

VELEUČILIŠTE U BJELOVARU
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKA

**Automatizacija zgrada zasnovana
na KNX standardu**

Završni rad br. 12/MEH/2019

Dino Rais

Bjelovar, listopad 2019.



Veleučilište u Bjelovaru

Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Rais Dino**

Datum: 15.07.2019.

Matični broj: 000779

JMBAG: 0023073612

Kolegij: **RAČUNALNO VOĐENJE I UPRAVLJANJE PROCESIMA**

Naslov rada (tema): **Automatizacija zgrada zasnovana na KNX standardu**

Područje: **Tehničke znanosti**

Polje: **Elektrotehnika**

Grana: **Automatizacija i robotika**

Mentor: **Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf.**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. Krunoslav Husak, dipl.ing.rač., predsjednik
2. Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf., mentor
3. Danijel Radočaj, mag.inž.meh., član

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 12/MEH/2019

U radu je potrebno:

1. Opisati KNX standard te prednosti i nedostatke u odnosu na druge tehnologije u automatizaciji zgrada
2. Opisati proizvođače KNX uređaja
3. Opisati korištene uređaje zasnovane na KNX standardu
4. Opisati i realizirati električnu shemu sustava za automatizaciju zgrade zasnovanu na KNX standardu
5. Opisati i realizirati programsko rješenje za automatizaciju zgrade zasnovanu na KNX standardu

Zadatak uručen: 15.07.2019.

Mentor: **Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf.**



Zahvala

Zahvaljujem direktoru tvrtke EL. MA. H. d.o.o., gospodinu Amaru Belloutu, na KNX uređajima i ETS5 Professional licenci koje mi je ustupio na korištenje kako bih mogao realizirati ovaj završni rad.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	KNX STANDARD	2
2.1.	<i>KNX sustav upravljanja</i>	3
3.	KNX ARHITEKTURA	7
3.1.	<i>Proizvođači KNX uređaja</i>	8
3.2.	<i>KNX konfiguracija</i>	9
3.3.	<i>Povijest EIB programa i Konnex organizacije</i>	10
3.4.	<i>KNX instalacija</i>	12
3.4.1.	<i>Upletena parica (dvožilni kabel za KNX sabirnicu)</i>	12
3.4.2.	<i>Komunikacija putem energetskeg kabela</i>	14
3.4.3.	<i>Komunikacija radijskom frekvencijom (bežično)</i>	14
3.4.4.	<i>Internet protokol</i>	14
4.	PODATKOVNI TELEGRAM	18
5.	KNX UREĐAJI KORIŠTENI ZA DEMONSTRACIJU RADA KNX SUSTAVA	20
5.1.	<i>ABB napajanje s dijagnostikom SV/S30.640.5.1</i>	20
5.2.	<i>ABB USB/S1.1</i>	21
5.3.	<i>ABB IG/S1.1</i>	22
5.4.	<i>ABB BE/S4.230.2.1</i>	23
5.4.1.	<i>ABB US/U4.2</i>	23
5.5.	<i>ABB SA/S8.10.2.1 relejni aktuator</i>	24
5.6.	<i>ABB UD/S2.300.2 aktuator regulacije rasyjete</i>	25
5.7.	<i>ABB JA/S2.230.1 aktuator roleta prozora</i>	26
5.8.	<i>Schneider Electric MTN625299 KNX tipkalo</i>	27
6.	KORIŠTENI IZVRŠNI ELEMENTI DEMONSTRACIJSKOG PANELA	29
6.1.	<i>Prezentacijska roleta</i>	29
6.2.	<i>Ventilator COMMEL 420 - 122</i>	30
6.3.	<i>LED panel</i>	30
6.4.	<i>LED reflektor</i>	31
6.5.	<i>Halogena žarulja s navojem E27</i>	31
7.	OSTALE KOMPONENTE KORIŠTENE ZA IZRADU PREZENTACIJSKOG PANELA	32
7.1.	<i>Jednopolni automatski prekidač</i>	32
7.2.	<i>Zaštitni uređaj diferencijalne struje (RCD sklopka)</i>	32
7.3.	<i>Sklopnik</i>	33
7.4.	<i>Transformator</i>	34
7.5.	<i>Signalna lampica za DIN šinu</i>	35
7.6.	<i>Luksomat</i>	35
7.7.	<i>Digitalni termostat</i>	36

7.8.	<i>Ispravljač s regulatorom napona</i>	36
8.	PROGRAMIRANJE ELEMENATA KNX INSTALACIJE U PROGRAMU ETS	37
8.1.	<i>Programski alat za KNX sustave (ETS)</i>	37
8.2.	<i>ETS5 kreiranje novog projekta</i>	39
8.3.	<i>Postavljanje uređaja unutar kreiranog projekta</i>	42
9.	GRUPNE ADRESE	45
10.	GRUPE OBJEKATA S PRIPADAJUĆIM POVEZNICAMA	48
11.	ISPITIVANJE RADA USB SUČELJA	50
12.	PROGRAMIRANJE KNX UREĐAJA	52
13.	PREZENTACIJSKI PANEL SA KNX UREĐAJIMA	57
14.	ZAKLJUČAK	59
15.	LITERATURA	60
16.	OZNAKE I KRATICE	62
17.	SAŽETAK	63
18.	ABSTRACT	64
19.	PRILOZI	65

1. Uvod

U današnje vrijeme ljudi se sve češće susreću sa zahtjevima vezanim uz automatizaciju poslovnih objekata, stambenih zgrada, obiteljskih kuća i hotela, što znači da će u budućnosti biti sve veća potražnja za uređajima i sustavima čija je namjena automatizacija objekata. Automatizacijom kuća stvaraju se pametne kuće, a to su kuće koje integriraju upotrebu visoko razvijenih sustava za automatizaciju. Osim toga, pametne kuće su i one koje omogućavaju visoku uštedu energije. Svrha pametne kuće je pružiti ukućanima udobnost, energetska učinkovitost i praktičnost u svakom trenutku. Praktičnost ovakve kuće temelji se na mogućnosti kontrole korištenjem pametnih telefona, naprava i računala. Stanovnici pametne kuće preuzimaju potpunu kontrolu nad rasvjetom kuće, temperaturom, ventilacijom, sigurnošću, uređajima za zabavu, aparatima i drugim važnim kućnim sustavima.

U poglavlju 2. opisan je KNX standard. Poglavlje 3. opisuje arhitekturu KNX sustava. U poglavlju 4. opisan je princip podatkovnog telegrama, u poglavlju 5. opisani su KNX uređaji korišteni na prezentacijskom panelu, a u poglavlju 6. i 7. opisane su sve ostale komponente potrebne za rad prezentacijskog panela. Poglavlje 8. opisuje rad u programskom okruženju ETS5. Poglavlje 9. opisuje princip grupnih adresa. Poglavlje 10. opisuje grupe objekata s pripadajućim poveznicama. U poglavlju 11. opisan je način provjere rada USB sučelja, a u poglavlju 12. opisan je način programiranja KNX uređaja. U poglavlju 13. prikazan je prezentacijski panel s KNX uređajima, izvršnim elementima i svim ostalim komponentama koji se nalaze na panelu. Konačno, u poglavlju 14. dan je zaključak ovog završnog rada.

2. KNX STANDARD

KNX organizacija tvorac je i vlasnik KNX tehnologije, svjetskog standarda za aplikacije u upravljanju kućama i zgradama. Raspon upotrebe je vrlo širok - od upravljanja rasvjetom i roletama prozora do različitih sigurnosnih sustava, grijanja, ventilacije, klimatizacije, nadzora, alarma, upravljanja vodom, upravljanja energijom, mjerenja, upravljanja kućanskim aparatima, zvukom, videom i drugim. Ova tehnologija može se koristiti kako u novim tako i u postojećim kućama i zgradama. Na slici 2.1. prikazan je logo KNX organizacije.



