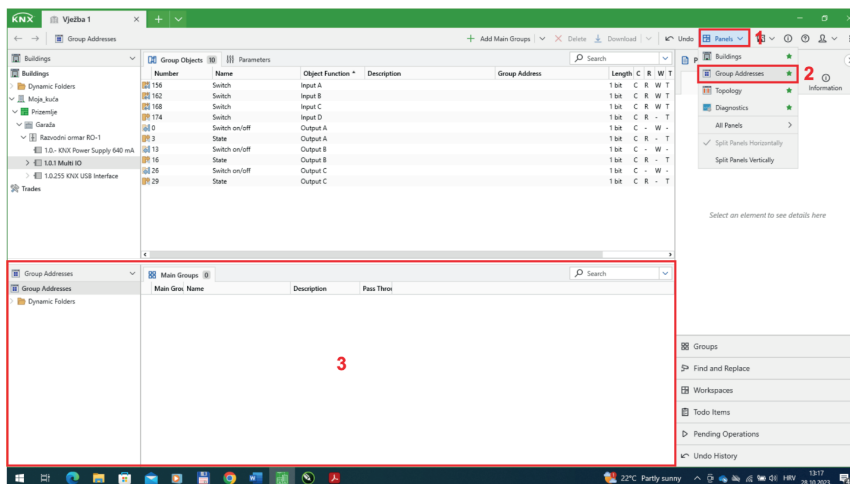
Nakon podešavanja komponenti odabirom kartice **Group Objects** prikazuju se svi kreirani grupni objekti za odabranu komponentu (Slika 8.21). Broj grupnih objekata nije uvijek isti, on ovisi o podešenim parametrima.



Slika 8.21: Grupni objekti (izvor: rad autora)

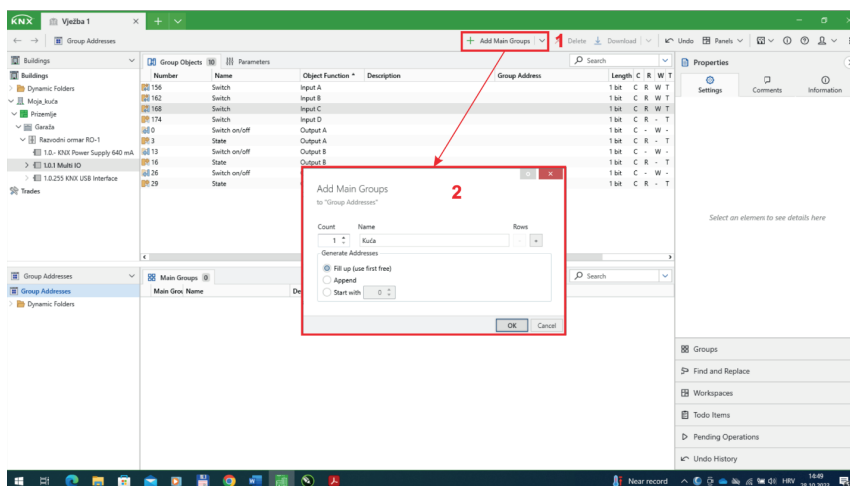
Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

Grupne adrese omogućuju podešavanje komunikacije među komponentama. Prilikom kreiranja projekta odabrana je struktura grupnih adresa s tri razine (glavna grupa / srednja grupa / podgrupa). Razine će se strukturirati prema lokaciji i namjeni komponente. Za kreiranje grupnih adresa koristi se panel **Group Addresses** (Slika 8.22).



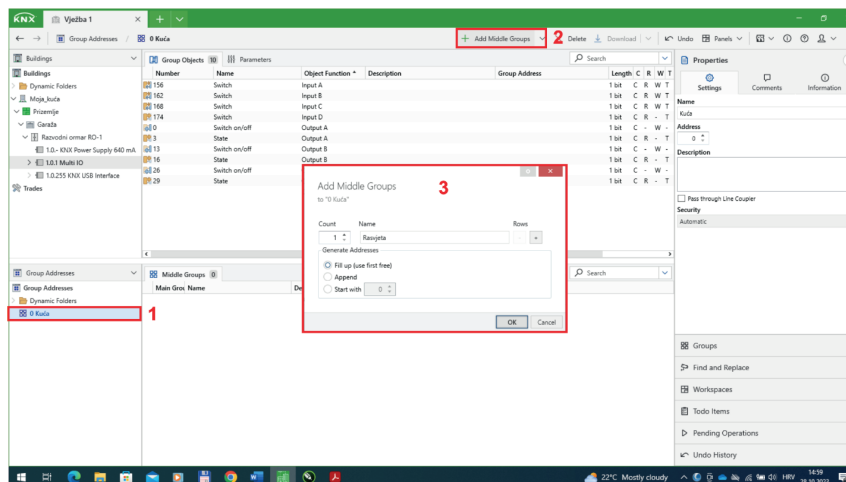
Slika 8.22: Panel za kreiranje grupnih adresa (izvor: rad autora)

Glavna grupa grupnih adresa kreira se tako da se klikne na dugme **+Add Main Groups** te se u tako dobivenom dijaloškom okviru upiše ime **Kuća** za glavnu grupu (Slika 8.23).



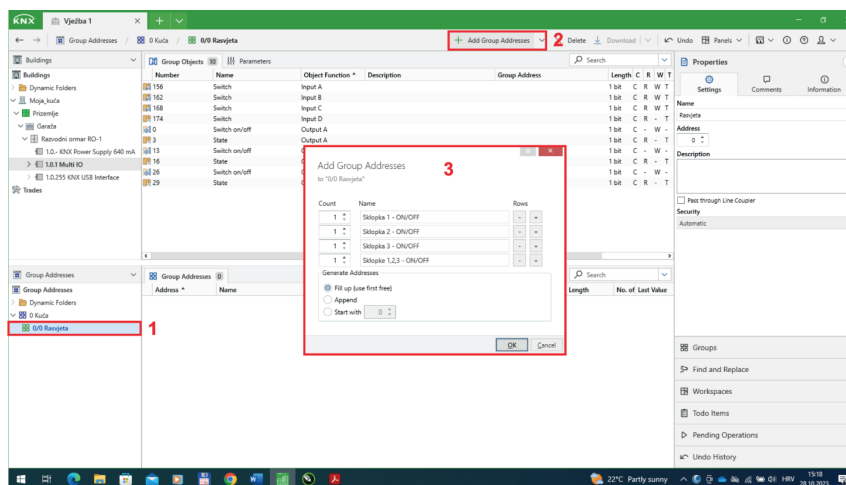
Slika 8.23: Kreiranje glavne grupe grupnih adresa (izvor: rad autora)

Za dodavanje srednje grupe potrebno je odabrati glavnu grupu grupnih adresa (**Kuća**), kliknuti na dugme **+Add Middle Groups** te u tako dobivenom dijaloškom okviru upisati ime **Rasvjeta** za srednju grupu (Slika 8.24).



Slika 8.24: Dodavanje srednje grupe grupnih adresa (izvor: rad autora)

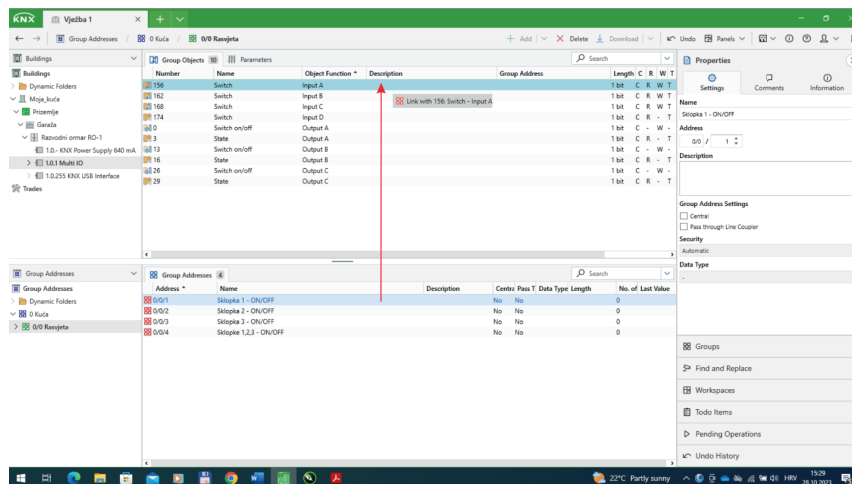
Za dodavanje podgrupa potrebno je odabrati srednju grupu grupnih adresa (**Rasvjeta**), kliknuti na dugme **+Add Group Addresses** te u tako dobivenom dijaloškom okviru unijeti adrese kako je prikazano na Slici 8.25.



Slika 8.25: Kreiranje grupnih adresa (izvor: rad autora)

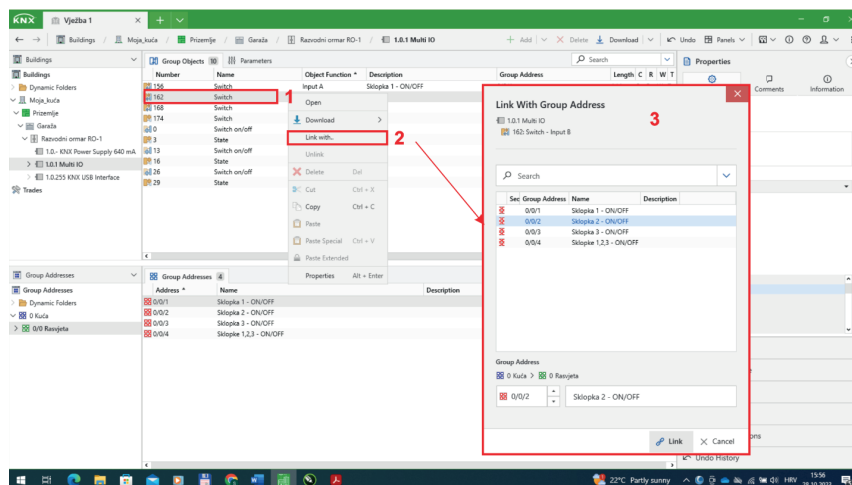
Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Grupne se adrese mogu pridruživati komponentama na više načina. Jedan od načina je pomoću miša korištenjem metode „Povuci i ispusti“ (engl. *Drag & Drop*) (Slika 8.26).



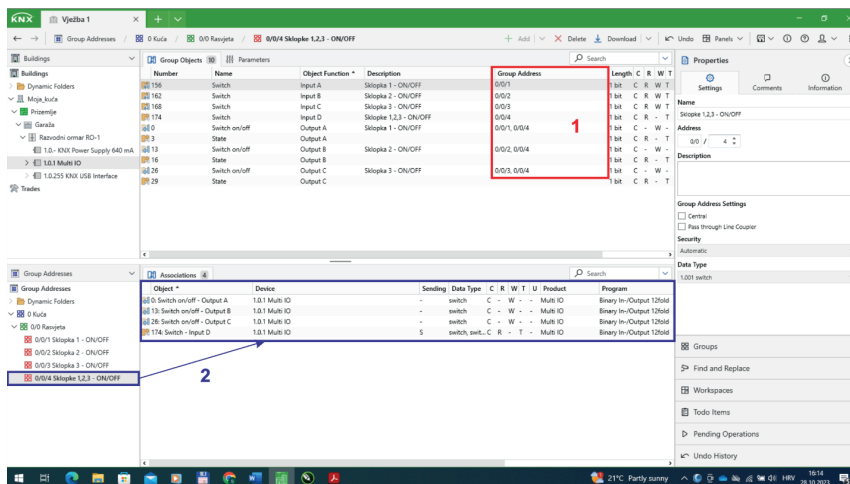
Slika 8.26: Pridjeljivanje grupnih adresa metodom „Povuci i ispusti“ (izvor: rad autora)

Drugi je način da se desnom tipkom miša klikne na grupni objekt kojemu se želi dodijeliti grupna adresa. Iz tako dobivenog izbornika odabere se opcija **Link with** te potom iz dobivenog dijaloškog okvira odabere željena grupna adresa (Slika 8.27). Ako se želi izbrisati pridružena grupna adresa, potrebno je kliknuti desnom tipkom miša na grupni objekt te odabrati **Unlink**.



Slika 8.27: Pridjeljivanje grupnih adresa (izvor: rad autora)

Potrebno je pridružiti grupne adrese kako je prikazano na Slici 8.27 (1). Ako se želi vidjeti kojim je objektima pridružena određena grupna adresa, potrebno je adresu označiti u panelu **Group Addresses**, čime se aktivira prozor **Associations** (2).



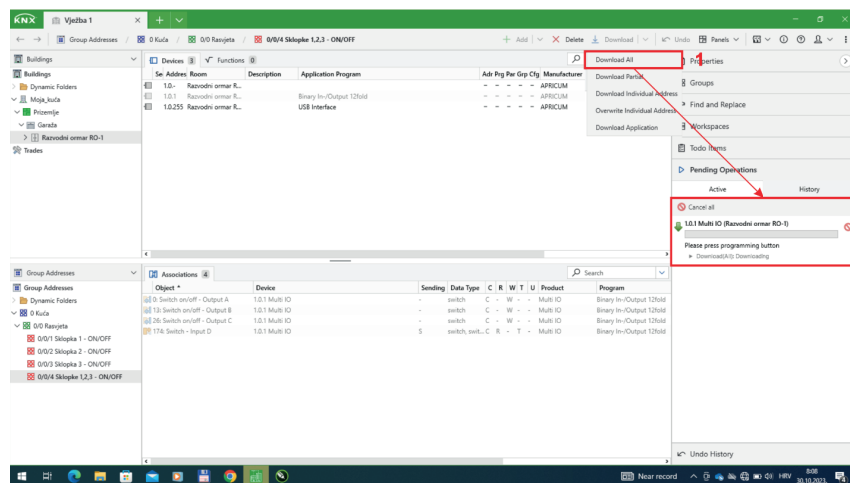
Slika 8.28: Grupne adrese (izvor: rad autora)

Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

Programiranje komponenti može se pokrenuti iz bilo kojeg panela u kojemu je vidljiv naziv komponente. Programiranje se može izvršiti na pet različitih načina, ovisno o tome koje postavke komponente se mijenjaju. Dostupne su opcije:

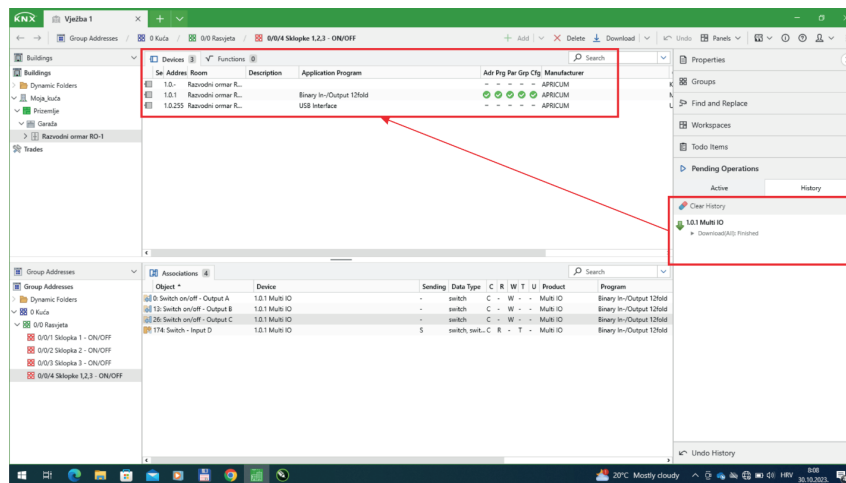
- **Download All** – svi podaci iz projekta bit će učitani u odabranu komponentu, uključujući i individualnu adresu.
- **Download Partial** – samo se učitavaju izmijenjeni podaci.
- **Download Individual Address** – učitava se samo individualna adresa.
- **Overwrite Individual Address** – prebrisuje se prethodno zapisana individualna adresa.
- **Download Application** – učitava se aplikacijski program na odabranu komponentu.

Postupak programiranja može se pratiti u prozoru prikazanom na Slici 8.29. U istome će biti prikazan zahtjev da se pritisne dugme za programiranje na samoj komponenti (ako se individualna adresa učitava u komponentu).



Slika 8.29: Programiranje komponenti (izvor: rad autora)

U istome će biti prikazana obavijest o eventualnoj pogrešci. Nakon završetka programiranja može se provjeriti što je sve učitano u komponentu (Slika 8.30).



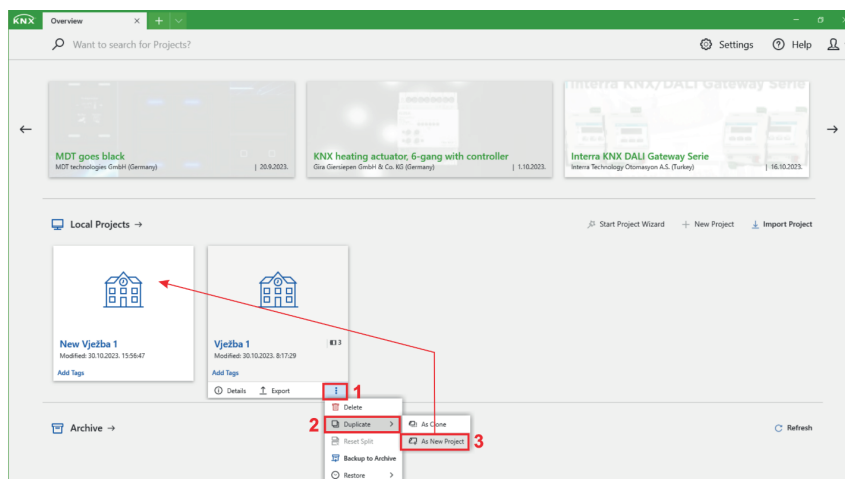
Slika 8.30: Status programiranja komponenti (izvor: rad autora)

8.2. Vježba 2 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (2)

U prethodnoj vježbi, **Vježbi 1**, KNX sustav nije dobro projektiran. Naime, ako su sva rasvjetna tijela uključena te se isključe tipkalom povezanim na ulaz D, za ponovno uključivanje rasvjetnih tijela putem pojedinačnih tipkala bit će potrebno dvaput pritisnuti na tipkalo. Razlog tomu je što ako je tipkalom uključeno rasvjetno tijelo, idući pritisak na to isto tipkalo isključuje rasvjetno tijelo, neovisno o tome je li ono nekom drugom tipkom prethodno isključeno. Rješenje problema je dodavanje grupnih adresa za status rasvjetnog tijela, odnosno izlaza aktuatora.