Slika 2.1. Logo KNX organizacije [1]

Za članove KNX organizacije sustav je bez naknade, štoviše, može se implementirati na bilo kojoj procesorskoj platformi. Svi proizvodi s logotipom KNX certificirani su kako bi se zajamčila kompatibilnost sustava, međusobno djelovanje i interoperabilnost. KNX je jedini globalni standard za kontrolu kuća i zgrada s:

- jedinstvenim alatom za projektiranje i puštanje u rad (ETS),
- potpunim skupom podržanih komunikacijskih medija (TP, PL, RF i IP),
- potpunim skupom podržanih konfiguracijskih metoda sustava.

KNX je 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).

Ovaj se standard temelji na više od dvadeset i osam godina iskustva na tržištu, uključujući njegove prethodnike, EIB, EHS i *BatiBUS*. Više od 370 tvrtki iz cijeloga svijeta, različitih

domena proizvodnje, imaju preko 7 000 certificiranih KNX proizvoda u svojoj ponudi. KNX organizacija ima sporazume o partnerstvu s više od 44 000 tvrtki koje se bave instalacijom u više od 125 zemalja i više od 100 tehničkih sveučilišta, kao i preko 300 centara za obuku širom svijeta.

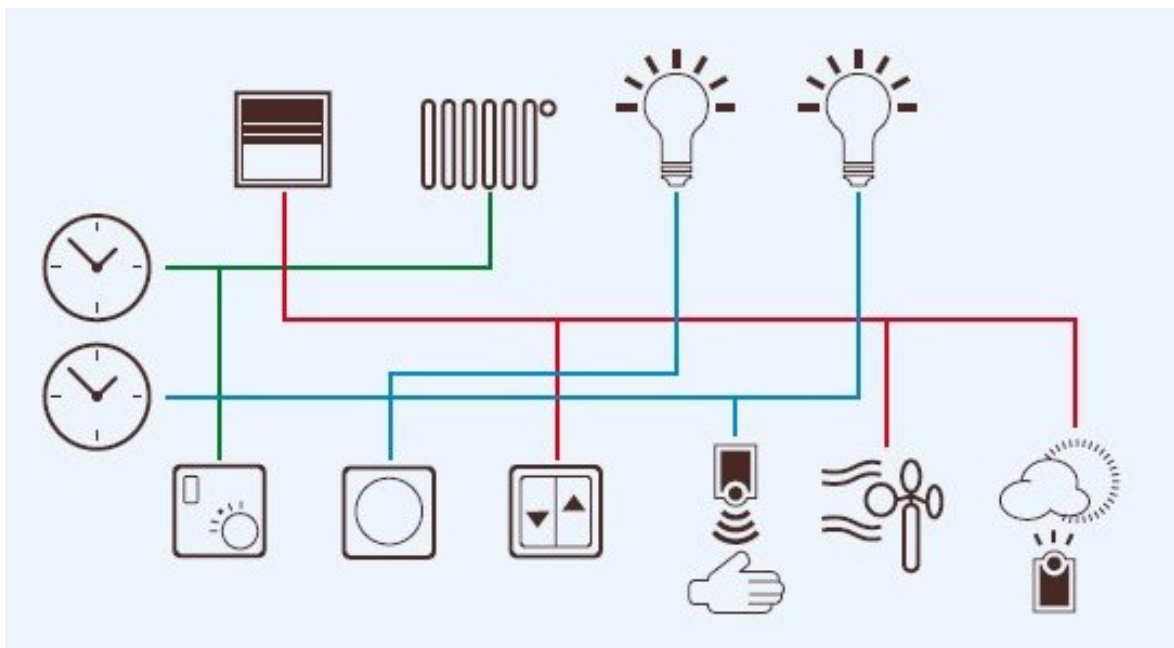
2.1. KNX sustav upravljanja

Neovisno radi li se o obiteljskoj kući ili poslovnom kompleksu, raste potražnja za udobnošću i svestranošću u upravljanju klima-uređajima, rasvjetom i kontrolom pristupa. Istovremeno, učinkovitost uporabe energije je sve važnija. Više udobnosti i sigurnosti povezanih sa smanjenom potrošnjom energije može se postići samo ukoliko se provode inteligentno upravljanje i nadzor svih uključenih proizvoda. To, međutim, podrazumijeva više ožičenja koje se provodi od senzora i aktuatora do centra za upravljanje i nadgledanje. Povećanje ožičenja zauzvrat zahtijeva veći napor u dizajnu i instalaciji. Na slici 2.2. vidimo mogućnosti primjene KNX sustava na upravljanje rasvjetom, grijanjem, hlađenjem, ventilacijom, roletama prozora, kontrolom pristupa, vremenskom kontrolom itd.

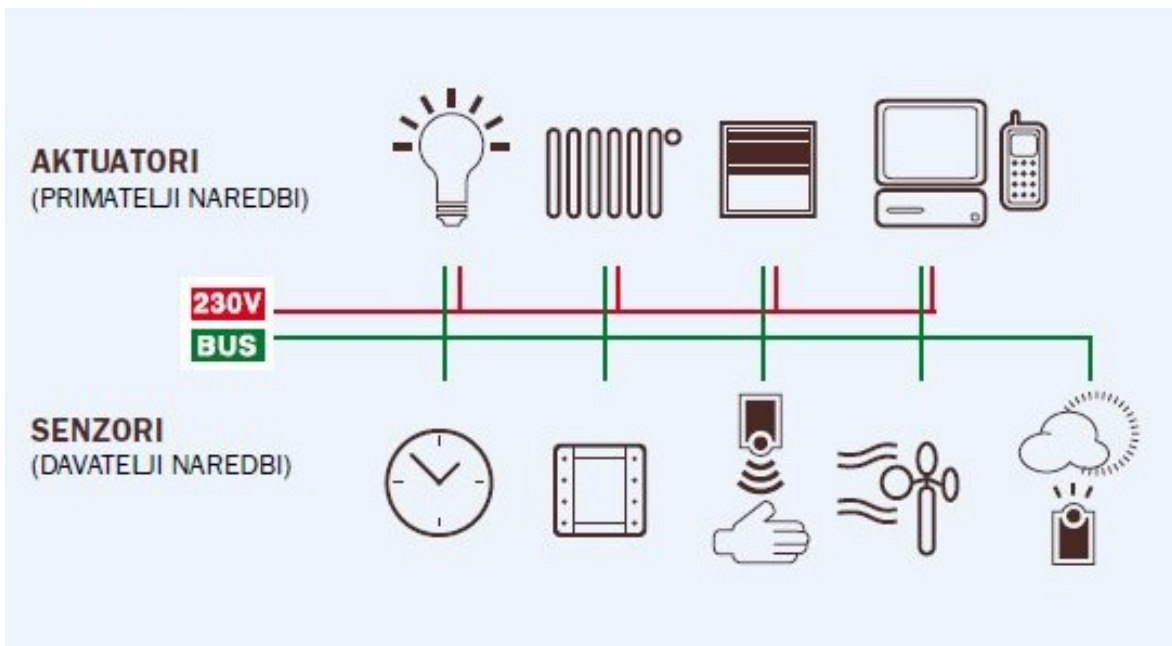


Slika 2.2. Mogućnosti upravljanja pomoću KNX standarda [2]

S ciljem kontrole prijenosa podataka svim komponentama unutar objekta kojim se upravlja, sustav je dužan nositi se s problemima izoliranih uređaja osiguravajući da sve komponente komuniciraju putem jednog zajedničkog jezika, što znači da je sustav KNX sabirnice neophodan. Ovaj standard utemeljen je na višegodišnjem iskustvu (više od dvadeset i osam godina iskustva na tržištu), a prethodnici KNX sustava su EIB, EHS i *BatiBUS*. Pomoću KNX sabirnice na koju su svi KNX uređaji spojeni nekom od trenutno razvijenih tehnologija koje se koriste, a to su povezivanja pomoću upletene parice, radiofrekvencije (bežično), putem energetskog kabela postojeće električne instalacije ili putem Ethernet, oni razmjenjuju informacije. KNX sabirnički uređaji mogu biti senzori ili aktuatori potrebni za kontrolu opreme u objektima kao što su: rasvjeta, sjenila prozora, sigurnosni sustavi, upravljanje energijom, grijanje, hlađenje, ventilacijski sustavi, signalizacija, nadgledanje sustava, mjerenja, audio/videonadzor, bijela tehnika, i drugo [26]. Svi KNX uređaji mogu biti daljinski nadgledani i kontrolirani bez potrebe za dodatnim kontrolnim centrima. Slika 2.3. prikazuje tradicionalno rješenje problema upravljanja sustavom, a slika 2.4. prikazuje suvremeno (inteligentno) rješenje upravljanja sustavom. Kao što se može vidjeti, kod tradicionalnog pristupa upravljanja sustavom uređaji su međusobno spojeni bez zajedničke sabirnice, a kod suvremenog pristupa koristi se KNX sabirnica.



Slika 2.3. Tradicionalno rješenje upravljanja sustavom [2]

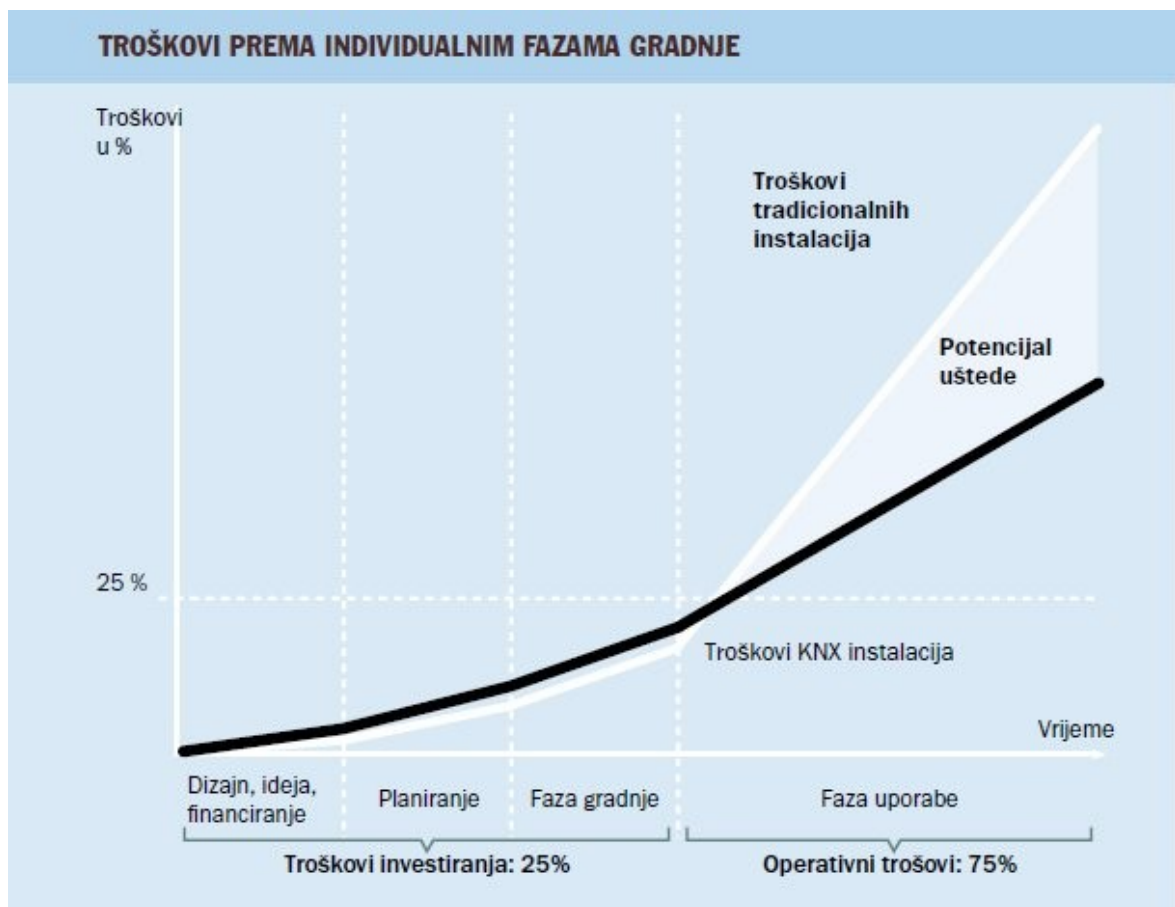


Slika 2.4. Inteligentno upravljanje sustavom [2]

Tvrtke koje stoje iza KNX standarda, odnosno KNX organizacije, su grupa vodećih tvrtki aktivnih na mnogim poljima upravljanja stambenim i poslovnim objektima. Trenutno, KNX organizacija ima više od dvije stotine članova (uključenih tvrtki) koje su više od 80 % uređaja za nadzor i upravljanje objektima prodali u Europi [26]. Kao uobičajen cilj, ova poduzeća promoviraju razvoj sustava instalacije u cjelini zajedno s KNX-om koji je u svijetu jedini otvoreni standard za upravljanje stambenim i poslovnim objektima.

Inteligentna tehnologija u građevinarstvu ne nudi samo fleksibilnost, praktičnost i sigurnost, već se ona itekako i isplati. Dugoročno se mogu umanjiti uobičajeni troškovi za do 30 % u usporedbi s tradicionalnim rješenjima. Iako su troškovi KNX rješenja veći od troškova tradicionalnih rješenja u fazi planiranja, kod električnih instalacija faza planiranja je izuzetno bitna. Kod same upotrebe troškovi se jako smanjuju, odnosno tijekom korištenja sustava racionalizira se upotreba energenata te se na taj način početna investicija vraća, a objekt je energetski učinkovitiji. Kako vrijeme odmiče, mijenjat će se i postajati sve viši zahtjevi za mogućnošću upravljanja trošilima električne instalacije. Ako se unaprijed predvidi nadogradnja električne instalacije objekta, elektroinstalater će moći naknadno instalirati KNX uređaje s nižim troškovima instalacije, odnosno bez potrebe za rušenjem i otvaranjem zidova. Slika 2.5. prikazuje razliku u troškovima KNX instalacije u odnosu na troškove tradicionalne instalacije: KNX sustav je skuplji u fazi planiranja i

gradnje od tradicionalnog rješenja, a u fazi uporabe KNX sustava uložena sredstva se vraćaju zbog uštede energenata postignute upotrebom sustava.



Slika 2.5. Troškovi KNX instalacija [2]

3. KNX ARHITEKTURA

KNX uređaji obično su povezani sabirnicom KNX upletene parice i njihovi se parametri mogu mijenjati pomoću sučelja. Sabirnica se provodi paralelno s električnim napajanjem za sve uređaje i sustave na mreži koji se povezuju. Uređaji i sustavi na mreži su:

- senzori (tipkala, termometri, senzori pokreta, senzori protoka) - prikupljaju podatke i šalju ih na sabirničku liniju u obliku podatkovnih telegrama,
- aktuatori (regulatori osvjetljenja, ventili, ventilatori) - primaju telegrame koje pretvaraju u akciju zadanu podatkovnim telegramom,
- kontroleri (kontroler sobne temperature, kontroler zamračenja prostorije itd.),
- sistemski uređaji i komponente (eng. *line couplers, backbone couplers*).

Razvrstavanje uređaja na senzore i aktuatore je zastarjelo i pojednostavljeno. Mnogi aktuatori uključuju funkciju kontrolera, ali isto tako i funkciju senzora, poput: mjerenja radnog vremena, prikaz broja ciklusa prekidača, mjerenja struje, potrošnje električne energije i slično. KNX/EIB sustav omogućuje pojedinačnu kontrolu nad temperaturom pojedine sobe, pa čak i stvaranje osobnog profila za određeno doba dana. Temperatura sobe se trenutno prilagođava zahtjevima prostorije, odnosno zahtjevima osobe koja trenutno u njoj boravi, neovisno je li u pitanju grijanje ili hlađenje. Na ovaj način može se godišnje uštedjeti i do 30 % energije. Program za puštanje u rad i topologija sustava učitavaju se na uređaje putem komponente sistemskog sučelja. Instaliranim sustavima može se pristupiti mrežno pomoću instaliranih programa na računalu, aplikacije na tabletu ili pametnom telefonu. Povezivanjem KNX/EIB instalacije s internetskim serverom, korisnik može utjecati na uređaje ili njihove parametre putem mobilnog telefona (primjerice, grijanje). Alarmna signalizacija može trenutno biti usmjerena na određeni telefonski broj ili na više njih. KNX/EIB instalaciji može se pristupiti i putem interneta pa tako i serviser može s udaljenog mjesta prilagoditi sustav novim potrebama. Time se vrijeme potrebno za održavanje znatno smanjuje.