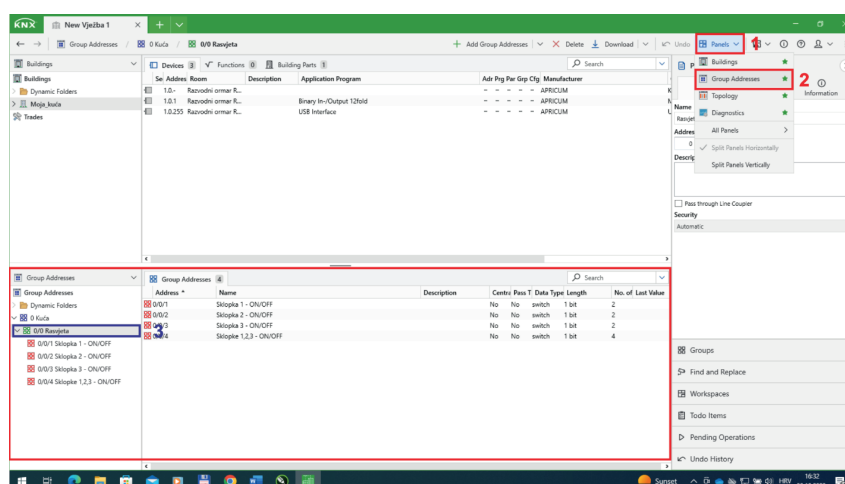
Zadatak: U projekt realiziran u sklopu **Vježbe 1** dodajte grupne adrese za status izlaza aktuatora.

Projekt iz **Vježbe 1** kopirat će se u novi projekt kako je prikazano na Slici 8.31.



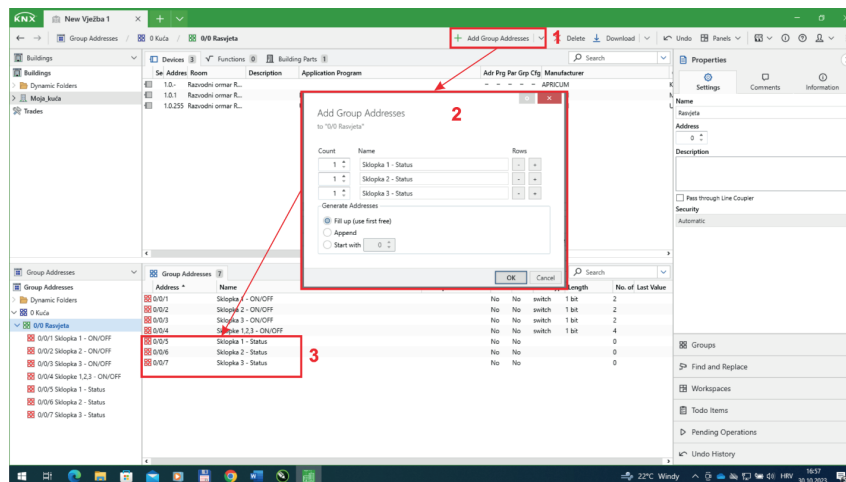
Slika 8.31: Kopiranje postojećeg projekta u novi projekt (izvor: rad autora)

Nakon otvaranja projekta **New Vježba 1** potrebno je uključiti dodatni panel **Group Addresses** da bi se prikazale postojeće grupne adrese (Slika 8.32).



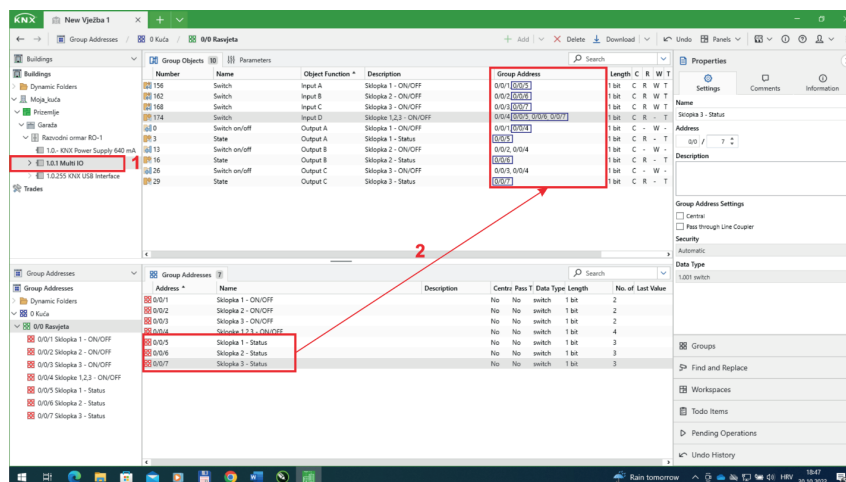
Slika 8.32: Prikaz postojećih grupnih adresa (izvor: rad autora)

Potrebno je odabrati srednju razinu grupnih adresa **0/0 Rasvjeta**, potom kliknuti na dugme **+Add Group Addresses** te u tako dobivenom dijaloškom okviru unijeti nove grupne adrese (Slika 8.33).



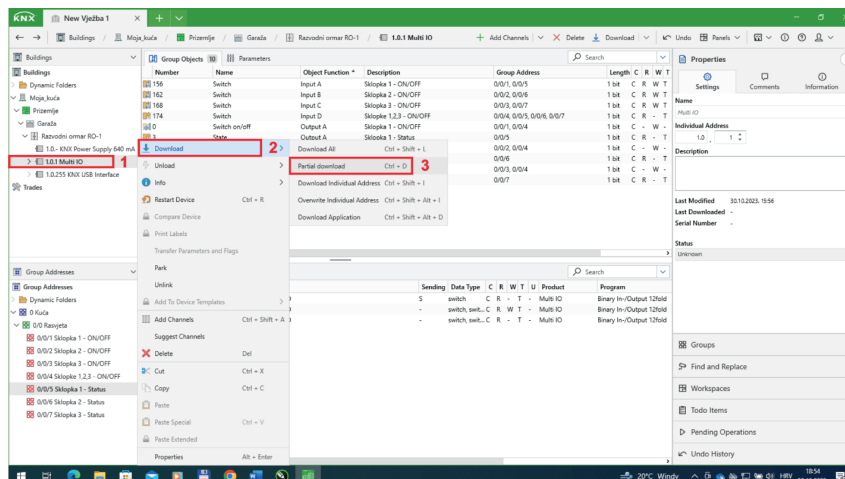
Slika 8.33: Kreiranje novih grupnih adresa (izvor: rad autora)

Nakon dodavanja novih grupnih adresa za statuse izlaza aktuatora potrebno je iste pridijeliti grupnim objektima aktuatora MIO 12. U panelu **Building** potrebno je odabrati aktuator Multi IO da se prikažu grupni objekti. Potom je potrebno pridružiti grupne adrese kako je prikazano na Slici 8.34.



Slika 8.34: Dodjeljivanje grupnih adresa (izvor: rad autora)

Nakon dodjeljivanja grupnih adresa potrebno je prenijeti podatke na aktuator. S obzirom na to da su aktuatoru mijenjane samo grupne adrese, odnosno nije mijenjana individualna adresa, dovoljno je odabrati **Partial download** (Slika 8.35).



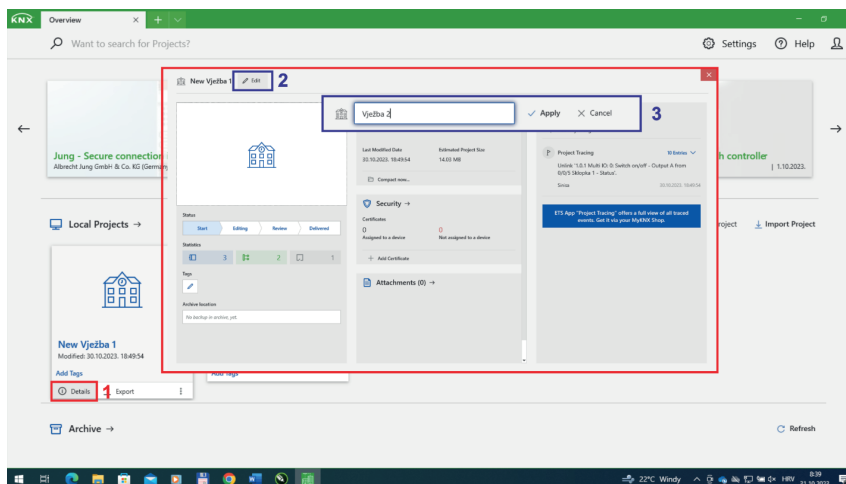
Slika 8.35: Učitavanje izmijenjenih podataka u komponentu (izvor: rad autora)

8.3. Vježba 3 – Paljenje i gašenje rasvjetnih tijela (3)

KNX sustav realiziran u prethodnoj vježbi **New Vježba 1** potpuno je funkcionalan. Međutim, grupne adrese nezgrapno su dodijeljene i u slučaju većeg sustava postaju nepregledne. U pravilu, prilikom dodjeljivanja grupnih adresa trebalo bi voditi računa o skupovima grupnih adresa, čiji je primjer dan u Tablici 5.2. Prema tablici, za prekidač se koriste dvije grupne adrese: jedna za uključivanje/isključivanje, druga za povratnu informaciju (status).

Zadatak: Projektu **New Vježba 1** promijeniti ime u **Vježba 2**. Projekt **Vježba 2** kopirati u novi projekt i promijeniti mu ime u **Vježba 3**. U projektu **Vježba 3** izbrisati sve postojeće grupne adrese i kreirati nove tako da se poštuju GA skupovi. Kreirane adrese pridijeliti grupnim objektima i izmjene učitati u komponentu.

Potrebno je kliknuti na dugme **Details** u projektu **New Vježba 1**. Potom treba u dobivenom dijaloškom okviru kliknuti na dugme **Edit**, upisati novo ime (**Vježba 2**) i kliknuti na **Apply** (Slika 8.36).



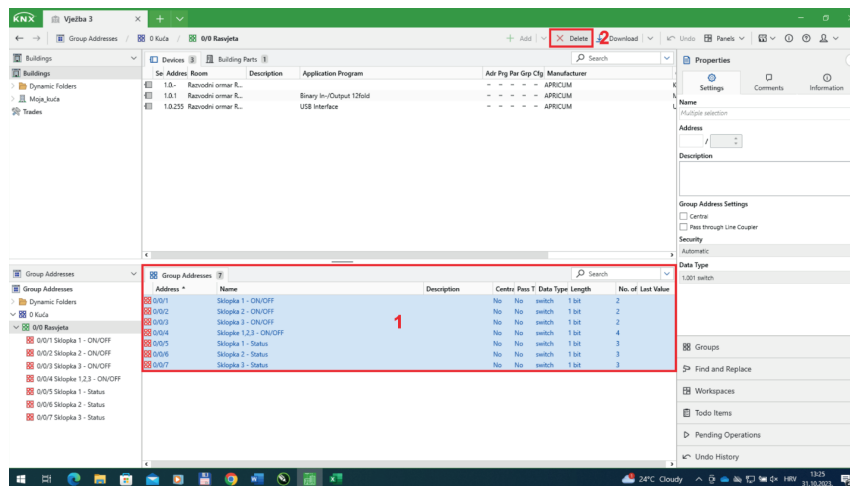
Slika 8.36: Promjena imena projekta (izvor: rad autora)

Kopirati projekt **Vježba 2** i promijeniti mu ime u **Vježba 3**. Otvoriti projekt **Vježba 3**.

Uključiti dodatni panel **Group Addresses**. Označiti sve grupne adrese i kliknuti na dugme **Delete** (Slika 8.37).

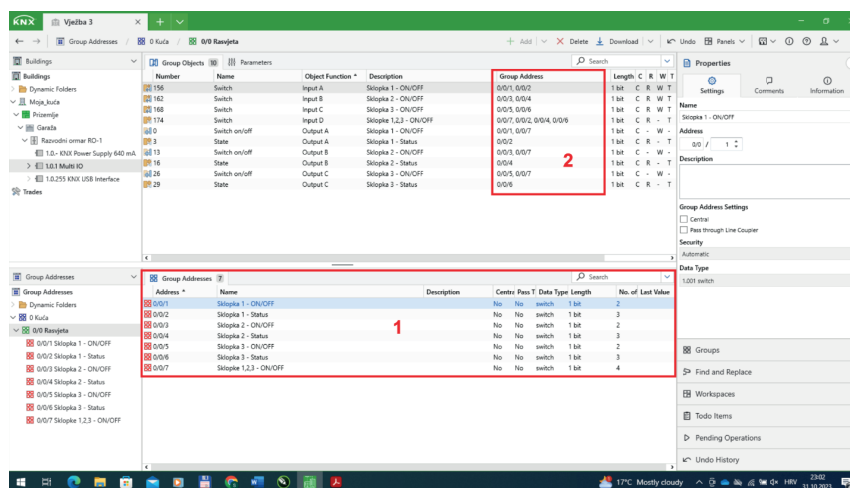
Označivanje grupnih adresa

- *Označivanje nesusjednih grupnih adresa* – pritisnuti i držati tipku CTRL te kliknuti na grupnu adresu koja se želi označiti. U trenutku kada su sve grupne adrese označene, otpusti se tipka CTRL.
- *Označivanje svih grupnih adresa* – za brzo označivanje svih grupnih adresa potrebno je kliknuti na bilo koju grupnu adresu te pritisnuti kombinaciju tipki CTRL+A (*Select All*).
- *Označivanje niza susjednih grupnih adresa* – označi se prva grupna adresa, pritisne i drži tipka SHIFT, a zatim zadnja grupna adresu u željenom nizu susjednih grupnih adresa.



Slika 8.37: Brisanje grupnih adresa (izvor: rad autora)

Potrebno je kreirati grupne adrese i dodijeliti ih komponenti kao što je prikazano na Slici 8.38.

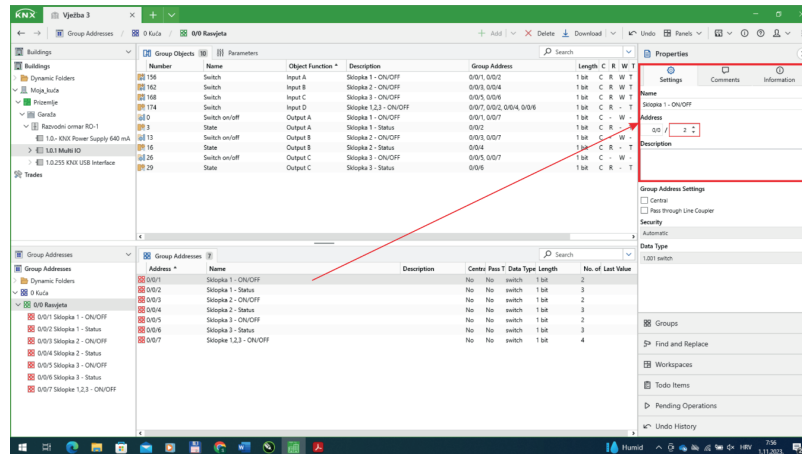


Slika 8.38: Grupne adrese prema GA skupu (izvor: rad autora)

Prenijeti podatke na aktuator i isprobati ispravnost rada KNX sustava.

Dodatno za grupne adrese

Vrijednosti grupnih adresa mogu se mijenjati u dijelu **Properties** (Slika 8.39).



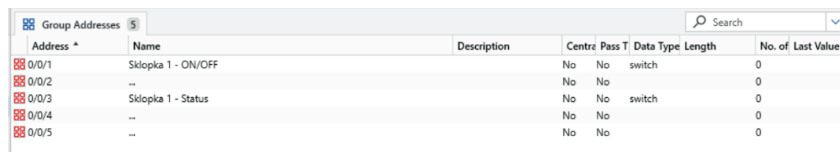
Slika 8.39: Promjena vrijednosti grupne adrese (izvor: rad autora)

Često se grupne adrese razdvajaju nekorisćenim grupnim adresama kako bi se osigurala bolja preglednost adresa (Slika 8.40).

Address *	Name	Description	Centre	Pass	T	Data Type	Length	No. of Last Value
0/0/1	Sklopka 1 - ON/OFF		No	No		switch	1 bit	0
0/0/2	Sklopka 1 - Status		No	No		switch	1 bit	0
0/0/3	...		No	No				0
0/0/4	...		No	No				0
0/0/5	Sklopka 2 - ON/OFF		No	No		switch	1 bit	0
0/0/6	Sklopka 2 - Status		No	No		switch	1 bit	0
0/0/7	...		No	No				0
0/0/8	...		No	No				0
0/0/9	Sklopka 3 - ON/OFF		No	No		switch	1 bit	0
0/0/10	Sklopka 3 - Status		No	No		switch	1 bit	0
0/0/11	...		No	No				0
0/0/12	...		No	No				0
0/0/13	Sklopke 1,2,3 - ON/OFF		No	No		switch	1 bit	0
0/0/14	...		No	No				0
0/0/15	...		No	No				0

Slika 8.40: Primjer primjene nekorisćenih grupnih adresa (izvor: rad autora)

Ako se u budućnosti planira umjesto tipkala ugraditi regulator osvjetljenja, tada se mogu predvidjeti grupne adrese koje će olakšati njegovo naknadno dodavanje u KNX sustav (Slika 8.41).



Address *	Name	Description	Centre	Pass T	Data Type	Length	No. of Last Value
0/0/1	Sklopka 1 - ON/OFF		No	No	switch	0	
0/0/2	--		No	No		0	
0/0/3	Sklopka 1 - Status		No	No	switch	0	
0/0/4	--		No	No		0	
0/0/5	--		No	No		0	

Slika 8.41: Dodatne grupe adrese za naknadnu ugradnju regulatora rasvjete (izvor: rad autora)

Zadaci za vježbu:

- Programirati KNX sustav tako da tipkalo A upravlja izlazom C, a tipkalo C izlazom A.
- Izmijeniti način rada četvrtog tipkala tako da se dugim pritiskom na četvrto tipkalo uključuju sva rasvjetna tijela, a kratkim pritiskom sva rasvjetna tijela isključuju.

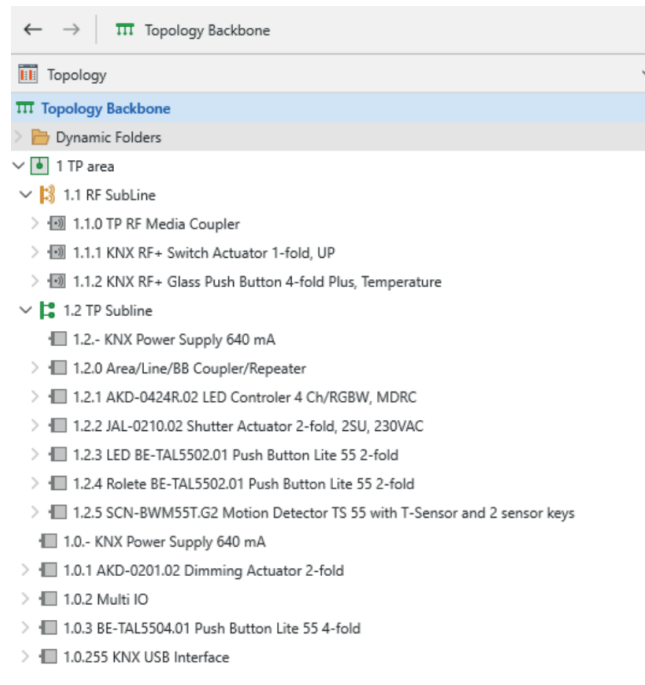


9

POGLAVLJE

PRAKTIČNE VJEŽBE

U nastavku će se prikazati rad s maketom. Topologija korištenih komponenti i pripadajuće individualne adrese prikazane su na Slici 9.1., a detalji komponenti na Slici 9.2.



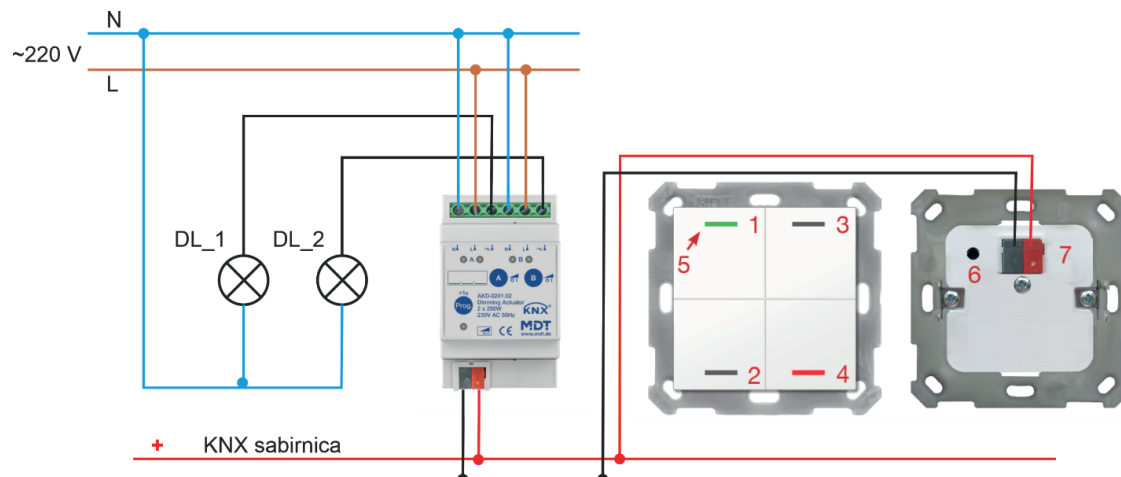
Slika 9.1: Komponente makete (izvor: rad autora)

Sei	Address	Room	Description	Application Program	Adr	Prg	Par	Grp	Cfg	Manufacturer	Order Number	Product
	1.0.-	Maketa			-	-	-	-	-	APRICUM	KPS 640	KNX Power Supply 640 mA
	1.0.1	Maketa	Dimming 2-fold		-	-	-	-	-	MDT technologies	AKD-0201.02	AKD-0201.02 Dimming Actuator 2-fold
	1.0.2	Maketa	Binary In-/Output 12fold		-	-	-	-	-	APRICUM	MIO12	Multi IO
	1.0.3	Maketa	Push Button Lite 55/63 2-fold		-	-	-	-	-	MDT technologies	BE-TAL5504.01	BE-TAL5504.01 Push Button Lite 55 4-fold
	1.0.255	Maketa	USB Interface		-	-	-	-	-	APRICUM	UIIMtp	KNX USB Interface
	1.1.0	Maketa	RF Coupler		-	-	-	-	-	APRICUM	MECrf	TP RF Media Coupler
	1.1.1	Maketa	Switching, Staircase 1f AKK		-	-	-	-	-	MDT technologies	RF-AKK1UP.01	KNX RF+ Switch Actuator 1-fold, UP
	1.1.2	Maketa	GlassPushButton 4fPlus, Switch2f, Shutter1f, Temp		-	-	-	-	-	MDT technologies	RF-GTT4x.01	KNX RF+ Glass Push Button 4-fold Plus, Temperature
	1.2.0	Maketa	TP Coupler		-	-	-	-	-	APRICUM	MECtp	Area/Line/BB Coupler/Repeater
	1.2.1	Maketa	Dimming 4fold, HSV/RGBW LED, MDRC		-	-	-	-	-	MDT technologies	AKD-0424R.02	AKD-0424R.02 LED Controller 4 Ch/RGBW, MDRC
	1.2.2	Maketa	Shutters and Blinds 2-fold		-	-	-	-	-	MDT technologies	JAL-0210.02	JAL-0210.02 Shutter Actuator 2-fold, 2SU, 230VAC
	1.2.3	Maketa	LED	Push Button Lite 55/63 2-fold	-	-	-	-	-	MDT technologies	BE-TAL5502.01	BE-TAL5502.01 Push Button Lite 55 2-fold
	1.2.4	Maketa	Rolete	Push Button Lite 55/63 2-fold	-	-	-	-	-	MDT technologies	BE-TAL5502.01	BE-TAL5502.01 Push Button Lite 55 2-fold
	1.2.5	Maketa	Motion Detector TS 55 with T-Sensor and 2 sensor keys		✓	✓	✓	✓	✓	MDT technologies	SCN-BWM55T.G2	SCN-BWM55T.G2 Motion Detector TS 55 with T-Sensor and 2 sensor keys

Slika 9.2: Detaljni prikaz komponenti (izvor: rad autora)

9.1. Vježba 4 – Regulator osvjetljenja

Zadatak: Realizirati sustav rasvjete. Sustav rasvjete sastoji se od tri rasvjetna tijela kojima se upravlja tipkalima putem aktuatora Multi IO (Slika 8.1) i dva rasvjetna tijela s mogućnošću regulacije osvjetljenja (Slika 9.3).



1, 2, 3, 4 – programibilna tipkala; 5 – RGBW indikator statusa;
6 – dugme za programiranje; 7 – terminal sabirnice

Slika 9.3: Regulacija osvjetljenja (izvor: rad autora)

Potrebno je kreirati novi projekt **Vježba 4**.

Korak 1: Kreiranje strukture objekta – zgrade

Kreirati strukturu:

- Objekt – zgrada: RCK
- Etaža: Prizemlje
- Prostorija: Maketa.

Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

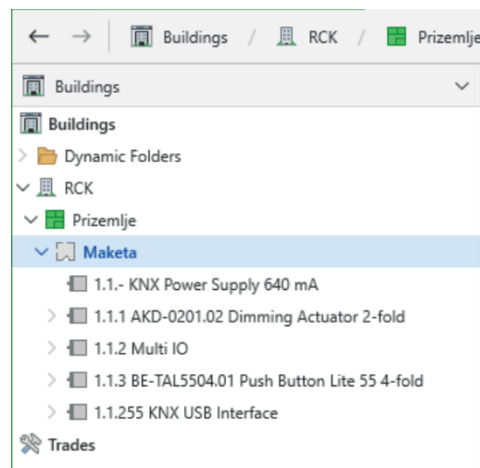
Dodavanje komponenti

Dodati u projekt komponente prikazane u Tablici 9.1.

Tablica 9.1: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)

Proizvođač	Ime komponente	Oznaka	Individualna adresa
Apricum	KNX Power Supply KPS640	KPS 640	1.0.-
MTD	AKD-0201.02 Dimming Actuator 2-fold	AKD-0201.02	1.0.1
Apricum	Multi IO	MI012	1.0.2
MTD	BE - TAL5504.01 Push Button Lite 55 4-fold	BE-TAL5504.01	1.0.3
Apricum	KNX USB Interface UIMtp	UIMtp	1.0.255

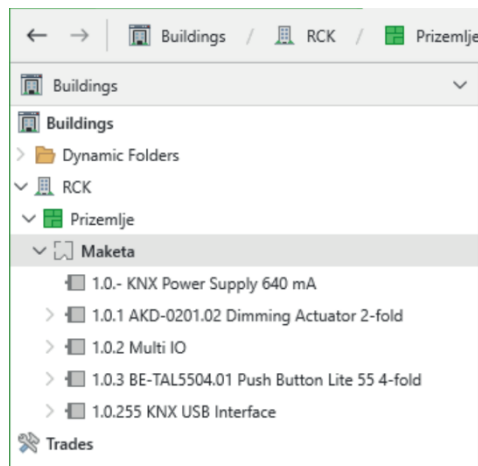
Kreirana struktura i dodane komponente s dodijeljenim individualnim adresama prikazane su na Slici 9.4.



Slika 9.4: Struktura i individualne adrese komponenti (izvor: rad autora)

Definiranje individualnih adresa komponenti

S obzirom na to da individualne adrese koje su dodijeljene automatski ne odgovaraju fizičkoj topologiji komponenti u sustavu, potrebno ih je promijeniti kako je prikazano na Slici 9.5.



Slika 9.5: Nove individualne adrese (izvor: rad autora)

Definiranje parametara uređaja

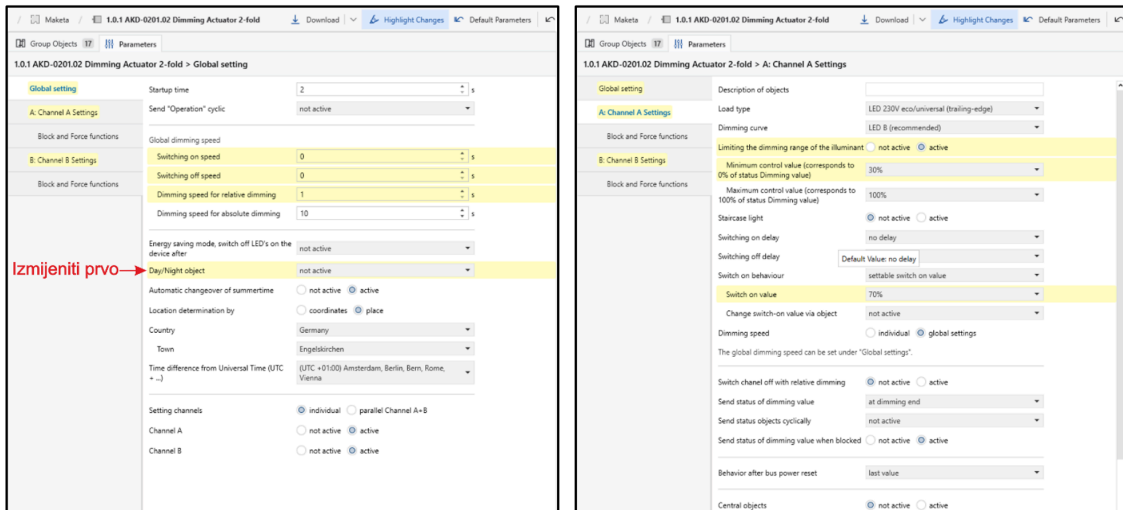
Podesiti parametre aktuatora regulacije osvjetljenja **ADK-0201.02** kako je prikazano na Slici 9.6. Na slici su prikazane postavke za kanal A (engl. *Channel A*). Iste postavke podesiti i za kanal B.

Regulatori osvjetljenja imaju mogućnost da se prigušuju na željenu svjetlinu u određeno vrijeme ili automatski nakon izlaska i zalaska sunca. Na primjer, korisnički definirane vrijednosti svjetline mogu se parametrirati za noć, jutarnje sate, dan i večernje sate. Na primjer, ako je rasvjeta u jutarnjim satima uključena na 80 %, s vremenom se lagano prigušuje na sljedeću parametriranu vrijednost svjetline dok se rasvjeta ponovno ne isključi. Ručna intervencija moguća je u bilo kojem trenutku ako je potrebno. Alternativno, svjetlo se može mijenjati ovisno o danu ili noći. Na primjer, noću sa samo 5 %, a danju s 80 % svjetline. U ovoj se vježbi ova mogućnost ne koristi i stoga je isključena u općim postavkama.

Regulacija osvjetljenja može biti relativna, pri čemu se pomoću tipkala osvjetljenje prigušuje ili pojačava u određenim koracima. Može biti i apsolutna. U tom slučaju korisnik putem sučelja, najčešće zaslona osjetljiva na dodir, unosi željenu razinu osvjetljenosti.

Napomena:

ako se klikne na dugme **Highlight Changes**, sve izmjene koje korisnik napravi bit će istaknute žutom bojom.

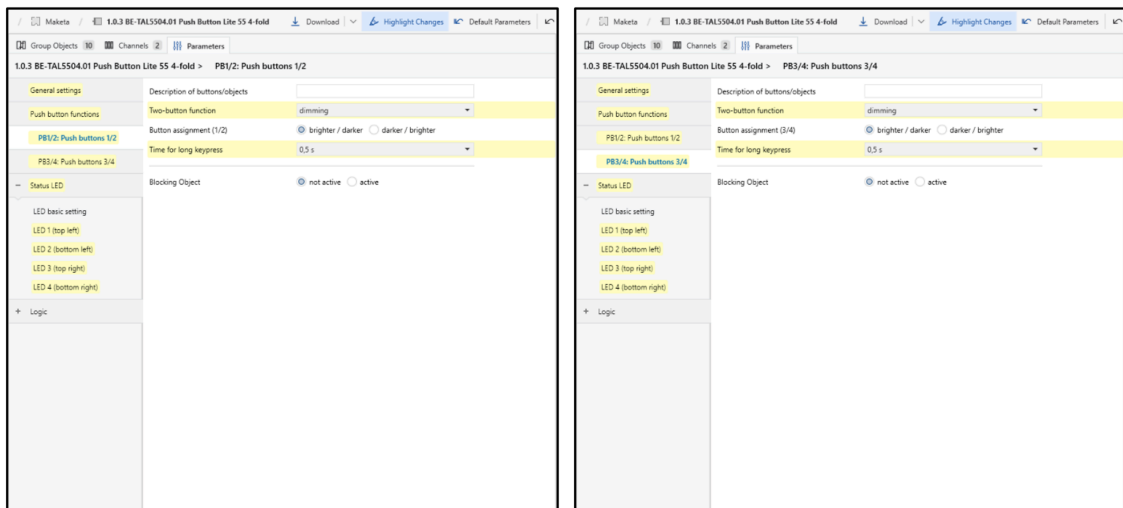


Podešavanje općih postavki

Podešavanje kanala A i B

Slika 9.6: Postavke regulatora osvjetljenja (izvor: rad autora)

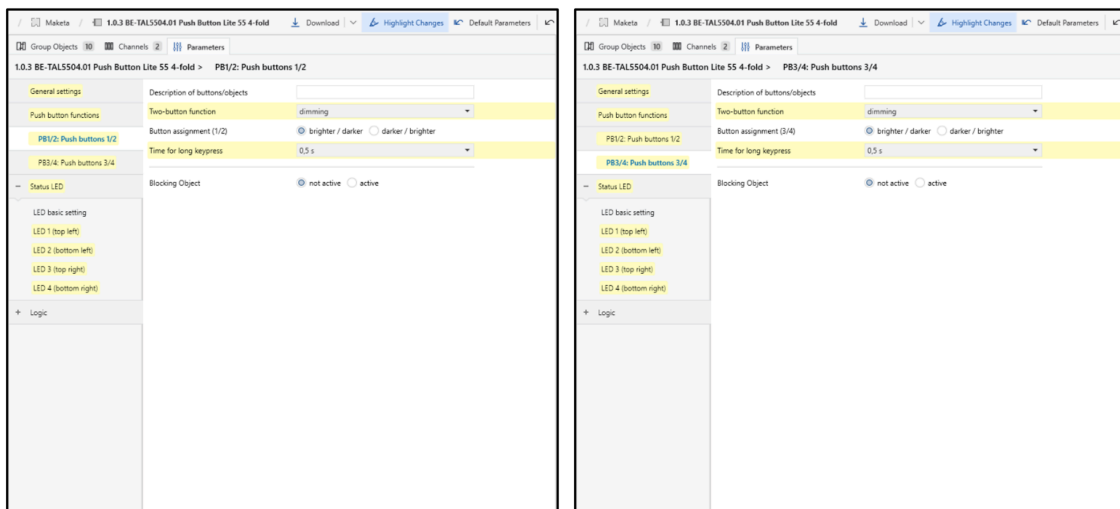
Postavke aktuatora za tipkala kojima se regulira osvjetljenje dane su na Slici 9.7 i Slici 9.8. Tipkalo (1/2) regulira rad rasvjetnog tijela LD_1 tako da se pritiskom na tipkalo 1 rasvjetno tijelo uključuje, a dugim se pritiskom pojačava razina osvjetljenja. Pritiskom na tipkalo 2 rasvjetno se tijelo isključuje, a dugim se pritiskom smanjuje razina osvjetljenja. Isto vrijedi i za tipkalo (3/4) koje upravlja rasvjetnim tijelom LD_2.