Ključne prednosti KNX arhitekture su:

- jednostavna prilagodba cjelokupne instalacije promjenjivim zahtjevima korisnika bez potrebe za dodatnim građevinskim radovima,
- povećana sigurnost sustava,
- ekonomičnost i racionalno korištenje energije pri radu sustava ili njegovih dijelova,

- veći stupanj udobnosti i jednostavnost,
- jednostavna realizacija budućih proširenja,
- širok izbor brojnih uređaja raznih proizvođača,
- raširena mreža tehničke podrške,
- mnoštvo osposobljenih projektanata,
- povezivanje KNX/EIB instalacije s telefonskom linijom,
- ušteda energenata.

Nedostatci KNX arhitekture su:

- početna cijena ugradnje,
- opširno i precizno planiranje sustava,
- neupitna potreba za stručnom osobom ili osobama (s iskustvom te teorijskim i praktičnim znanjima koja su neophodna kako bi sustav najbolje funkcionirao) koja/koje bi osigurale rad sustava.

3.1. Proizvođači KNX uređaja

Trenutno se KNX organizaciji priključilo 485 proizvođača. Svih 485 proizvođača moguće je pronaći na stranici KNX organizacije www.knx.org. Slika 3.1. prikazuje najveće proizvođače KNX uređaja.



Slika 3.1. Proizvođači KNX uređaja [4]

3.2. KNX konfiguracija

Instalacija se mora konfigurirati na razini mrežne topologije i na pojedinim čvorovima ili uređajima. Konfiguracija se može postići kombinacijom lokalne aktivnosti na uređajima (poput pritiska na gumb) i aktivne komunikacije mrežnog upravljanja preko sabirnice.

Postupak KNX konfiguracije uključuje sljedeće korake:

- odabrati određene sheme za konfiguraciju i povezivanje,
- obilježiti sustav prema određenom izboru adresnih shema,

- izabrati postupak upravljanja i u konačnici realizirati projekt odabirom odgovarajućih uređaja koji svojim resursima zadovoljavaju sve potrebe sustava kojim je potrebno upravljati.

Neki načini konfiguracije zahtijevaju aktivnije upravljanje sabirnicom, dok su drugi načini uglavnom usmjereni na lokalnu konfiguraciju.

Postoje tri kategorije konfiguracije KNX uređaja:

- **automatski način** - (eng. *Automatic mode devices*) - konfiguracija se vrši automatski po uključivanju uređaja. Namijenjen je krajnjim korisnicima, manjim kućnim instalacijama i proizvođačima bijele tehnike.
- **jednostavan način** - (eng. *Easy installation devices*) - jednostavna instalacijska tehnika bez računala, već samo pomoću centralnog upravljačkog sklopa (eng. *Central controller*), tipkala, znakovnih pločica itd. Namijenjen je iskusnim izvođačima s osnovnim poznavanjem sabirničkih sustava. Uređaji proizvedeni za ovakvu primjenu ograničeni su mogućnostima i nisu za veće projekte.
- **sistemski način** - (eng. *System installation devices*) - podrazumijeva planiranje, instalaciju i konfiguraciju putem osobnog računala koristeći ETS program. Svi odgovarajući parametri uređaja raznih proizvođača sadržani su u ETS bazi podataka. Ovakav tip konfiguracije namijenjen je KNX/EIB certificiranim projektantima i poduzetnicima koji se bave svim vrstama instalacija, pa i onim najvećim.

KNX obuhvaća alate za projektne zadatke kao što su povezivanje niza pojedinačnih uređaja u funkcionalnu cjelinu i integriranje različitih uređaja i konfiguracijskih načina što je integrirano u programski alat ETS - (eng. *Engineering tool software*).

3.3. Povijest EIB programa i Konnex organizacije

Organizacija *Konnex* osnovana je 1999. godine sa sjedištem u Bruxellesu (Belgija), a nastala je udruživanjem tadašnje tri europske organizacije koje su se bavile razvojem inteligentnih sustava električnih instalacija kuća i zgrada, a one su:

- BCI (Francuska), koja je promovirala *BatiBUS* sustav,
- EIB udruga (Belgija), koja je promovirala EIB sustav,

- *European Home System* udruga (Nizozemska), koja je promovirala EHS sustav.

Konnex je svjetski standard za automatizaciju stambenih i poslovnih zgrada. Zadaća sustava automatizacije objekata je stvaranje inteligentnih građevina, čime se ostvaruju energetska učinkovitost, odnosno značajne energetske uštede. Energetski učinkovite zgrade više nisu rijetkost te se njihov razvoj sve više potiče. Također, očekuje se da će izgradnja pametnih i energetski učinkovitih "zelenih" građevina osigurati više radnih mjesta.

Današnja jedinstvena organizacija *Konnex* ostvaruje sljedeće ciljeve:

- definiranje i testiranje standarda kvalitete od strane radnih i stručnih skupina (KNX propisi),
- tehnički servis za proizvođače koji razvijaju KNX kompatibilne uređaje,
- izdavanje KNX zaštitnog znaka na temelju specifikacija utvrđenih KNX certifikacijom,
- aktivnosti na nacionalnoj i međunarodnoj standardizaciji,
- trening-podrške kroz certifikacijske centre obuke,
- promocijske aktivnosti (mrežne stranice, sajmovi, brošure itd.),
- podrške osnivanju nacionalnih skupina,
- znanstvena i tehnička suradnja s institucijama,
- naknadna podrška postojećim sustavima.

Prema potrebi, *Konnex* organizacija i dalje nudi podršku za prijašnje EIB, *BatiBUS* i EHS sustave, uključujući u to i nove certifikate prilagođene starijim standardima. Budući da je EIB kompatibilan s KNX-om, većina uređaja može biti obilježena KNX i/ili EIB oznakom. U osnutku, *Konnex* organizaciju je činilo samo devet članova. Krajem 2003. godine taj se broj popeo na više od stotinu. Danas, tvrtke pokrivaju više od 80 % europskog tržišta električnih instalacija i bijele tehnike. Poslovni su im suradnici tvrtke Siemens AG, ABB Sace S.p.A., ABB Schweiz Normelec (LevyFils AG), ABB Stotz-Kontakt GmbH, Merten GmbH & Co. KG, Moeller Gebäude automation GmbH, Schneider Electric (Lexel AS), Schüco International KG, Viessmann - Werke GmbH & Co, WERK II

i mnoge druge, a čitav popis članica *Konnex* organizacije može se pronaći na web stranici www.knx.org. Razvoj prethodnih sustava nije prestao pa je, primjerice, iz *BatiBUS* udruženja nastao *Konnex France Association*, EIB (eng. *European Installation Bus*).

Krajem 2003. godine KNX standard odobrio je CENELEC (eng. *European Committee of Electrotechnical Standardisation*), Europski odbor za elektrotehničku normizaciju, kao Europski standard za električne instalacije primijenjene u graditeljstvu pod normom EN 50090.

3.4. KNX instalacija

KNX tehnologija je jedini standard u svijetu koji u svom rasponu upravljanja stambenim i poslovnim objektima može upravljati sigurnosnim sustavima, rasvjetom, grijanjem, klimatizacijom, ventilacijom, dojavom, nadgledanjem, kontrolom vode, energije i drugim. Za svoj rad KNX jedini ima alat za konfiguriranje i puštanje u rad, a to je programski alat ETS, kompletnu podršku komunikacijskih medija koja se sastoji od upletene sabirničke parice, korištenja već postojećeg energetskog kabela, bežičnoga povezivanja radijskom frekvencijom, pristupanje, nadzor i upravljanje putem interneta.