Podešavanje općih postavki

Podešavanje postavki tipkala

Slika 9.7: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (1) (izvor: rad autora)

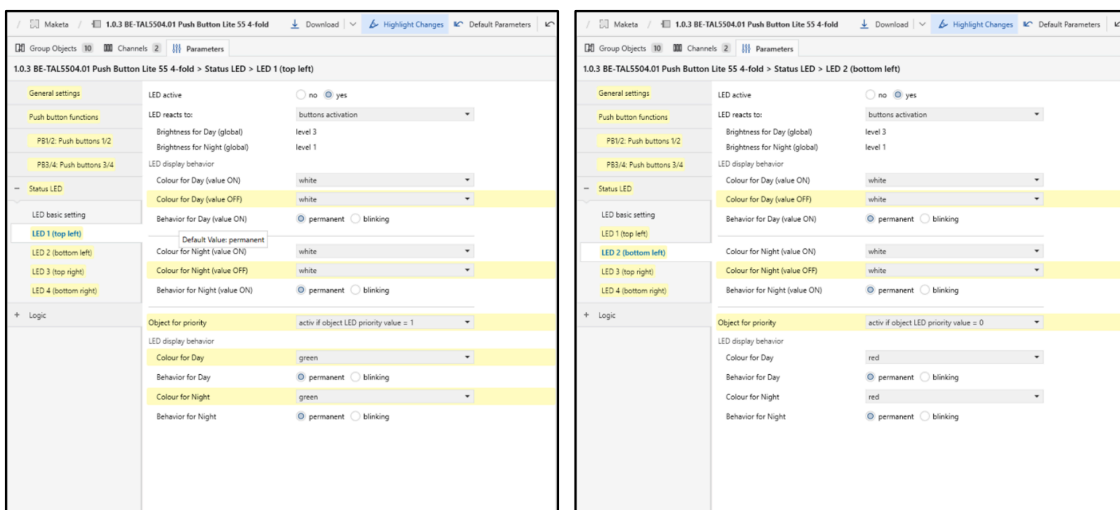


Podešavanje tipkala 1/2

Podešavanje tipkala 3/4

Slika 9.8: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (2) (izvor: rad autora)

Aktuator na tipkalima ima ugrađene RGB diode, čiji rad korisnik može podešavati po svojoj želji. Boje su podešene tako da u slučaju da je svjetlo upaljeno, tipkala 1 i/ili 3 svijetle zeleno. Ako je svjetlo ugašeno tipkala 2 i/ili 4 svijetle crveno. Tipkala inače svijetle bijelo radi boljeg uočavanja u slučaju mraka u prostoriji. Podešavanje rasvjete tipkala prikazano je na Slici 9.9.

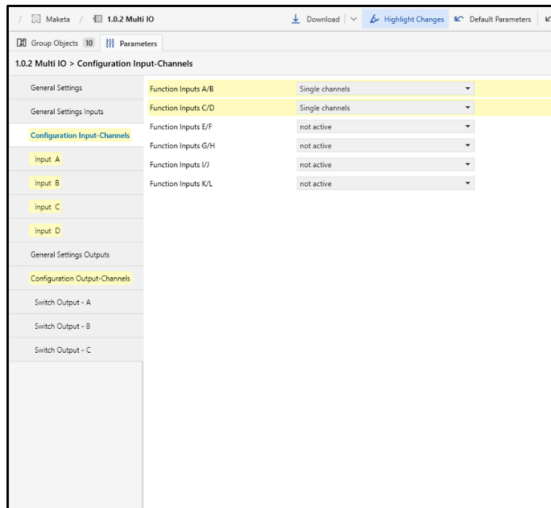


Podešavanje postavki LED 1 i LED 3

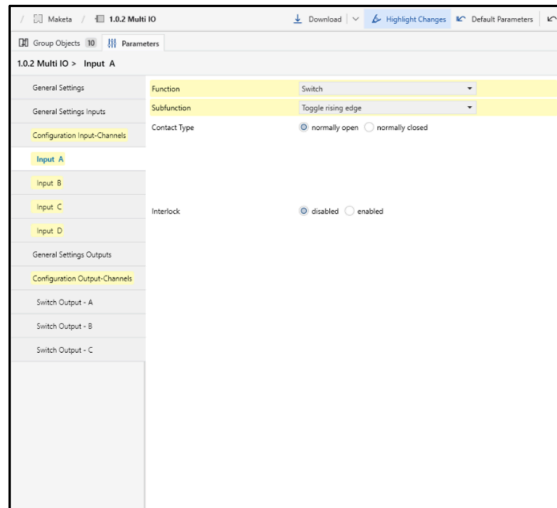
Podešavanje postavki LED 2 i LED 4

Slika 9.9: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (3) (izvor: rad autora)

Podešavanje parametara aktuatora MULTI IO isto je kao i u **Vježbi 1**, a prikazano je na Slici 9.10 i Slici 9.11.

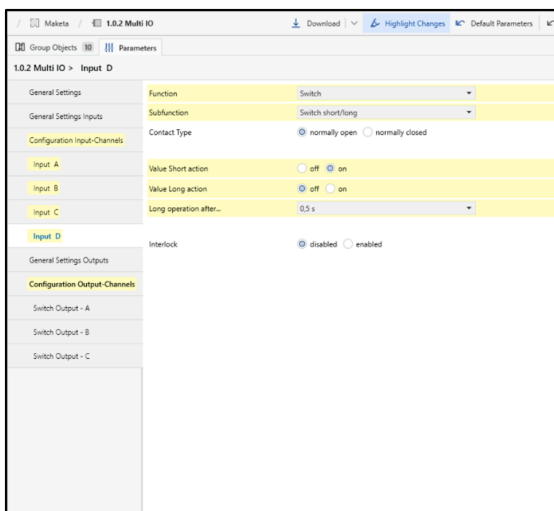


Podešavanje općih postavki ulaznih kanala

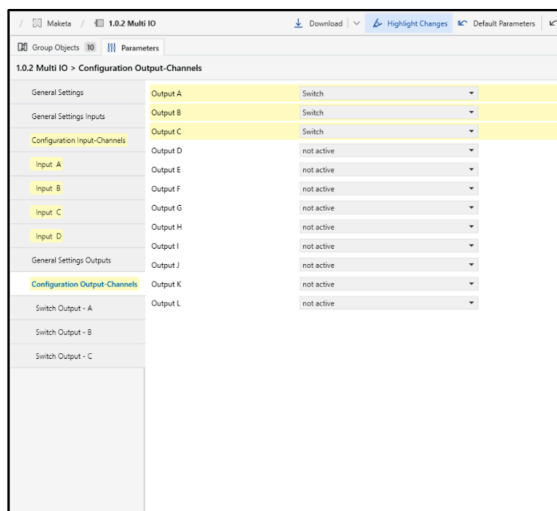


Podešavanje kanala A, B, C

Slika 9.10: Postavke za MULTI IO (1)(izvor: rad autora)



Podešavanje kanala D

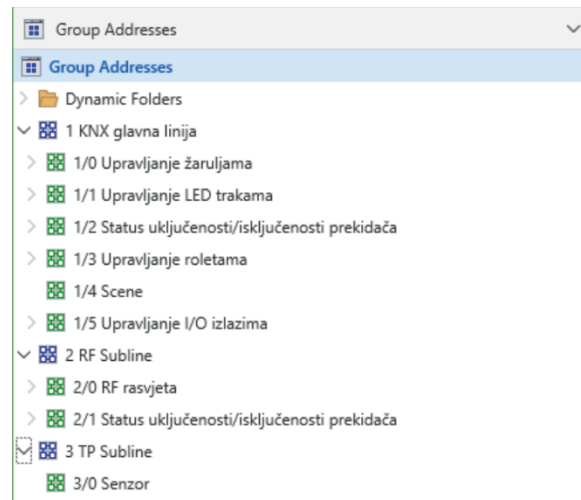


Uključivanje izlaznih kanala A, B, C

Slika 9.11: Postavke za MULTI IO (2)(izvor: rad autora)

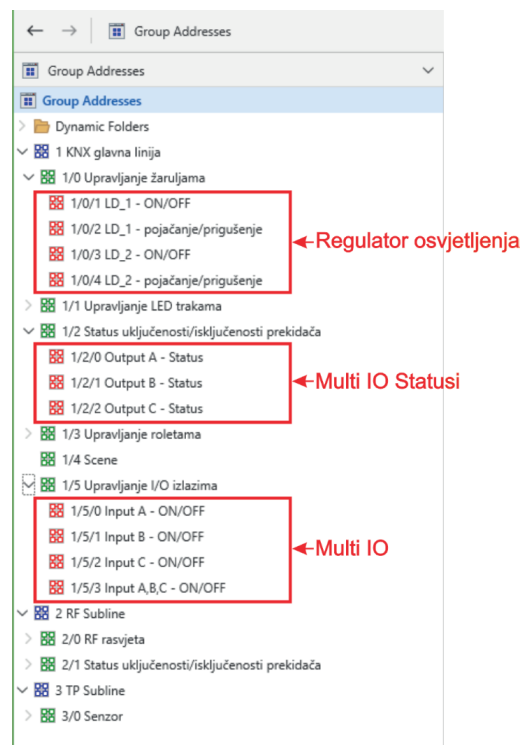
Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

Za potrebe svih vježbi kreirat će se glavna i srednja razina grupnih adresa kako je prikazano na Slici 9.12.



Slika 9.12: Organizacija grupnih adresa (izvor: rad autora)

Dodati grupne adrese kako je prikazano na Slici 9.13.



Slika 9.13: Grupne adrese za sustav rasvjete (izvor: rad autora)

Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Pridružiti grupne adrese komponentama kako je prikazano na Slici 9.14, Slici 9.15 i Slici 9.16.

Number	Name	Object Function *	Description	Group Address
5	A: Channel A	Dimming absolute		
37	B: Channel B	Dimming absolute		
66	Central	Dimming absolute		
4	A: Channel A	Dimming relative	LD_1 - pojačanje/prigušenje	1/0/2
36	B: Channel B	Dimming relative	LD_2 - pojačanje/prigušenje	1/0/4
65	Central	Dimming relative		
68	Time	Receive current value		
69	Date	Receive current value		
70	Date/Time	Receive current values		
67	Central	Scene		
7	A: Channel A	State of dimming value		
39	B: Channel B	State of dimming value		
38	B: Channel B	State On/Off		
6	A: Channel A	State On/Off		
32	B: Channel B	Switch	LD_2 - ON/OFF	1/0/3
64	Central	Switch		
0	A: Channel A	Switch	LD_1 - ON/OFF	1/0/1

Slika 9.14: Grupne adrese aktuatora za regulaciju osvjetljenja (izvor: rad autora)

Number	Name	Object Function *	Description	Group Address
156	Switch	Input A	Input A - ON/OFF	1/5/0, 1/2/0
162	Switch	Input B	Input B - ON/OFF	1/5/1, 1/2/1
168	Switch	Input C	Input C - ON/OFF	1/5/2, 1/2/2
174	Switch	Input D	Input A,B,C - ON/OFF	1/5/3, 1/2/0, 1/2/1, 1/2/2
0	Switch on/off	Output A	Input A - ON/OFF	1/5/0, 1/5/3
3	State	Output A	Output A - Status	1/2/0
13	Switch on/off	Output B	Input B - ON/OFF	1/5/1, 1/5/3
16	State	Output B	Output B - Status	1/2/1
26	Switch on/off	Output C	Input C - ON/OFF	1/5/2, 1/5/3
29	State	Output C	Output C - Status	1/2/2

Slika 9.15: Grupne adrese aktuatora Multi IO (izvor: rad autora)

Number	Name	Object Function *	Description	Group Address
71	Day / Night	Day = 1 / Night = 0		
0	PB1/2: Push buttons 1/2	Dimming ON/OFF	LD_1 - ON/OFF	1/0/1
20	PB3/4: Push buttons 3/4	Dimming ON/OFF	LD_2 - ON/OFF	1/0/3
1	PB1/2: Push buttons 1/2	Dimming relative	LD_1 - pojačanje/prigušenje	1/0/2
21	PB3/4: Push buttons 3/4	Dimming relative	LD_2 - pojačanje/prigušenje	1/0/4
72	Button activation	Output		
66	LED 1 Priority	Switch	LD_1 - ON/OFF	1/0/1
67	LED 2 Priority	Switch	LD_1 - ON/OFF	1/0/1
68	LED 3 Priority	Switch	LD_2 - ON/OFF	1/0/3
69	LED 4 Priority	Switch	LD_2 - ON/OFF	1/0/3

Slika 9.16: Grupne adrese tipkala za regulaciju osvjetljenja (izvor: rad autora)

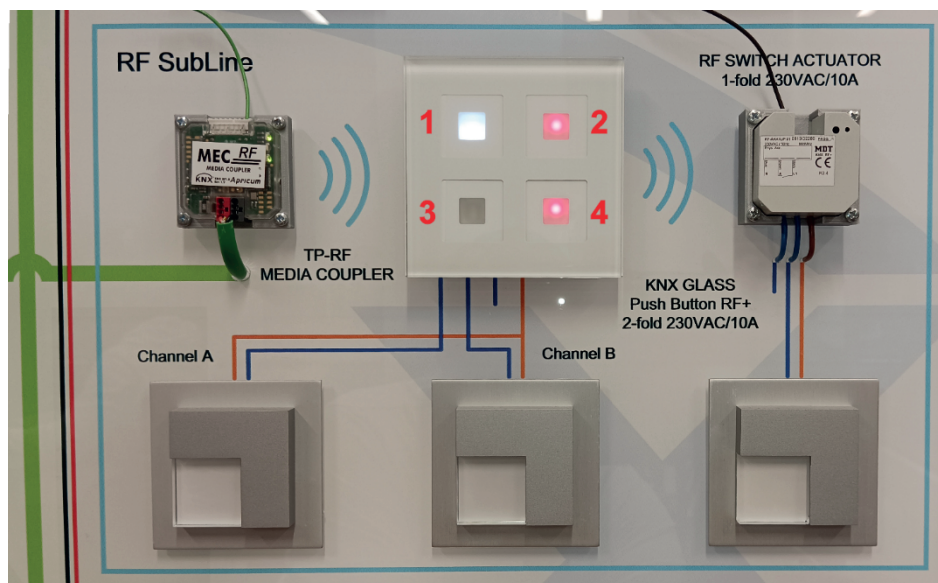
Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

Učitati podatke u komponente.

9.2. Vježba 5 – RF komunikacija

Zadatak: Realizirati sustav rasvjete. Sustav rasvjete sastoji se od tri rasvjetna tijela koji se upravlja koristeći **Glass Push Button**. Tipkalima 1 i 2 upravlja se rasvjetnim tijelima spojenima na **Glass Push Button** (Channel A, Channel B). Tipkalo 1 pali oba rasvjetna tijela, a tipkalo 2 gasi oba rasvjetna tijela. Treće rasvjetno tijelo spojeno je na **RF switch actuator** i pali se tipkalom 3, a gasi tipkalom 4.

Sva tipkala različito svijetle. Tipkalo 1 stalno svijetli bijelo, a tipkalo 2 stalno svijetli crveno. Tipkalo 3 svijetli bijelo kada je treće rasvjetno tijelo upaljeno, a tipkalo 4 svijetli crveno kada je treće rasvjetno tijelo isključeno (Slika 9.17).



Slika 9.17: RF sustav rasvjete (izvor: rad autora)

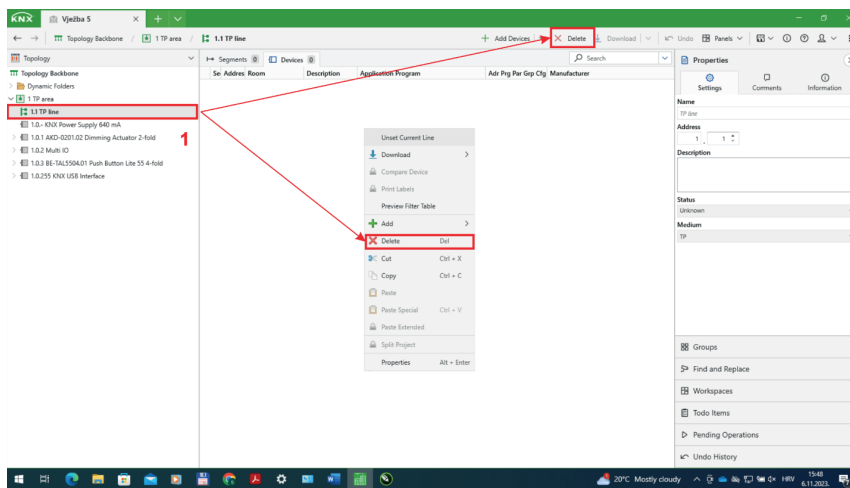
Kreirati novi projekt od **Vježbe 4** i promijeniti mu ime u **Vježba 5**.

Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

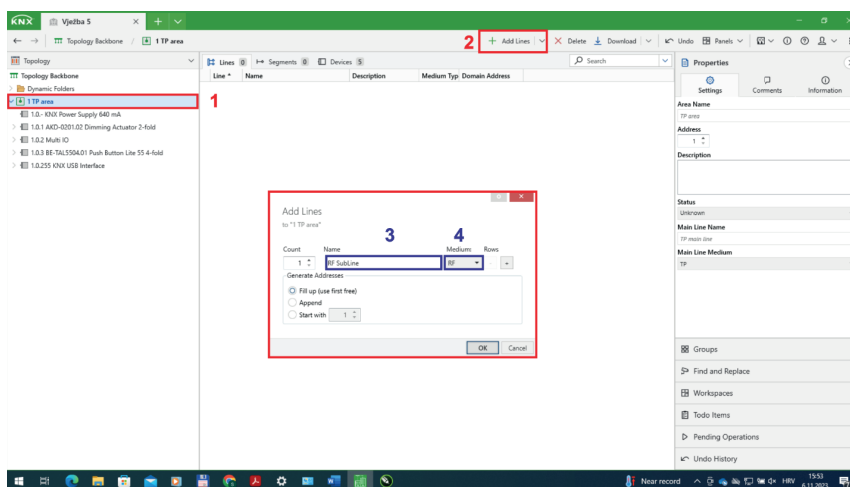
Dodavanje komponenti

Prije dodavanja komponenti potrebno je prilagoditi topologiju KNX sustava.

Odabrati panel **Topology** i izbrisati liniju **1.1 TP line**. Za brisanje linije potrebno je u panelu **Topology** označiti liniju **1.1 TP line** te potom kliknuti na dugme **Delete**. Drugi je način da se desnom tipkom miša klikne na liniju pa iz plutajućeg izbornika odabere **Delete** (Slika 9.18). Potom kreirati novu sekundarnu RF liniju tako da se označi **1TP area**, klikne na dugme **+Add Lines** te se u dobivenom dijaloškom okviru unese ime nove linije i kao komunikacijski medij odabere **RF** (Slika 9.19).



Slika 9.18: Brisanje sekundarne TP linije (izvor: rad autora)

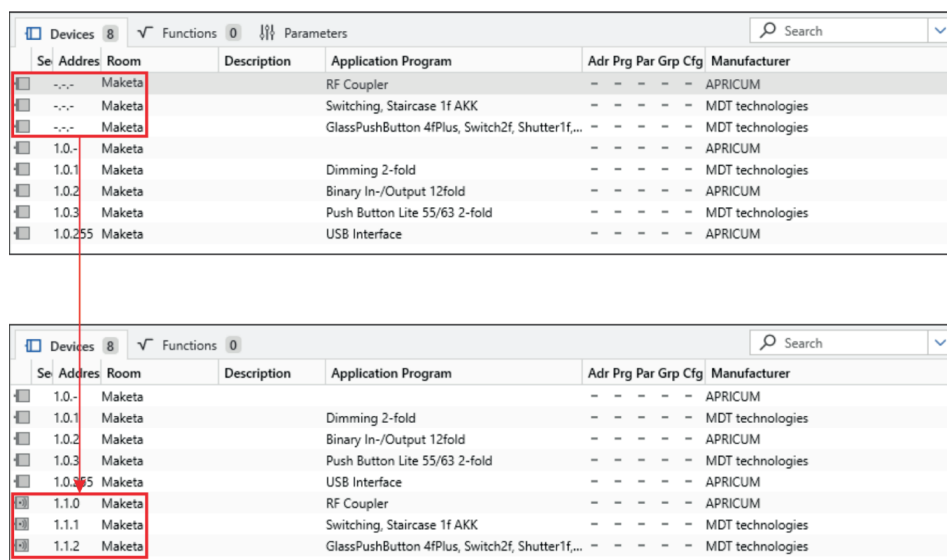


Slika 9.19: Dodavanje nove sekundarne linije (izvor: rad autora)

Odabrati panel **Buildings**, označiti prostoriju **Maketa** pa dodati komponente prikazane u Tablici 9.2 te podesiti individualne adrese (Slika 9.20).

Tablica 9.2: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)

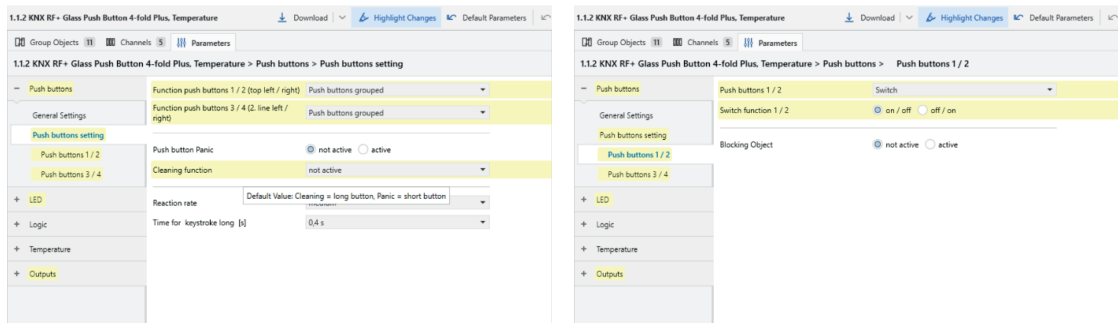
Proizvođač	Ime komponente	Oznaka	Individualna adresa
Apricum	TP RF Coupler MECrf	MECrf	1.1.0
MDT	KNX RF+Switch Actuator 1-fold, UP	RF-AKK1UP.01	1.1.1
MDT	KNX RF+ Glass Push Button 4-fold Plus, Temperature	RF-GTT4x.01	1.0.2



Slika 9.20: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)

Definiranje parametara uređaja

Komponente **RF Media Coupler** i **Switch Actuator 1-fold UP** nije potrebno podešavati. Podesiti parametre za **Glass Push Button**, koji upravlja rasvjetnim tijelima. Prvo će se postaviti postavke samih tipkala (Slika 9.21). Na slici su prikazane postavke za tipkala 1/2. Iste postavke potrebno je postaviti i za tipkala 3/4.

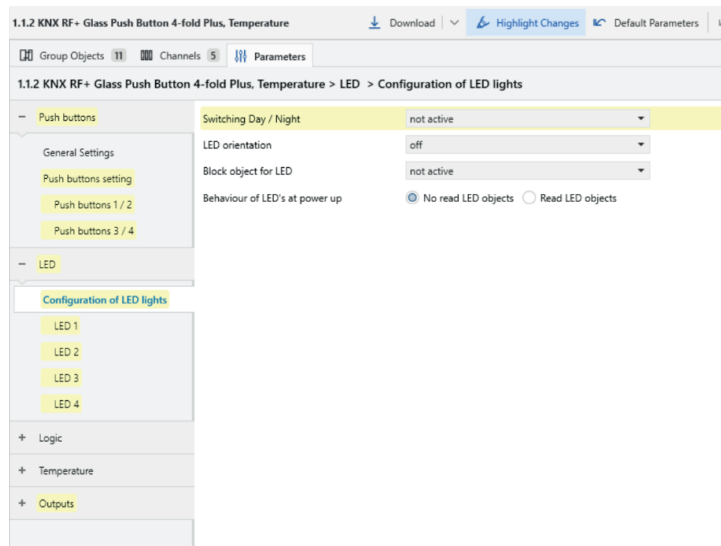


Podršavanje općih postavki tipkala

Podršavanje postavki tipkala 1/2 i 3/4

Slika 9.21: Postavke za Glass Push Button tipkalo (izvor: rad autora)

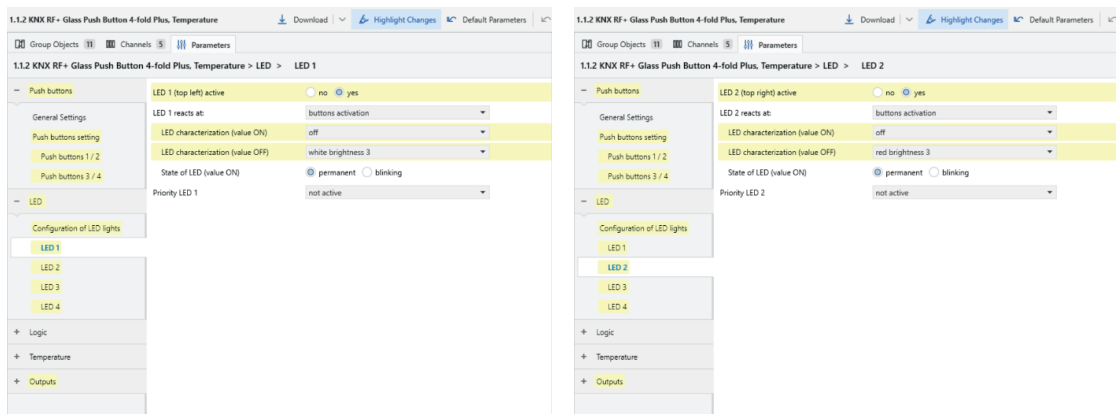
Glass Push Button na tipkalima ima ugrađene LED diode koje mogu svijetliti bijelo ili crveno. Prvo će se isključiti dnevni/noćni način rada (Slika 9.22).



Slika 9.22: Opće postavke osvjetljenja tipkala (izvor: rad autora)

Tipkala 1 i 2 stalno svijetle. Tipkalo 1, kojim se uključuju oba rasvjetna tijela, svijetli bijelom bojom. Tipkalo 2, kojim se isključuju oba rasvjetna tijela, svijetli crvenom bojom (Slika 9.23).

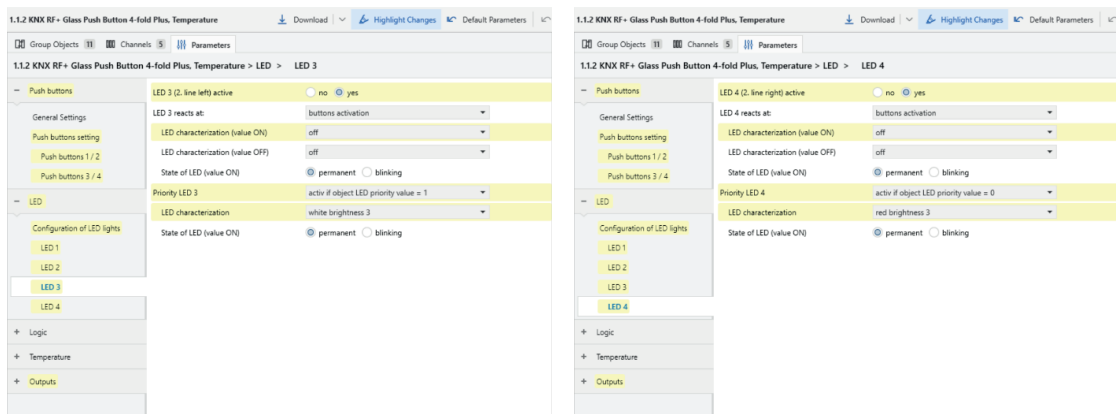
Tipkala 3 i 4 svijetle ovisno o tome je li rasvjetno tijelo spojeno na **Switch Actuator** uključeno ili isključeno. Ako je uključeno, tipkalo 3 svijetli bijelom bojom, a tipkalo 4 ne svijetli. Ako je isključeno, tipkalo 3 ne svijetli, a tipkalo 4 svijetli crvenom bojom (Slika 9.24).



Podešavanje postavki tipkala 1

Podešavanje postavki tipkala 2

Slika 9.23: Postavke za boju osvjetljenja tipkala 1 i 2 (izvor: rad autora)

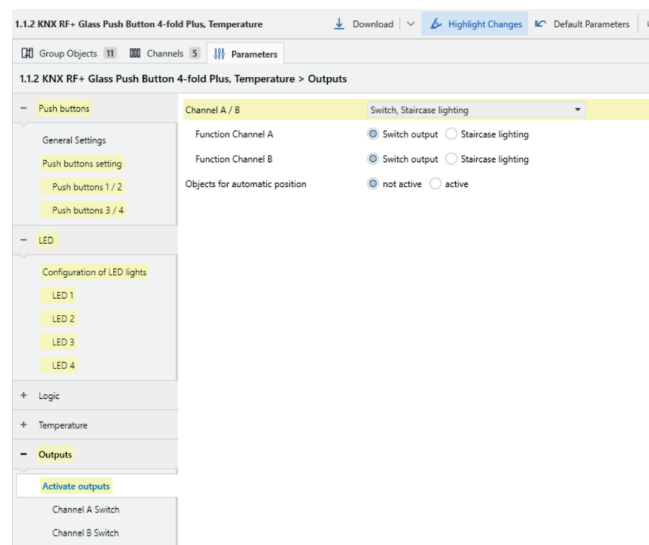


Podešavanje postavki tipkala 3

Podešavanje postavki tipkala 4

Slika 9.24: Postavke za boju osvjetljenja tipkala 3 i 4 (izvor: rad autora)

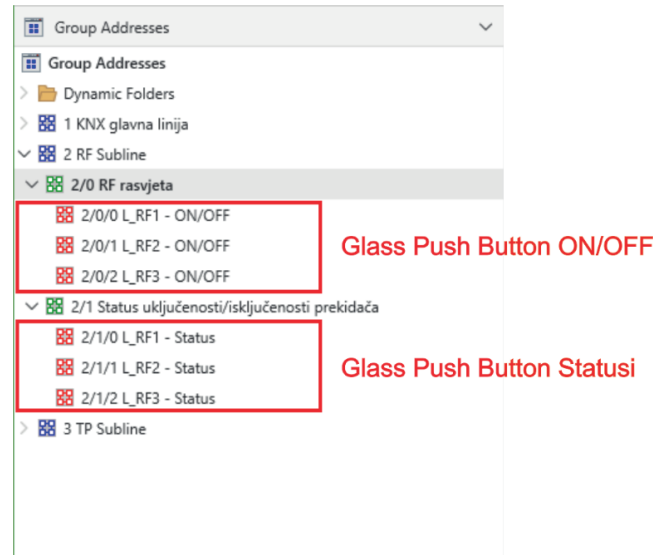
Postavke izlaza prikazane su na Slici 9.25.



Slika 9.25: Postavke izlaza Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

Dodati grupne adrese kako je prikazano na Slici 9.26.



Slika 9.26: Grupne adrese za rad s rasvjetnim tijelima spojenima na RF liniju (izvor: rad autora)

Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Pridružiti grupne adrese komponentama kako je prikazano na Slici 9.27 i Slici 9.28.

The screenshot shows a 'Group Objects' window with a table of configurations. The table has the following data:

Number	Name	Object Function *	Description	Group Address
2	Channel A	Block		
5	Channel A	State	L_RF3 - Status	2/1/2
0	Channel A	Switch On/Off	L_RF3 - ON/OFF	2/0/2, 2/1/2

Slika 9.27: Grupne adrese za Switch Actuator (izvor: rad autora)

Number	Name	Object Function ^	Description	Group Address
59	Channel A	Block		
69	Channel B	Block		
61	Channel A	State	L_RF1 - Status	2/1/0
71	Channel B	State	L_RF2 - Status	2/1/1
0	Push buttons 1 / 2	Switch On/Off	L_RF1 - ON/OFF	2/0/0, 2/0/1, 2/1/0, 2/1/1
10	Push buttons 3 / 4	Switch On/Off	L_RF3 - ON/OFF	2/0/2, 2/1/2
56	Central function	Switch On/Off		
57	Channel A	Switch On/Off	L_RF1 - ON/OFF	2/0/0, 2/0/1
67	Channel B	Switch On/Off	L_RF2 - ON/OFF	2/0/1, 2/0/0
43	LED priority 3	Switch priority 3	L_RF3 - ON/OFF	2/0/2
44	LED priority 4	Switch priority 4	L_RF3 - ON/OFF	2/0/2

Slika 9.28: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

Učitati podatke u komponente.

Zadaci za vježbu:

- Prilagoditi KNX sustav tako da tipkalo 1 uključuje sva tri rasvjetna tijela, a tipkalo 2 isključuje sva tri rasvjetna tijela.
- Tipkalo 3 i 4 više nemaju nikakvu funkciju.
- Isključiti LED osvjetljenje tipkala 3 i 4.