3.4.1. Upletena parica (dvožilni kabel za KNX sabirnicu)

Instalacija izvedena upletenom paricom je ona za koju se koristi poseban komunikacijski KNX/EIB kabel, prikazan na slici 3.2., kao sredstvo za prijenos telegrama između uređaja.

Zahtjevi komunikacije putem KNX sabirničkog kabela su:

- mali sigurnosni naponi (SELV – eng. *Safety extra low voltage*): $U_n \leq 25$ V,
- nužan sigurnosni izvor napajanja, kako se u slučaju kvara ne bi pojavili viši naponi od U_n (sigurnosni transformatori s odvojenim namotima, akumulatori i sl.),
- vodiči i kućišta ne smiju biti uzemljeni,
- KNX sabirnički kablovi moraju biti položeni odvojeno od ostalih kabela viših napona,
- udaljenost od kabela pod naponom iznosa 230/400 V mora biti minimalno 5,5 mm, a od susjednog kabela pod naponom iznosa 24 V minimalno 1,5 mm,
- testni napon za KNX sabirnički kabel treba iznositi 6 kV.



Slika 3.2. Dvožilni KNX sabirnički kabel [5]

Unutar jednog KNX sustava moguće je imati do 15 zona. Unutar svake zone moguće je imati do 15 linija, a unutar svake linije do maksimalno 64 KNX uređaja. Maksimalan broj uređaja ovisi i o potrebama za napajanjem pojedinih uređaja. Na slici 3.3. shematski je prikazano kako izgleda instalacija s više paralelnih zona. Kako bi se uređaji unutar jedne linije spojili i mogli komunicirati s ostatkom mreže, potreban je uređaj koji se naziva LC (eng. *Line Coupler*). Za spoj svih linija na ostale zone, kako bi svi uređaji iz svih linija mogli komunicirati s uređajima iz drugih zona, potreban je uređaj koji se naziva BC (eng. *Backbone Coupler*).

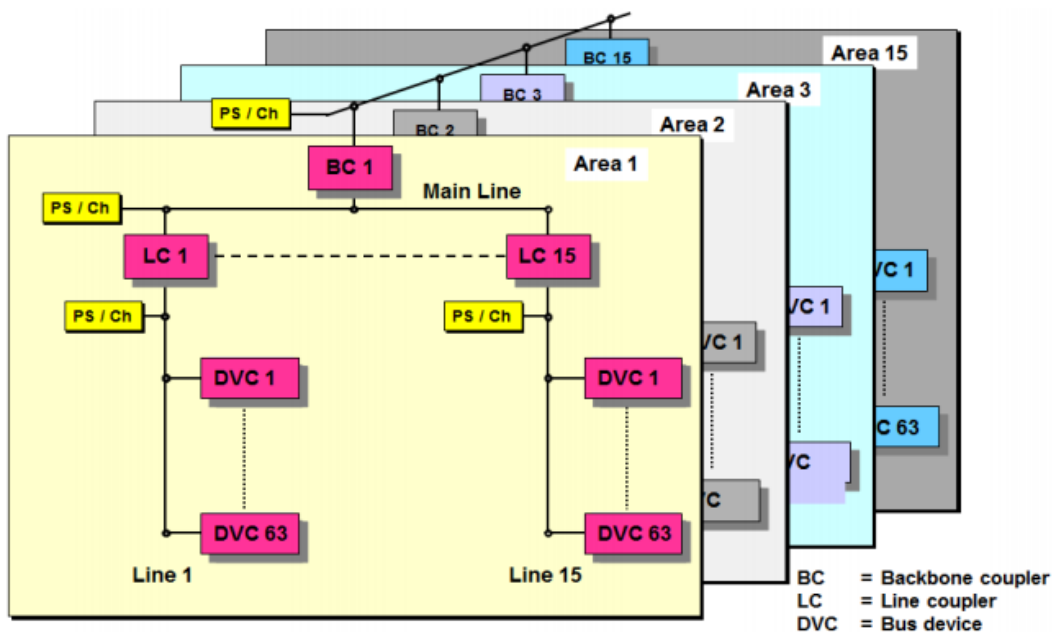


Figure 4: Topology - Several areas

Slika 3.3. Shematski prikaz zona i linija KNX sustava [5]

3.4.2. *Komunikacija putem energetskog kabela*

Komunikacija putem energetskog kabela omogućuje korištenje postojeće električne instalacije napona 230 V za nadogradnju instalacije KNX uređajima bez potrebe za ponovnim provlačenjem kabela za instalaciju.

3.4.3. *Komunikacija radijskom frekvencijom (bežično)*

Svi KNX uređaji imaju jednu centralnu jedinicu koja, ovisno o dobivenom signalu, kodira taj signal i šalje do izvršnog uređaja koji obavlja zadanu funkciju. Na slici 3.4. prikazan je KNX sustav - bežični sustav komunikacije. Vidljiva je umreženost KNX uređaja s centralnom jedinicom.

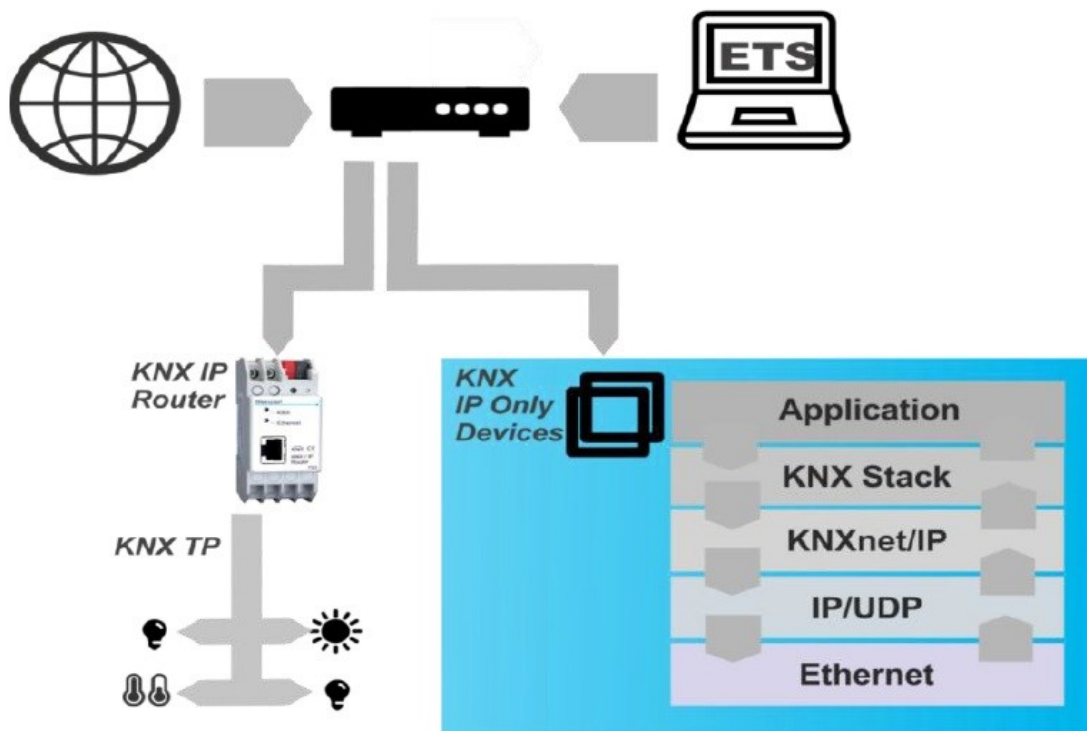


Slika 3.4. KNX sustav bežične komunikacije [5]

3.4.4. *Internet protokol*

Korištenjem internetskog protokola moguće je upravljanje cjelokupnom instalacijom u kućanstvu putem interneta. Npr., korisnici takvih sustava, tijekom radnoga vremena i boravka na poslu, mogu pomoću mobilne aplikacije uključiti grijanje ili hlađenje kuće, odnosno pojedine prostorije, mogu uključiti grijanje tople vode za tuširanje kako bi bila spremna kada dođu kući. Prednost internetskog upravljanja instalacijom je ta da korisnici ne moraju fizički biti na mjestu objekta i pritisnuti tipkalo kako bi se nešto obavilo, već to mogu učiniti s bilo kojeg mjesta ukoliko imaju pristup internetu i na taj način upravljati radom uređaja u kući. Na slici 3.5. prikazan je način rada KNX instalacije putem internetskog protokola: za spoj KNX sustava na LAN mrežu potreban je KNX

uređaj koji se naziva KNX IP usmjernik (eng. *router*) kako bi se KNX uređajima i cjelokupnim KNX sustavom moglo upravljati putem interneta.