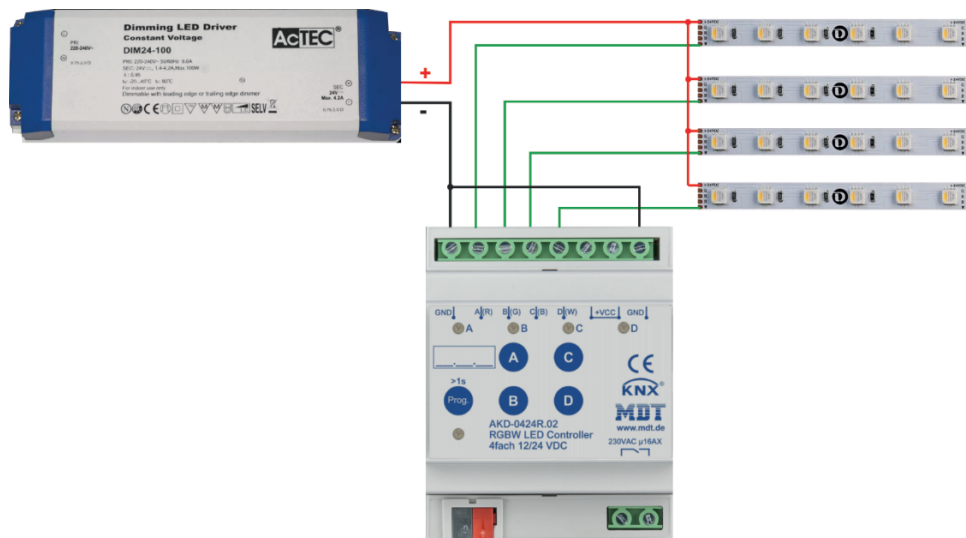
9.3. Vježba 6 – Upravljanje LED trakama

Zadatak: Kreirati novi projekt od **Vježbe 5** i promijeniti mu ime u **Vježba 6**. U KNX sustav dodati novu liniju (1.2 TP sekundarnu liniju). U liniju dodati komponente i podesiti individualne adrese kako je prikazano u Tablici 9.3.

Tablica 9.3: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)

Proizvođač	Ime komponente	Oznaka	Individualna adresa
Apricum	KNX Power supply 640mA	KPS640	1.2.-
Apricum	TP Line Coupler MECtp	MECtp	1.2.0
MDT	LED Controler 4 Ch/RGBW, MDRC	AKD-0424R.02	1.2.1
MDT	Shutter Actuator 2-fold, 2SU, 230 V, 10 A	JAL-0210.02	1.2.2
MDT	Push Button Lite 55 2-fold	BE-TAL5502.01	1.2.3
MDT	Push Button Lite 55 2-fold	BE-TAL5502.01	1.2.4

Realizirati sustav LED rasvjete. Sustav rasvjete sastoji se od četiri LED trake koje svijetle bijelom bojom. LED trakama upravlja se koristeći **Glass Push Button** (1.2.3). Tipkalima 1 i 2 upravlja se LED trakama spojenima na kanale A i B LED kontrolera, a tipkalima 3 i 4 LED trakama spojenima na kanale C i D LED kontrolera. LED trake moraju imati mogućnost regulacije osvjetljenja (Slika 9.29).



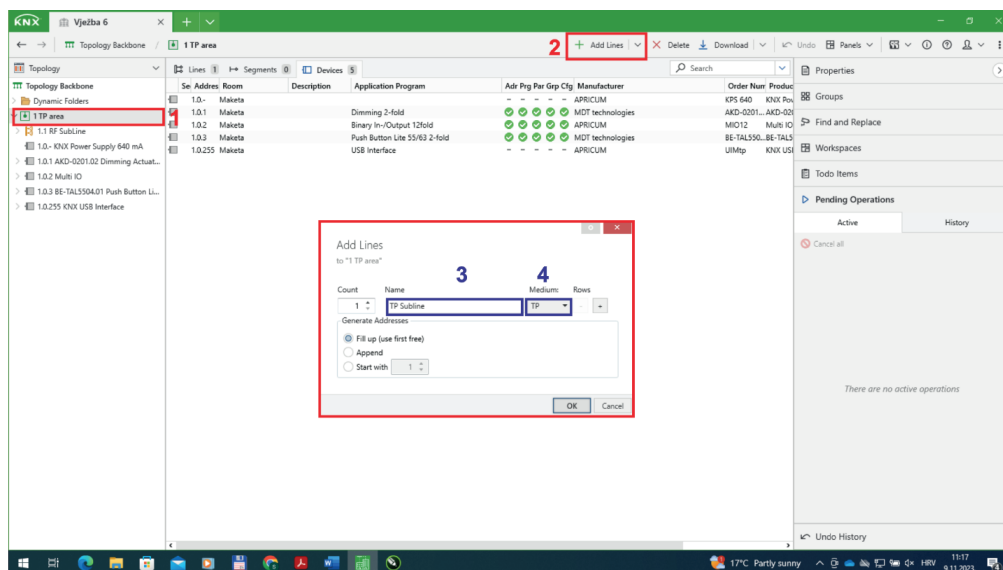
Slika 9.29: Sustav LED traka (izvor: rad autora)

Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

Dodavanje komponenti

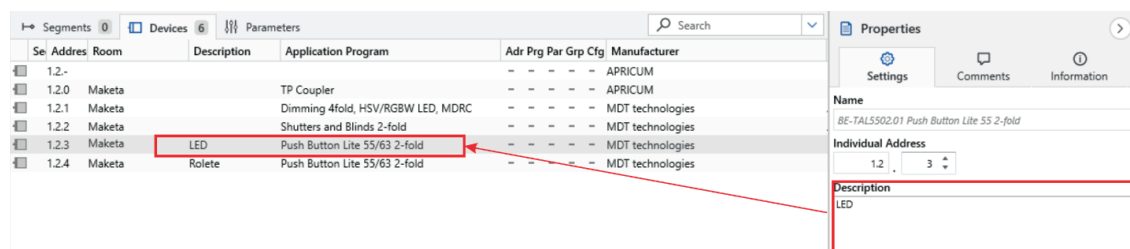
Prije dodavanja komponenti potrebno je prilagoditi topologiju KNX sustava.

Odabrati panel **Topology** i kreirati novu sekundarnu **TP** liniju tako da se označi **1 TP area**, klikne na dugme **+Add Lines** te se u dobivenom dijaloškom okviru unese ime nove linije i kao komunikacijski medij odabere **TP** (Slika 9.30).



Slika 9.30: Dodavanje TP sekundarne linije (izvor: rad autora)

Odabrati panel **Buildings**, označiti prostoriju **Maketa** pa dodati komponente prikazane u Tablici 9.3. Podesiti individualne adrese. S obzirom na to da se koristi više komponenti **Glass Push Button**, dodati u opisu komponente s kojim se aktuatorom koristi (Slika 9.31).

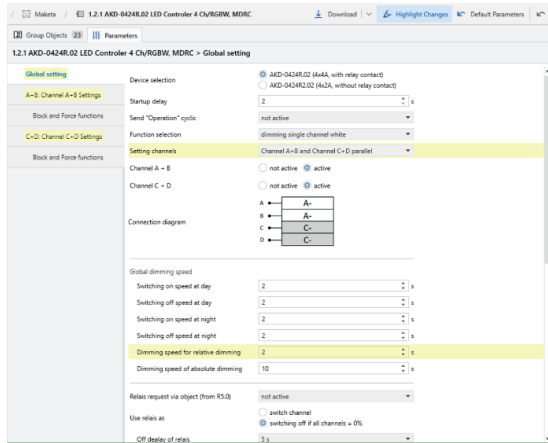


Slika 9.31: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)

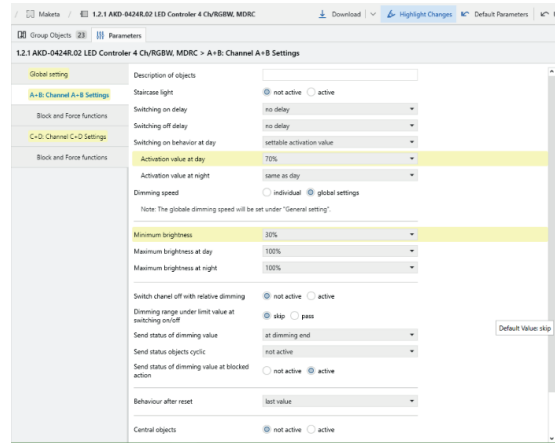
Definiranje parametara uređaja

Podesiti parametre za **RGBW LED kontroler**. Izlazi kontrolera A i B te C i D imaju iste postavke (Slika 9.32).

Potom postaviti postavke za **Glass Push Button** kako je prikazano na Slici 9.33 i Slici 9.34.

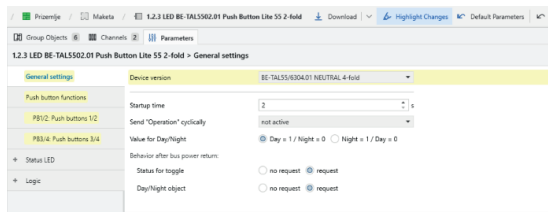


Podešavanje općih postavki

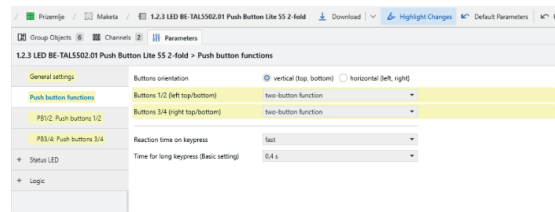


Podešavanje postavki izlaza A/B i C/D

Slika 9.32: Postavke RGBW LED kontrolera (izvor: rad autora)

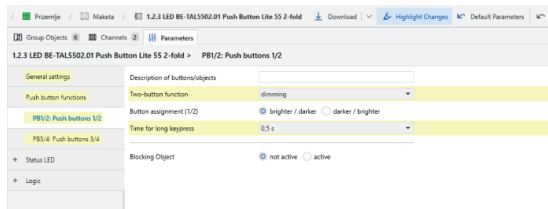


Odabir konfiguracije tipkala

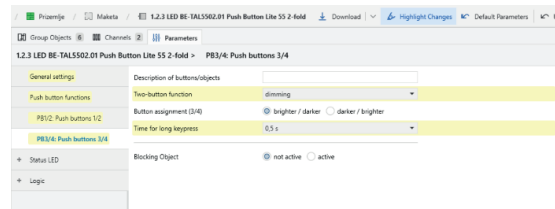


Podešavanje općih postavki

Slika 9.33: Opće postavke za Glass Push Button (izvor: rad autora)



Podešavanje postavki tipkala 1/2

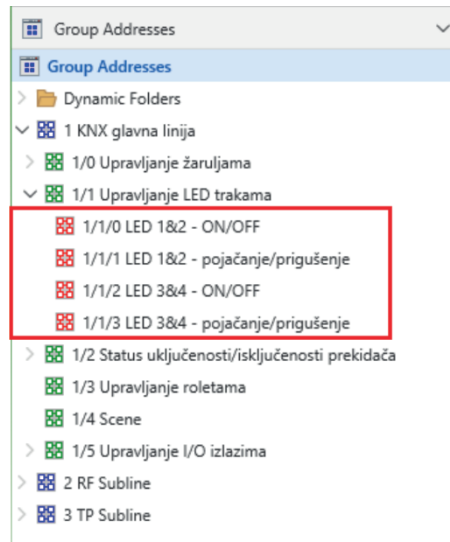


Podešavanje postavki tipkala 3/4

Slika 9.34: Postavke tipkala Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

Dodati grupne adrese kako je prikazano na Slici 9.35.



Slika 9.35: Grupne adrese za rad s RGBW LED kontrolerom (izvor: rad autora)

Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Pridružiti grupne adrese komponentama kako je prikazano na Slici 9.36 i Slici 9.37.

Name ^	Number	Object Function	Description	Group Address
A+B: Channel A+B	0	Switch	LED 1&2 - ON/OFF	1/1/0
A+B: Channel A+B	2	Dim relatively	LED 1&2 - pojačanje/prigušenje	1/1/1
A+B: Channel A+B	3	Dim absolutely		
A+B: Channel A+B	4	State On/Off		
A+B: Channel A+B	5	State of dimming value		
A+B: Channel A+B	8	Block state		
C+D: Channel C+D	37	State of dimming value		
C+D: Channel C+D	36	State On/Off		
C+D: Channel C+D	40	Block state		
C+D: Channel C+D	34	Dim relatively	LED 3&4 - pojačanje/prigušenje	1/1/3
C+D: Channel C+D	32	Switch	LED 3&4 - ON/OFF	1/1/2
C+D: Channel C+D	35	Dim absolutely		
Central	135	Switch		
Central	136	Dim relatively		
Central	137	Dim absolutely		
Central	138	Scene		
Central	139	Current alarm		
Central	140	Overtemperature alarm		
Central	143	State of 12/24V power supply		
Date	145	Input		
Date/Time	146	Input		
Day/Night	148	Day=1 / Night=0		
Time	144	Input		

Slika 9.36: Grupne adrese za RGBW LED kontroler (izvor: rad autora)

Name ^	Number	Object Function	Description	Group Address
Button activation	72	Output		
Day / Night	71	Day = 1 / Night = 0		
PB1/2: Push buttons 1/2	0	Dimming ON/OFF	LED 1&2 - ON/OFF	1/1/0
PB1/2: Push buttons 1/2	1	Dimming relative	LED 1&2 - pojačanje/prigušenje	1/1/1
PB3/4: Push buttons 3/4	20	Dimming ON/OFF	LED 3&4 - ON/OFF	1/1/2
PB3/4: Push buttons 3/4	21	Dimming relative	LED 3&4 - pojačanje/prigušenje	1/1/3

Slika 9.37: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

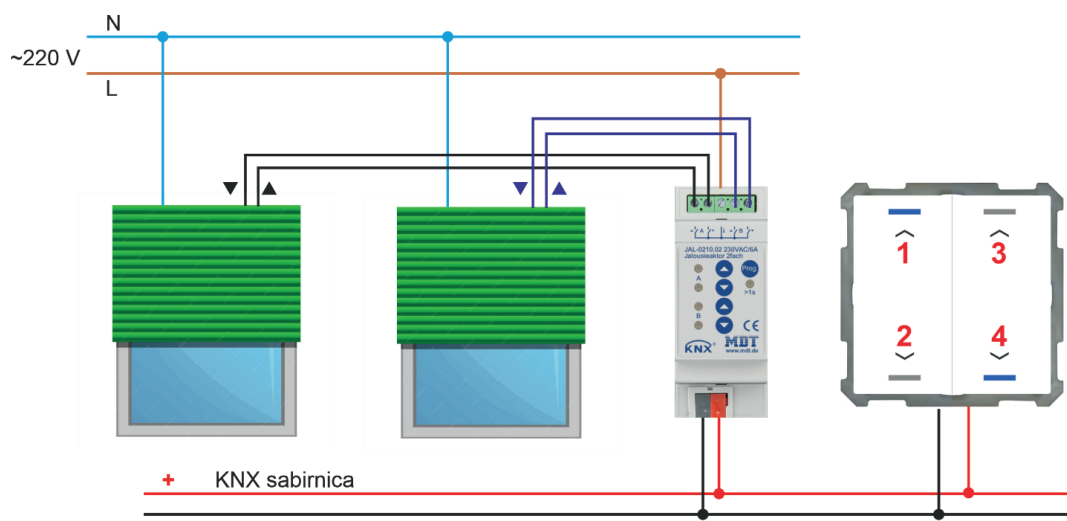
Učitati podatke u komponente.

Zadaci za vježbu:

- Izmijeniti sustav tako da tipkala 1 i 2 upravljaju svim četirima LED trakama.
- Podešeno je da prilikom smanjenja osvjjetljenja minimalna razina ne može biti niža od 30 %, a maksimalna 100 %. Promijeniti razine da budu od 20 % do 80 %.

9.4. Vježba 7 – Upravljanje roletama

Zadatak: Kreirati novi projekt od **Vježbe 6** i promijeniti mu ime u **Vježba 7**. Potrebno je realizirati sustav upravljanja roletama (sjenilima) na dva prozora. Roletе imaju električne motore koji ih spuštaju ili dižu. Predviđeno je „ručno“ upravljanje roletama tako da kratak pritisak na tipku aktivira motor u trajanju od pet sekundi. Nakon pet sekundi motor se automatski zaustavlja. Zaustavljanje motora moguće je i prije proteka pet sekundi dugim pritiskom na tipku. Tipkala 1 i 2 upravljaju roletama jednog prozora (1 – gore, 2 – dolje), a tipkala 3 i 4 (3 – gore, 4 – dolje) roletama drugog prozora. Shema sustava prikazana je na Slici 9.38.



Slika 9.38: Sustav upravljanja roletama (izvor: rad autora)

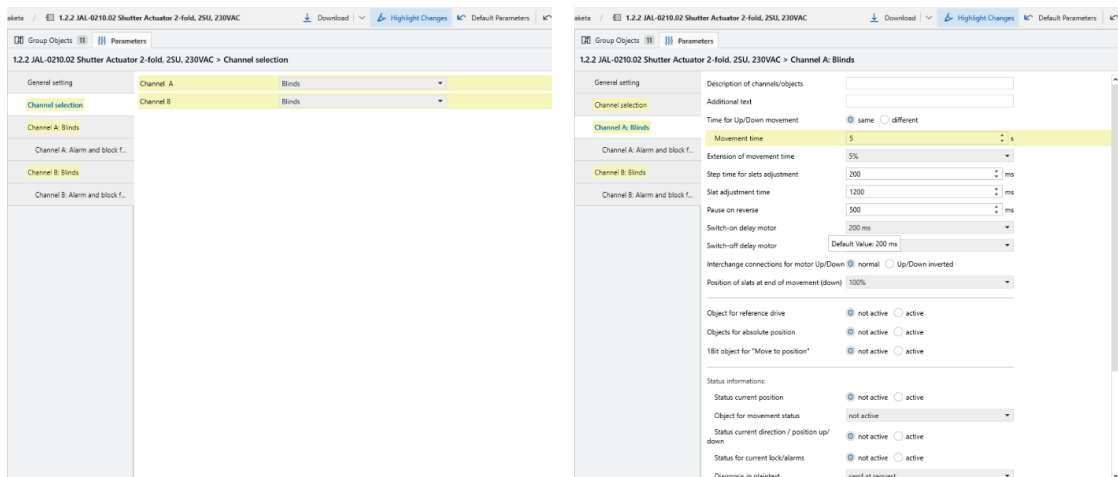
Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

Dodavanje komponenti

Komponente su već dodane u **Vježbi 6**.