Slika 3.5. KNX IP upravljanje sustavom [5]

Kako bi uređaji KNX sustava znali koji podatkovni telegram se odnosi na koji uređaj, potrebno je adresirati uređaje. Adresirani uređaj reagirat će na signal koji se odnosi na njega i izvršiti radnju definiranu telegramom. Na slici 3.6. prikazan je način adresiranja uređaja KNX instalacije. U KNX/EIB instalacijama, uređaji koji pripadaju istoj funkcijskoj grupi povezani su grupnim adresama koje su podijeljene u tri razine. Pomoću grupnih adresa definirano je kojim se sve uređajima KNX sustava šalje određena naredba kada se pritisne tipkalo, aktivira senzor i slično. Grupa ima tri razine, a čine je glavna grupa (npr. (0/0/0)), srednja grupa (npr. (0/7/0)) i podgrupa (npr. (0/7/5)). Prva znamenka grupne adrese odnosi se na sobu određenog sustava, druga znamenka na sustav kojim se upravlja (npr. sustav rasvjete), a treća znamenka grupne adrese odnosi se na objekte kojima se upravlja (npr. LED panel, reflektor, LED traka). Razine grupnih adresa odvojene su kosom crtom (/), a fizičke adrese su odvojene točkom (.).

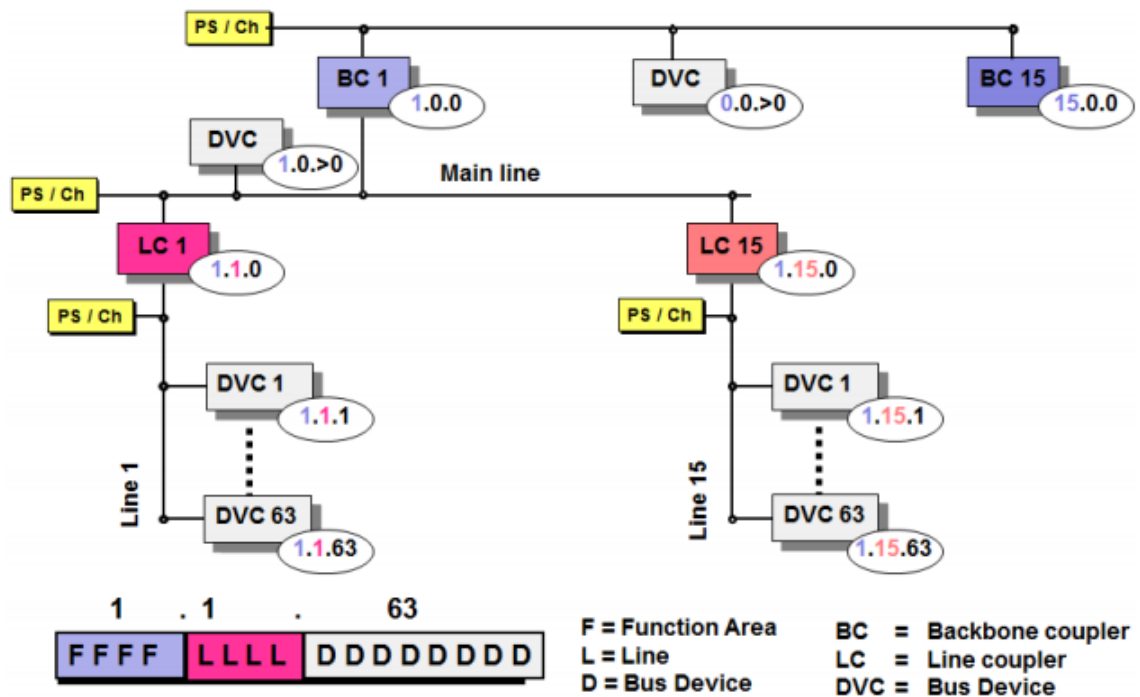


Figure 5: Individual address

Slika 3.6. Adresiranje KNX uređaja [5]

Kao što je prikazano na slici 3.6., svaki uređaj adresiranjem dobiva svoju adresu koja se koristi unutar podatkovnog telegrama kako bi uređaji na sabirnici znali na koji se uređaj odnosi podatak koji se nalazi u podatkovnom telegramu. Senzori i aktuatori uvijek moraju znati koji od njihovih komunikacijskih objekata treba komunicirati s kojim kako bi ispunili određenu funkciju. Ta informacija se dobiva dodjeljivanjem grupnih adresa komunikacijskim objektima. Zato su komunikacijski objekti logički povezani s odgovarajućim grupnim adresama.

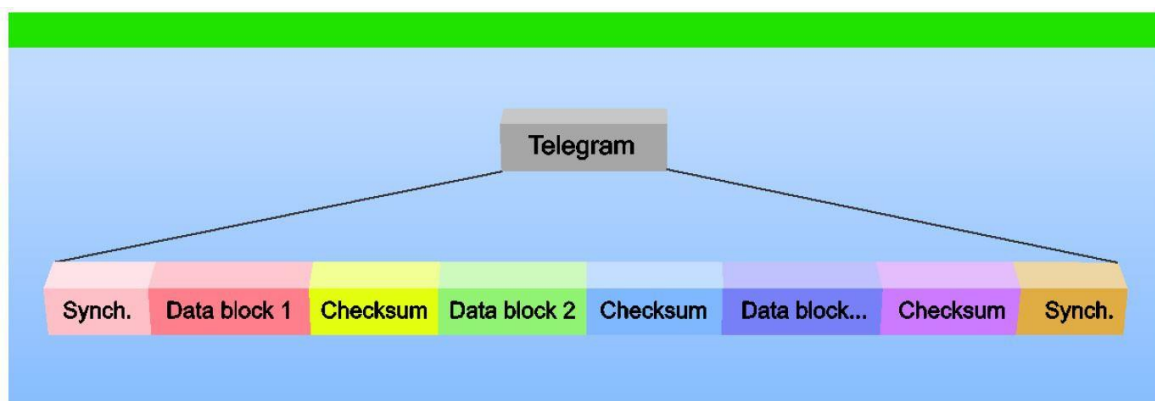
Svrha fizičkih adresa je podjela instalacije na određene skupine, odnosno definiranje svakog uređaja u instalaciji pojedinačno. Pojedini uređaj u instalaciji mogu imati samo jednu fizičku adresu. Komunikacijski objekti mogu imati nekoliko logičkih veza. To se postiže dodjeljivanjem nekoliko grupnih adresa komunikacijskom objektu. Ako komunikacijski objekt ima funkciju senzora, tada se, ona grupna адреса koja je prva dodijeljena, koristi kao ciljana adresa u telegramu¹.

¹**Napomena:** Neki senzori dozvoljavaju samo jednu adresu po komunikacijskom objektu. Broj grupnih adresa koje se mogu dodijeliti komunikacijskom objektu ovisi o samom uređaju.

Korištenjem grupnih adresa moguće je jednim signalom uključiti više logički spojenih uređaja. Na primjer, na kraju radnog vremena čistačica zgrade s poslovnim uredima ne treba obilaziti sve urede kako bi vidjela jesu li svjetla isključena, već je instalacija tako programirana da su dodijeljene iste grupne adrese svim aktuatorima koji će pritiskom tipkala isključiti sva uključena svjetla u prostorijama.