Definiranje parametara uređaja

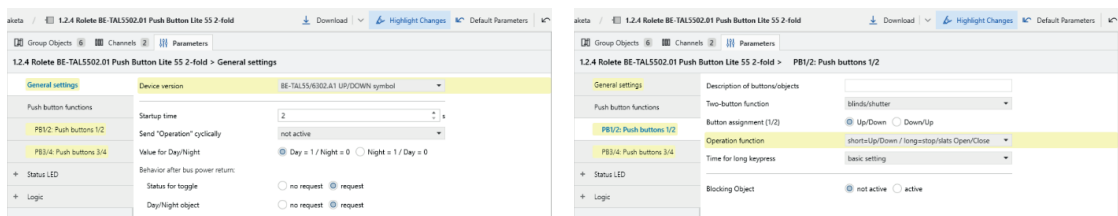
Podesiti parametre za aktuatorе roleta kako je prikazano na Slici 9.39. Potom postaviti postavke za **Glass Push Button** kako je prikazano na Slici 9.40. Iste su postavke za tipkala 1/2 i 3/4.



Odabir upravljanja roletama (sjenilima)

Podešavanje vremena od pet sekundi

Slika 9.39: Postavke aktuatora roleta (izvor: rad autora)



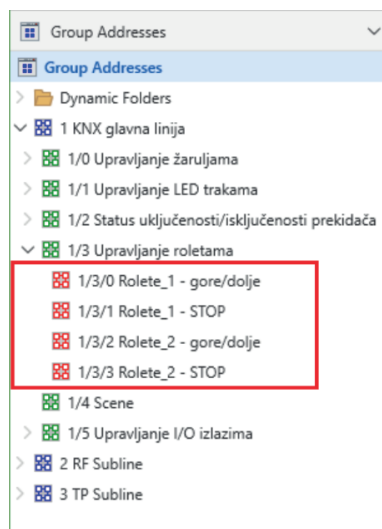
Odabir konfiguracije tipkala

Podešavanje tipkala 1/2 i 3/4

Slika 9.40: Opće postavke za Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

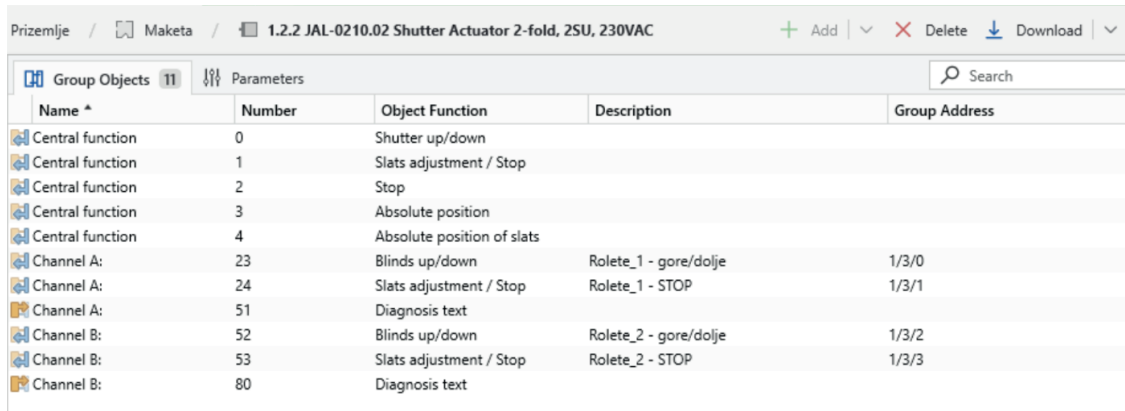
Dodati grupne adrese kako je prikazano na Slici 9.41.



Slika 9.41: Grupne adrese za rad s roletama (izvor: rad autora)

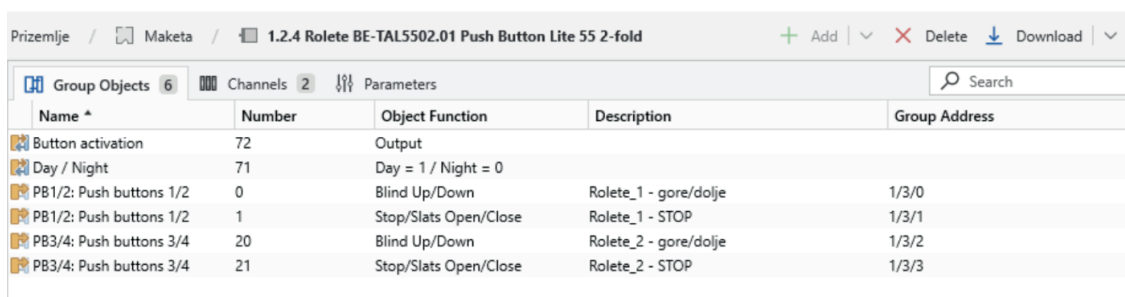
Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Pridružiti grupne adrese komponentama kako je prikazano na Slici 9.42 i Slici 9.43.



Name *	Number	Object Function	Description	Group Address
Central function	0	Shutter up/down		
Central function	1	Slats adjustment / Stop		
Central function	2	Stop		
Central function	3	Absolute position		
Central function	4	Absolute position of slats		
Channel A:	23	Blinds up/down	Rolete_1 - gore/dolje	1/3/0
Channel A:	24	Slats adjustment / Stop	Rolete_1 - STOP	1/3/1
Channel A:	51	Diagnosis text		
Channel B:	52	Blinds up/down	Rolete_2 - gore/dolje	1/3/2
Channel B:	53	Slats adjustment / Stop	Rolete_2 - STOP	1/3/3
Channel B:	80	Diagnosis text		

Slika 9.42: Grupne adrese za aktuator roleta (izvor: rad autora)



Name *	Number	Object Function	Description	Group Address
Button activation	72	Output		
Day / Night	71	Day = 1 / Night = 0		
PB1/2: Push buttons 1/2	0	Blind Up/Down	Rolete_1 - gore/dolje	1/3/0
PB1/2: Push buttons 1/2	1	Stop/Slats Open/Close	Rolete_1 - STOP	1/3/1
PB3/4: Push buttons 3/4	20	Blind Up/Down	Rolete_2 - gore/dolje	1/3/2
PB3/4: Push buttons 3/4	21	Stop/Slats Open/Close	Rolete_2 - STOP	1/3/3

Slika 9.43: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)

Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

Učitati podatke u komponente.

Zadaci za vježbu:

- Podesiti osvjetljenje tipkala.
- Izmijeniti grupne adrese tako da tipkalo 1/2 upravlja roletama na oba prozora istovremeno.
- Promijeniti vrijeme rada motora s 5 sekundi na 7 sekundi.

9.5. Vježba 8 – Senzor prisutnosti i osvjetljenja

Zadatak: Kreirati novi projekt od **Vježbe 7** i promijeniti mu ime u **Vježba 8**. Potrebno je proširiti dosad realizirani KNX sustav senzorom prisutnosti i senzorom osvjetljenja.

U sustavu postoje četiri LED trake, spojene u dvije grupe po dvije trake, i dva prozora s roletama. Potrebno je pomoću senzora prisutnosti uključiti jednu grupu LED traka. Koristeći senzor osvjetljenja, kada je mrak, uključiti drugu grupu LED traka i spustiti roletu jednog prozora. Kada je dan, drugu grupu LED traka treba isključiti, a roletu podignuti.

Korak 2: Dodavanje komponenti koje se koriste u projektu, podešavanje individualnih (fizičkih) adresa komponenti neophodnih za pristup samoj komponenti, podešavanje postavki komponenti

Dodavanje komponenti

Dodati senzor prisutnosti i osvjetljenja **MTD BWM55T.G2** (SCN-BWM55T.G2 Motion Detector TS 55 with T-Sensor and 2 sensor keys).

Definiranje parametara uređaja

Podesiti parametre senzora. Na kartici za opće postavke podešavaju se vremena za rad senzora osvjetljenja (Slika 9.44). Senzor je podešen da se uključi pri razini osvjetljenja od 5 lux (što odgovara noći) te da se isključi pri razini osvjetljenja od 200 lux (što odgovara danu). Kod izrade realnog KNX sustava sa senzorom osvjetljenja potrebno je provjeriti i ispravno podesiti ove razine osvjetljenja.

Potrebno je uključiti senzor prisutnosti (Slika 9.45).

Zatim se podešava vrijeme nakon kojega se senzor prisutnosti deaktivira (Slika 9.46). Ako senzor ne detektira prisutnost osobe, nakon protoka podešenog vremena senzor će poslati signal OFF.

The screenshot shows the 'General settings' for a motion detector. The 'Brightness' section is highlighted, showing two settings: 'Switch-on threshold' set to 5 Lux and 'Switch OFF when exceeding...' set to 200 Lux. A red box highlights the 'Switch-on threshold' value, and a blue box highlights the 'Switch OFF when exceeding...' value. Red and blue arrows point from these boxes to the explanatory text below.

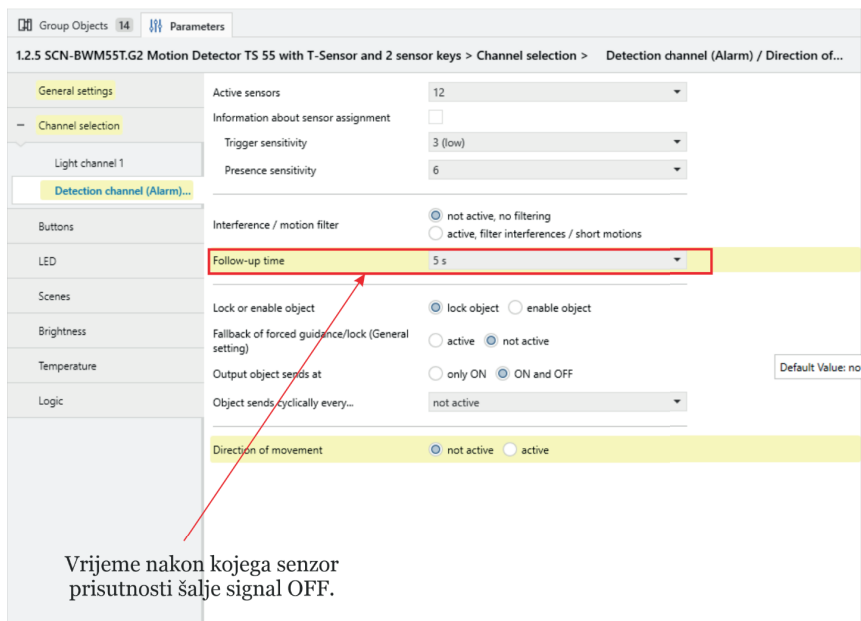
Razina osvjetljenja pri kojoj senzor šalje signal ON.

Razina osvjetljenja pri kojoj senzor šalje signal OFF.

Slika 9.44: Podešavanje senzora osvjetljenja (izvor: rad autora)

The screenshot shows the 'Channel selection' settings for the same motion detector. The 'Channel selection' section is highlighted, showing four channels: 'Light channel 1', 'Light channel 2', 'HVAC channel', and 'Detection channel (Alarm) / Direction of movement'. Each channel has a radio button for 'not active' and 'active'. The 'Detection channel (Alarm) / Direction of movement' is highlighted in yellow, and its 'active' radio button is selected.

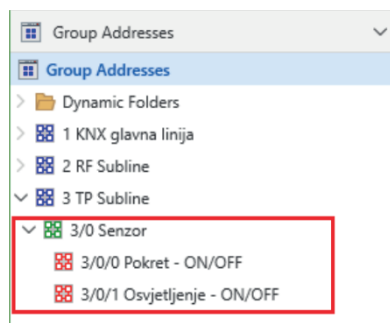
Slika 9.45: Uključivanje senzora prisutnosti (izvor: rad autora)



Slika 9.46: Podešavanje vremena senzora prisutnosti (izvor: rad autora)

Korak 3: Kreiranje grupnih adresa s pripadajućim nazivima koje definiraju komunikaciju

Dodati grupne adrese kako je prikazano na Slici 9.47.



Slika 9.47: Grupne adrese za rad sa senzorom (izvor: rad autora)

Korak 4: Pridruživanje grupnih adresa komponentama

Pridružiti grupne adrese komponentama kako je prikazano na Slici 9.48, Slici 9.49 i Slici 9.50.

Name *	Number	Object Function	Description	Group Address
A+B: Channel A+B	0	Switch	LED 1&2 - ON/OFF	1/1/0, 3/0/0
A+B: Channel A+B	2	Dim relatively	LED 1&2 - pojačanje/prigušenje	1/1/1
A+B: Channel A+B	3	Dim absolutely		
A+B: Channel A+B	4	State On/Off		
A+B: Channel A+B	5	State of dimming value		
A+B: Channel A+B	8	Block state		
C+D: Channel C+D	37	State of dimming value		
C+D: Channel C+D	36	State On/Off		
C+D: Channel C+D	40	Block state		
C+D: Channel C+D	34	Dim relatively	LED 3&4 - pojačanje/prigušenje	1/1/3
C+D: Channel C+D	32	Switch	LED 3&4 - ON/OFF	1/1/2, 3/0/1
C+D: Channel C+D	35	Dim absolutely		
Central	135	Switch		
Central	136	Dim relatively		
Central	137	Dim absolutely		
Central	138	Scene		
Central	139	Current alarm		
Central	140	Overtemperature alarm		
Central	143	State of 12/24V power supply		
Date	145	Input		
Date/Time	146	Input		
Day/Night	148	Day=1 / Night=0		
Time	144	Input		

Slika 9.48: Pridruživanje grupnih adresa LED kontroleru (izvor: rad autora)

Name *	Number	Object Function	Description	Group Address
Central function	0	Shutter up/down		
Central function	1	Slats adjustment / Stop		
Central function	2	Stop		
Central function	3	Absolute position		
Central function	4	Absolute position of slats		
Channel A:	23	Blinds up/down	Rolete_1 - gore/dolje	1/3/0, 3/0/1
Channel A:	24	Slats adjustment / Stop	Rolete_1 - STOP	1/3/1
Channel A:	51	Diagnosis text		
Channel B:	52	Blinds up/down	Rolete_2 - gore/dolje	1/3/2
Channel B:	53	Slats adjustment / Stop	Rolete_2 - STOP	1/3/3
Channel B:	80	Diagnosis text		

Slika 9.49: Pridruživanje grupnih adresa aktuatoru roleta (izvor: rad autora)

Name *	Number	Object Function	Description	Group Address
Alarm - Input	83	Lock		
Alarm - Output	75	Switch	Pokret - ON/OFF	3/0/0
Brightness	97	Measured value		
Brightness	98	Set switch-on threshold for light channels		
Light channel 1 - Input	3	External push button short		
Light channel 1 - Input	4	External push button long		
Light channel 1 - Input	5	External motion (Slave)		
Light channel 1 - Input	6	Status of actuator channel		
Light channel 1 - Input	7	Lock motion detection		
Light channel 1 - Input	8	Lock object		
Light channel 1 - Input	11	Switch dark		
Light channel 1 - Input	13	Follow-up time 10-65000s		
Light channel 1 - Output 1	0	Switch	Osvjetljenje - ON/OFF	3/0/1
Scene	94	Input		

Slika 9.50: Pridruživanje grupnih adresa senzoru (izvor: rad autora)

Korak 5: Puštanje u rad, odnosno učitavanje konfiguracija i postavki u komponente

Učitati podatke u komponente.

Zadaci za vježbu:

- c) Pridružiti grupne adrese tako da se s promjenom osvjetljenja rolete na oba prozora podižu ili spuštaju.
- d) Izmijeniti način rada LED traka tako da se samo senzorom prisutnosti uključuju sve LED trake.
- e) Promijeniti vrijeme senzora prisutnosti tako da se vrijeme poveća s 5 sekundi na 1 minutu. Testirati sustav.