4. PODATKOVNI TELEGRAM

Svakom promjenom stanja (npr. pritisak tipkala), sabirnički uređaj šalje signal električnoj instalaciji. Slanje podatkovnog telegrama kreće kada instalacija nije zauzeta drugom radnjom. Nakon slanja podatkovnog telegrama, sabirnički uređaj provjerava je li telegram ispravno izvršen. Na slici 4.1. prikazan je podatkovni telegram.

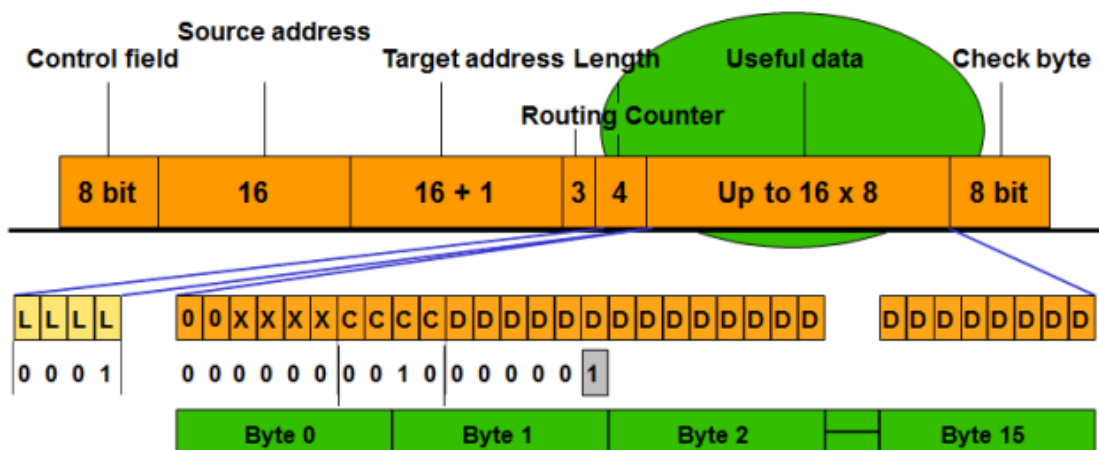


Slika 4.1. Prikaz podatkovnog telegrama [5]

Paketi informacija koje uređaji razmjenjuju sastoje se od informacija specifičnih za komunikaciju na sabirnici i od informacija uređaja (npr. stanja jednog tipkala). Podatkovni telegram sastoji se od niza polja. Polja se formiraju u paket, a tako grupirani paket naziva se podatkovni telegram. Na slici 4.2. prikazana su područja podatkovnih telegrama s bitovima.

Postoje sljedeća polja unutar podatkovnog telegrama:

- kontrolno polje (8 bita) i polje provjere (8 bita) – polja su neophodna zbog osiguravanja nesmetanog toka podatkovnog telegrama. Uređaj koji prima podatkovni telegram analizira ova polja prilikom prijema,
- adresna polja s izvorišnom adresom (16 bita) i ciljnom adresom (17 bita) - prvo adresno polje sadrži adresu izvora podatkovnog telegrama, drugo polje sadrži adresu uređaja koji prima podatkovni telegram,
- polje s korisnim podacima (do 16 x 8 bita) - ovo polje sadrži stanja senzora ili komande za izvršenje.



Slika 4.2. Područja podatkovnih telegrama s bitovima [5]

Postoji više vrsta podatkovnih telegrama: podatkovni telegram unutar jedne linije, između više linija te između više područja instalacije. Prilikom pritiska na jedno tipkalo, događa se sljedeće:

- mikroprocesor detektira zatvaranje kontakta tipkala,
- mikroprocesor generira jedan podatkovni telegram (sadržava sva polja) u svojoj memoriji koji onda šalje bit po bit na KNX sabirnicu.

Podatkovni telegram poslan na KNX sabirnicu vide svi uređaji, a samo onaj uređaj čija je adresa navedena u podatkovnom telegramu kao ciljana adresa čita sadržaj polja podataka i izvršava naredbu koja se nalazi na tom mjestu. CSMA/ CA (eng. *Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*) osigurava da ne dođe do kolizije na sabirnici ako dva ili više uređaja žele istodobno slati podatkovne telegrame. Kod paralelnog slanja dvaju ili više podatkovnih telegrama postoji lista prioriteta slanja. Ukoliko jedan sabirnički uređaj šalje podatkovni telegram na KNX sabirnicu te se pojavi zahtjev za slanje podatkovnog telegrama sabirničkog uređaja višeg prioriteta, tada uređaj nižeg prioriteta bude na čekanju dok se ne obavi prijenos podatkovnog telegrama višeg prioritetnog stupnja.

5. KNX UREĐAJI KORIŠTENI ZA DEMONSTRACIJU RADA KNX SUSTAVA

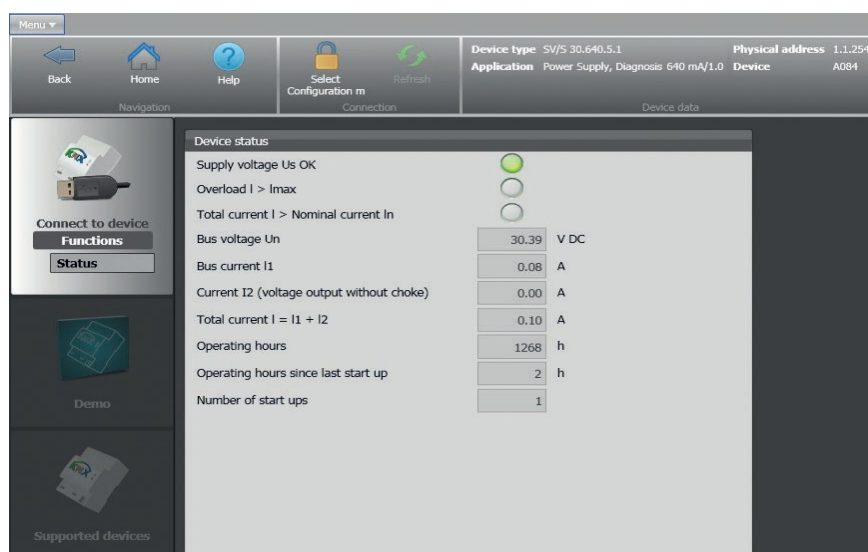
5.1. ABB napajanje s dijagnostikom SV/S30.640.5.1

Uređaj SV/S30.640.5.1 proizvođača ABB je kompaktno napajanje nazivne struje 640mA s integriranom prigušnicom. Na uređaju se nalaze LED pokazivači za prikaz struje KNX sabirnice, radnog stanja samog uređaja i stanja KNX sabirnice. Ovaj uređaj ima i dodatni naponski izlaz za opskrbu dodatne linije u kombinaciji s dodatnom prigušnicom. Slika uređaja nalazi se na slici 5.1.



Slika 5.1. KNX napajanje proizvođača ABB [6]

Analiza rada uređaja moguća je pomoću alata "**ABB i-bus tool**". Fotografija zaslona ovog programa za dijagnostiku nalazi se na slici 5.2.



Slika 5.2. Dijagnostika rada KNX napajanja proizvođača ABB [7]

Zadaće KNX napajanja su:

- osiguravati napajanje KNX sustava,
- napajati sabirnice KNX uređaja električnom energijom,
- omogućiti resetiranje KNX sabirnice,
- omogućiti dijagnostiku stanja uređaja, KNX sabirnice, komunikacije,
- nadgledati KNX instalaciju.

Konektori za spajanje KNX sabirničkog kabela i KNX uređaja prikazani su slikom 5.3.



Slika 5.3. KNX WAGO konektori [8]

5.2. *ABB USB/S1.1*

ABB USB/S1.1 je USB sučelje za komunikaciju između računala i EIB/KNX sustava. Ovaj uređaj koristi se za programiranje KNX uređaja spojenih na KNX sabirnicu. KNX uređaj USB/S1.1 prikazan je slikom 5.4.