Popis elemenata korištenih u sadržaju

Slika 1.1: Sabirnički sustav sa senzorima i aktuatorima povezanim podatkovnim kabelom (izvor: rad autora)	13
Slika 1.2: KNX logotip (izvor: www.knx.org)	14
Slika 1.3: Povijest KNX-a (izvor: www.knx.org)	14
Slika 1.4: Neki od proizvođača KNX komponenti (izvor: www.knx.org)	16
Slika 1.5: Troškovi KNX instalacija (izvor: www.lipapromet.hr)	17
Slika 2.1: Vizualizacija i upravljanje potrošnjom energenata (izvor: knx.org, KNX Solutions)	20
Slika 2.2: Primjena KNX sustava u školskoj učionici (izvor: knx.org, KNX Solutions)	21
Slika 2.3: KNX sustav kuće ili stana za smanjenje potrošnje energije (izvor: knx.org, KNX Solutions)	22
Slika 2.4: Primjena KNX tehnologije kod fotonaponskih elektrana (izvor: knx.org, KNX Solutions)	23
Slika 2.5: Podjela velikog sustava na manje, međusobno povezane zone (izvor: knx.org, KNX Solutions)	24
Slika 2.6: KNX za LED rasvjetu (izvor: knx.org, KNX Solutions)	25
Slika 2.7: KNX za multimediju (izvor: knx.org, KNX Solutions)	26
Slika 2.8: Upravljanje multimedijom (izvor: knx.org, KNX Solutions)	26
Slika 2.9: WLAN upravljanje (izvor: knx.org, KNX Solutions)	27
Slika 2.10: Sigurnosni sustav kao dio KNX sustava (izvor: knx.org, KNX Solutions)	28
Slika 2.11: KNX HVAC sustav (izvor: knx.org, KNX Solutions)	29
Slika 2.12: Automatsko upravljanje roletama i sjenilima (izvor: knx.org, KNX Solutions)	30
Slika 2.13: Primjer KNX sustava za prilagodbu životnog prostora starijim osobama (izvor: knx.org, KNX Solutions)	31
Slika 3.1: KNX TP linija (izvor: rad autora)	34
Slika 3.2: KNX TP zona (izvor: rad autora)	34
Slika 4.1: Spajanje napajanja na TP sabirnicu (izvor: rad autora)	39
Slika 4.2: KNX napajanje KPS640 tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)	40
Slika 4.3: Superponiranje podataka i napona napajanja u KNX komponenti (izvor: rad autora)	40
Slika 4.4: Izgled podatkovnog signala kod KNX TP-a (izvor: rad autora)	41
Slika 4.5: Simetrični prijenos podataka (izvor: rad autora)	41
Slika 4.6: Pojednostavljena struktura KNX TP telegrama (izvor: rad autora)	42
Slika 4.7: Vremena slanja KNX TP telegrama (izvor: rad autora)	43
Slika 4.8: Izbjegavanje kolizije telegrama kod KNX TP-a (izvor: rad autora)	43
Slika 4.9: Priključni terminal s dolaznim i odlaznim sabirničkim kabelom (izvor: knx.org, KNX Basics)	44
Slika 4.10: KNX TP podatkovni kabel (izvor: rad autora)	44
Slika 4.11: Udaljenost između energetskog i podatkovnog kabela (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	46
Slika 4.12: Oblik podatkovnog signala kod KNX PL-a (izvor: rad autora)	47
Slika 4.13: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNX PL-a (izvor: rad autora)	47
Slika 4.14: Prigušenje signala zbog prolaska kroz zidove i stropove ovisi o materijalu i debljini stijenke (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	49
Slika 4.15: Zasjećenje zbog metalnih zidova, vrata ili ormara (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	49
Slika 4.16: Slabljenje i pojačanje signala kao posljedica refleksije (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	50

Slika 4.17: Frekvencijska modulacija i signal u KNX RF-u (izvor: rad autora)	51
Slika 4.18: KNX RF Multi – različiti kanali i pripadajuće frekvencije (izvor: rad autora)	52
Slika 4.19: Zaglavlje različitih KNX RF kanala (izvor: rad autora)	53
Slika 4.20: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNX RF-a (izvor: rad autora)	53
Slika 4.21: Struktura podatkovnog polja (izvor: rad autora)	53
Slika 4.22: KNXnet/IP u OSI referentnom modelu (izvor: rad autora)	56
Slika 4.23: Pojednostavljena struktura telegrama kod KNXnet/IP-a (izvor: rad autora)	57
Slika 4.24: Primjer KNXnet/IP tuneliranja: programiranje komponente spojene na sabirnicu putem Etherneta (izvor: rad autora)	57
Slika 4.25: Primjer KNXnet/IP usmjeravanja: pristup nekoliko KNX sustava putem Etherneta (izvor: rad autora)	58
Slika 5.1: KNX TP topologija – linija (izvor: rad autora)	60
Slika 5.2: Maksimalna duljina linije u KNX TP1-64 (izvor: rad autora)	61
Slika 5.3: Zona u KNX TP-u – do petnaest linija može se povezati na glavnu liniju (izvor: rad autora)	62
Slika 5.4: Do petnaest zona može se povezati sa sprežnicima zone (BC) kod KNX TP-a (izvor: rad autora)	62
Slika 5.5: Individualne adrese KNX TP256 (izvor: rad autora)	64
Slika 5.6: Područje primjene sprežnika određeno je adresom (izvor: rad autora)	65
Slika 5.7: Struktura grupnih adresa (izvor: rad autora)	66
Slika 5.8: GA skupovi u različitim strukturama grupnih adresa (izvor: https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/)	68
Slika 5.9: Struktura grupnih adresa na temelju funkcija (izvor: https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/)	69
Slika 5.10: Struktura grupne adrese na temelju strukture zgrade (izvor: https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/)	70
Slika 5.11: Struktura grupne adrese na temelju komponente (izvor: https://www.bemi.fi/knx-group-address-best-practices-and-guidelines/)	71
Slika 5.12: Sustav rasvjete za dvije prostorije (izvor: rad autora)	72
Slika 5.13: Sustav rasvjete povezan u jednu liniju (izvor: rad autora)	73
Slika 5.14: Sustav rasvjete razdijeljen na dvije linije (izvor: rad autora)	74
Slika 5.15: Sustav rasvjete razdijeljen na dvije zone (izvor: rad autora)	74
Slika 5.16: Brojač propuštanja u slučaju cirkulirajućeg telegrama (izvor: rad autora)	75
Slika 5.17: Primjer topologije zgrade (izvor: rad autora)	76
Slika 5.18: Primjer sustava s KNX TP topologijom (izvor: rad autora)	77
Slika 5.21: Ubrzanje protoka telegrama primjenom IP mreže (izvor: rad autora)	79
Slika 5.22: Zamjena linijskih sprežnika KNXnet/IP usmjerivačima (izvor: rad autora)	80
Slika 5.23: MECrf RF medijski sprežnik (izvor: www.apricum.com)	81
Slika 5.24: RF medijski sprežnik u KNX sustavu (izvor: theben, Media Coupler TP-RF KNX Manual)	81
Slika 5.25: Kolizija na prijatelju zbog velike udaljenosti između dva predajnika (izvor: GIRA, System documentation KNX RF)	82
Slika 5.28: Primjer moguće KNX topologije s dvije RF linije (izvor: GIRA, System documentation KNX RF)	84
Slika 5.29: RF segmentni sprežnik (SC) (izvor: theben, Media Coupler TP-RF KNX Manual)	84
Slika 6.1: MECtp tvrtke Apricum: KNX sprežnik (izvor: www.apricum.com)	86
Slika 6.2: Područje primjene sprežnika određeno je adresom (izvor: rad autora)	86
Slika 6.3: Sprežnik – tablica za filtriranje grupnih adresa (izvor: rad autora)	87
Slika 6.4: Blok dijagram sprežnika (izvor: rad autora)	87

Slika 6.5: KNX USB sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)	88
Slika 6.6: KNX IP sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)	89
Slika 6.7: KNX RF sučelje tvrtke Apricum (izvor: www.apricum.com)	89
Slika 6.8: Shema povezivanja KNX RF sučelja (izvor: www.apricum.com)	89
Slika 6.9: Sastavni dijelovi KNX komponente (izvor: rad autora)	90
Slika 6.10: Komponenta s odvojenim sprežnikom sabirnice i aplikacijskim modulom (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	90
Slika 6.11: Sprežnik sabirnice (BCU) (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	91
Slika 6.12: KNX tipkalo, jednostruko, s LED-om koji pokazuje status (izvor: www.schrack.com)	94
Slika 6.13: Regulacija rasvjete sa start/stop telegramima (izvor: rad autora)	94
Slika 6.15: Aplikacijska funkcija: „regulator rasvjete“ (izvor: KNX, KNX Basic Course 2022)	95
Slika 6.16: Upravljanje žaluzinama (izvor: rad autora)	96
Slika 6.17: Upravljanje radom motora (izvor: KNX, KNX Basic Course 2022)	97
Slika 6.18: Primjer sustava za rad sjenila/roleta (izvor: rad autora)	98
Slika 7.1: Primjer jedinstvene oznake (izvor: rad autora)	103
Slika 7.2: Plan instalacije bez brojeva soba (početno stanje) (izvor: knx.org, KNX project preparation)	105
Slika 7.3: Plan instalacije s dodijeljenim brojevima prostorija (izvor: knx.org, KNX project preparation)	105
Slika 7.4: Tlocrt s rednim brojevima za svaku funkciju (izvor: knx.org, KNX project preparation)	106
Slika 7.5: Primjer označivanja (izvor: knx.org, KNX project preparation)	106
Slika 7.6: Primjer: označivanje grupne adrese u ETS-u (izvor: rad autora)	107
Slika 8.1: Rasvjeta u garaži (izvor: rad autora)	110
Slika 8.2: Kreiranje novog projekta (izvor: rad autora)	111
Slika 8.3: Postavke projekta (izvor: rad autora)	112
Slika 8.4: Sučelje ETS programa (izvor: rad autora)	112
Slika 8.5: Promjena imena objekta (izvor: rad autora)	113
Slika 8.6: Dodavanje etaže „Prizemlje“ (izvor: rad autora)	113
Slika 8.7: Dodavanje prostorije „Garaža“ (izvor: rad autora)	114
Slika 8.8: Kreirana struktura (izvor: rad autora)	114
Slika 8.9: Dodavanje razvodnog ormara (izvor: rad autora)	115
Slika 8.10: Dodavanje komponenti (izvor: rad autora)	115
Slika 8.11: Dodavanje komponenti (izvor: rad autora)	116
Slika 8.12: Komponente dodane u projekt (izvor: rad autora)	116
Slika 8.13: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)	117
Slika 8.14: Prikaz topologije KNX sustava (izvor: rad autora)	117
Slika 8.15: Promjena imena zone i brisanje linije (izvor: rad autora)	118
Slika 8.16: Podešavanje komponente Multi IO (izvor: rad autora)	118
Slika 8.17: Aktiviranje ulaznih kanala komponente Multi IO (izvor: rad autora)	119
Slika 8.18: Podešavanje ulaznih kanala A, B i C (izvor: rad autora)	119
Slika 8.19: Podešavanje ulaznog kanala D (izvor: rad autora)	119
Slika 8.20: Uključivanje izlaznih kanala A, B i C (izvor: rad autora)	120
Slika 8.21: Grupni objekti (izvor: rad autora)	120
Slika 8.22: Panel za kreiranje grupnih adresa (izvor: rad autora)	121
Slika 8.23: Kreiranje glavne grupe grupnih adresa (izvor: rad autora)	121
Slika 8.24: Dodavanje srednje grupe grupnih adresa (izvor: rad autora)	122

Slika 8.25: Kreiranje grupnih adresa (izvor: rad autora)	122
Slika 8.26: Pridjeljivanje grupnih adresa metodom „Povuci i ispusti“ (izvor: rad autora)	123
Slika 8.27: Pridjeljivanje grupnih adresa (izvor: rad autora)	123
Slika 8.28: Grupne adrese (izvor: rad autora)	124
Slika 8.29: Programiranje komponenti (izvor: rad autora)	124
Slika 8.30: Status programiranja komponenti (izvor: rad autora)	125
Slika 8.31: Kopiranje postojećeg projekta u novi projekt (izvor: rad autora)	126
Slika 8.32: Prikaz postojećih grupnih adresa (izvor: rad autora)	126
Slika 8.33: Kreiranje novih grupnih adresa (izvor: rad autora)	127
Slika 8.34: Dodjeljivanje grupnih adresa (izvor: rad autora)	127
Slika 8.35: Učitavanje izmijenjenih podataka u komponentu (izvor: rad autora)	128
Slika 8.36: Promjena imena projekta (izvor: rad autora)	128
Slika 8.37: Brisanje grupnih adresa (izvor: rad autora)	129
Slika 8.38: Grupne adrese prema GA skupu (izvor: rad autora)	129
Slika 8.39: Promjena vrijednosti grupne adrese (izvor: rad autora)	130
Slika 8.40: Primjer primjene nekorištenih grupnih adresa (izvor: rad autora)	130
Slika 8.41: Dodatne grupne adrese za naknadnu ugradnju regulatora rasvjete (izvor: rad autora)	131
Slika 9.1: Komponente makete (izvor: rad autora)	134
Slika 9.2: Detaljni prikaz komponenti (izvor: rad autora)	134
Slika 9.3: Regulacija osvjetljenja (izvor: rad autora)	135
Slika 9.4: Struktura i individualne adrese komponenti (izvor: rad autora)	136
Slika 9.5: Nove individualne adrese (izvor: rad autora)	137
Slika 9.6: Postavke regulatora osvjetljenja (izvor: rad autora)	138
Slika 9.7: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (1) (izvor: rad autora)	138
Slika 9.8: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (2) (izvor: rad autora)	139
Slika 9.9: Postavke tipkala za reguliranje osvjetljenja (3) (izvor: rad autora)	139
Slika 9.12: Organizacija grupnih adresa (izvor: rad autora)	141
Slika 9.13: Grupne adrese za sustav rasvjete (izvor: rad autora)	141
Slika 9.14: Grupne adrese aktuatora za regulaciju osvjetljenja (izvor: rad autora)	142
Slika 9.15: Grupne adrese aktuatora Multi IO (izvor: rad autora)	142
Slika 9.16: Grupne adrese tipkala za regulaciju osvjetljenja (izvor: rad autora)	142
Slika 9.17: RF sustav rasvjete (izvor: rad autora)	143
Slika 9.18: Brisanje sekundarne TP linije (izvor: rad autora)	144
Slika 9.19: Dodavanje nove sekundarne linije (izvor: rad autora)	144
Slika 9.20: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)	145
Slika 9.22: Opće postavke osvjetljenja tipkala (izvor: rad autora)	146
Podešavanje postavki tipkala 1	147
Podešavanje postavki tipkala 2	147
Slika 9.23: Postavke za boju osvjetljenja tipkala 1 i 2 (izvor: rad autora)	147
Podešavanje postavki tipkala 3	147
Podešavanje postavki tipkala 4	147
Slika 9.24: Postavke za boju osvjetljenja tipkala 3 i 4 (izvor: rad autora)	147
Slika 9.25: Postavke izlaza Glass Push Button (izvor: rad autora)	147
Slika 9.26: Grupne adrese za rad s rasvjetnim tijelima spojenima na RF liniju (izvor: rad autora)	148
Slika 9.27: Grupne adrese za Switch Actuator (izvor: rad autora)	148

Slika 9.28: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)	149
Slika 9.29: Sustav LED traka (izvor: rad autora)	150
Slika 9.30: Dodavanje TP sekundarne linije (izvor: rad autora)	151
Slika 9.31: Podešavanje individualnih adresa (izvor: rad autora)	151
Slika 9.35: Grupne adrese za rad s RGBW LED kontrolerom (izvor: rad autora)	153
Slika 9.36: Grupne adrese za RGBW LED kontroler (izvor: rad autora)	153
Slika 9.37: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)	154
Slika 9.38: Sustav upravljanja roletama (izvor: rad autora)	155
Slika 9.39: Postavke aktuatora roleta (izvor: rad autora)	156
Slika 9.41: Grupne adrese za rad s roletama (izvor: rad autora)	156
Slika 9.42: Grupne adrese za aktuator roleta (izvor: rad autora)	157
Slika 9.43: Grupne adrese za Glass Push Button (izvor: rad autora)	157
Slika 9.44: Podešavanje senzora osvjjetljenja (izvor: rad autora)	159
Slika 9.45: Uključivanje senzora prisutnosti (izvor: rad autora)	159
Slika 9.46: Podešavanje vremena senzora prisutnosti (izvor: rad autora)	160
Slika 9.47: Grupne adrese za rad sa senzorom (izvor: rad autora)	160
Slika 9.48: Pridruživanje grupnih adresa LED kontroleru (izvor: rad autora)	161
Slika 9.49: Pridruživanje grupnih adresa aktuatoru roleta (izvor: rad autora)	161
Slika 9.50: Pridruživanje grupnih adresa senzoru (izvor: rad autora)	161

Tablica 4.1: KNX komunikacijski mediji (izvor: www.knx.org)	38
Tablica 5.1: Individualne adrese komponenti (izvor: rad autora)	65
Tablica 5.2: Primjer GA skupova (izvor: rad autora)	67
Tablica 5.3: GA skupovi u grupama različitih struktura grupnih adresa (izvor: rad autora)	68
Tablica 6.1: Pregled KNX sistemskih profila (izvor: knx.org, KNX Basic Course 2022)	92
Tablica 7.1: Primjer topologije obiteljske kuće s manjim brojem komponenti (izvor: rad autora)	100
Tablica 7.2: Primjer topologije poslovne zgrade (izvor: rad autora)	101
Tablica 7.3: Primjer segmentiranja individualnih adresa (izvor: rad autora)	102
Tablica 7.4: Oznake za funkcije (izvor: rad autora)	103
Tablica 8.1: Vrste ETS licencija (izvor: www.knx.org)	110
Tablica 8.2: Prikaz upravljanja kanalima (izvor: rad autora)	111
Tablica 9.1: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)	136
Tablica 9.2: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)	145
Tablica 9.3: Popis i individualne adrese korištenih komponenti (izvor: rad autora)	150

Grafički prikaz 1: Rezultati studije Instituta za graditeljstvo i energetske sustave na Sveučilištu primijenjenih znanosti u Biberachu pod nazivom „Potencijal koje nude suvremene električne instalacije za uštedu energije“ (izvor: knx.org, KNX Basics)	17
--	----



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Za više informacija o EU fondovima molimo pogledajte web-stranicu Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije. www.strukturnifondovi.hr