Slika 5.4. USB sučelje, USB/S1.1 [9]

5.3. ABB IG/S1.1

ABB IG/S1.1 je sučelje između KNX/EIB instalacije i IP mreže. IG/S uređaj omogućuje programiranje KNX/EIB uređaja putem LAN-a. Fotografija uređaja prikazana je slikom 5.5.



Slika 5.5. KNX uređaj IG/S1.1 proizvođača ABB [10]

Karakteristike uređaja IG/S1.1 su:

- eliminacija u redovima izvršavanja podatkovnih telegrama,
- jednostavna instalacija i puštanje u rad,
- IP adresa može se ručno postaviti, može se dodijeliti putem DHCP servera ili se postavlja automatski putem AutoIP-a,
- filtriranje prometa podatkovnih telegrama,
- međuspremnik podatkovnih telegrama unutar KNX/EIB mreže,
- programiranje KNX/EIB uređaja putem LAN-a pomoću ETS programa (ETS programa od ETS2 V1.3),
- napajanje 230 V AC ili 12 V DC (sigurnosna kopija),
- jednostavna instalacija na DIN šinu širine 35mm unutar razvodnih ormara.

Namjena uređaja IG/S1.1 u ovom završnom radu trebala je biti programiranje KNX uređaja, no budući da primarna funkcija ovog uređaja nije programiranje KNX uređaja na KNX sabirnici, kako bi se ta funkcija mogla koristiti potrebno je postaviti ETS server na sami uređaj, a program ETS5 u osnovnom paketu ne sadrži mogućnost postavljanja i kreiranja ETS servera na ovom uređaju. *EIBlib/IP* je programski alat koji se kao dodatak

može kupiti od KNX organizacije. Budući da je za tako nešto potrebno izdvojiti značajnija novčana sredstva, odustalo se od korištenja ovog uređaja u svrhu programiranja KNX uređaja spojenih na KNX sabirnicu. U svrhu programiranja KNX uređaja postavljen je dodatni uređaj oznake USB/S1.1 proizvođača ABB.

5.4. ABB BE/S4.230.2.1

KNX uređaj ABB BE/S4.230.2.1 uređaj je koji detektira digitalne ulaze, a može detektirati četiri ulaza podijeljena u dvije grupe. Uređaj BE/S4.230.2.1 prikazan je slikom 5.6.



Slika 5.6. ABB BE/S4.230.2.1, KNX digitalni ulazi[11]

Može detektirati ulaze istosmjernog i izmjeničnog napona, naponske razine od 10 do 230 V, a maksimalna ulazna struja iznosi 1 mA. Razina naponskog signala za logičku nulu iznosi od 0 do 2 V AC/DC, a za logičku jedinicu od 7 do 265 V AC/DC. Maksimalna duljina signalnog kabela ne smije preći duljinu od 100 m za kabel presjeka vodiča 1,5 mm². Ulaze je moguće simulirati i ručno pritiskom na tipku pojedinog ulaza koje se nalaze na uređaju.

5.4.1. ABB US/U4.2

ABB US/U4.2 je KNX uređaj, odnosno univerzalno sučelje sa četiri kanala koji mogu biti parametrirani kao ulazi ili kao izlazi, a može se primijeniti za automatizaciju

klasičnih prekidača i tipkala, koja pomoću ovog uređaja mogu biti uključena na KNX sabirnicu te komunicirati putem KNX sabirnice. Uređaj US/S4.2 prikazan je na slici 5.7.



Slika 5.7. ABB US/U4.2 univerzalno sučelje [12]

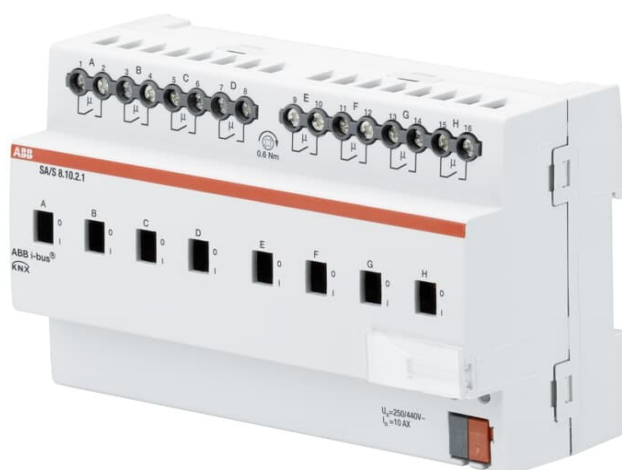
Maksimalna duljina kabela ulaznih ili izlaznih signala ne smije preći duljinu od 10 m. Uređaj se napaja preko KNX sabirnice. Za parametrirane ulaze napon koji se kontrolira smije iznositi maksimalno 20 V DC maksimalne dopuštene struje 0,5 mA, a za parametrirane izlaze napon napajanja mora biti u granicama od 3 do 5 V DC. Maksimalna izlazna struja iznosi 2 mA, a ograničena je pomoću serijskog otpornika iznosa 1,5 k Ω . Uređaj je osiguran od struje kratkog spoja, preopterećenja i obrnutog polariteta.

5.5. *ABB SA/S8.10.2.1 relejni aktuator*

ABB SA/S8.10.2.1, KNX relejni aktuator s osam neovisnih kontakata maksimalne nazivne struje uključanja i isključenja vrijednosti 10 A. Moguća je i ručna kontrola pojedinih relejnih kontakata, a prilikom automatskog rada vidljivo je koji od kontakata relejnih izlaza je sklopljen, a koji je isklopljen. Izgled ovog uređaja prikazan je slikom 5.8. Korišteni izlazi relejnog aktuatora SA/S8.10.2.1 prikazani su tablicom 5.1. Nazivni napon uređaja koji se mogu uključivati i isključivati ovim relejnim aktuatorom ne smije biti veći od 250/440 V AC (50/60 Hz) i maksimalne nazivne struje ne veće od 10 A.

Tablica 5.1. Korišteni izlazni kontakti relejnog akuatora SA/S8.10.2.1

Oznaka kontakta relejnog akuatora	Trošilo koje se napaja korištenjem određenog izlaznog kontakta relejnog akuatora
A	Ventilator (simulacija hlađenja)
B	Ventilator (simulacija grijanja)
C	Pričuva
D	Pričuva
E	LED panel
F	LED reflektor (bijeli)
G	LED reflektor (crni)
H	Pričuva



Slika 5.8. ABB SA/S8.10.2.1 KNX relejni akuator [13]

5.6. *ABB UD/S2.300.2 akuator regulacije rasyjete*

ABB UD/S2.300.2 je KNX akuator za regulaciju rasyjete, a koristi se za uključenje, isključenje i regulaciju prigušenja svjetlosti halogene žarulje (žarulja sa žarnim nitima) radnog napona 230 V. Može se koristiti i za regulaciju žarulja manjih radnih napona s prilagodnim transformatorom s namotima ili s elektronskim transformatorom. Ovaj uređaj automatski detektira vrstu korištenog transformatora. Maksimalna izlazna snaga je 2 x 300 VA ili 1 x 500 VA do temperature okoline od 45 °C. Minimalna snaga

trošila potrebna za rad ovog uređaja je 2 W. Izlazi ovog uređaja međusobno su u potpunosti neovisni, što znači da se trošila mogu napajati različitim fazama mreže električne energije. Uređaj UD/S2.300.2 prikazan je slikom 5.9.



Slika 5.9. ABB UD/S2.300.2 aktuator regulacije rasvjete [14]

5.7. *ABB JA/S2.230.1* aktuator roleta prozora

ABB JA/S2.230.1 je aktuator roleta prozora, a može se koristiti za upravljanje s dva motorna pogona neovisna jedan o drugome, uključujući funkcije: gore/dolje, korak/stop, premještanje u određeni položaj, automatsko upravljanje zaštitom od sunčevog zračenja i mogućnost automatskog upravljanja grijanjem/hlađenjem. KNX uređaj JA/S2.230.1 prikazan je slikom 5.10.

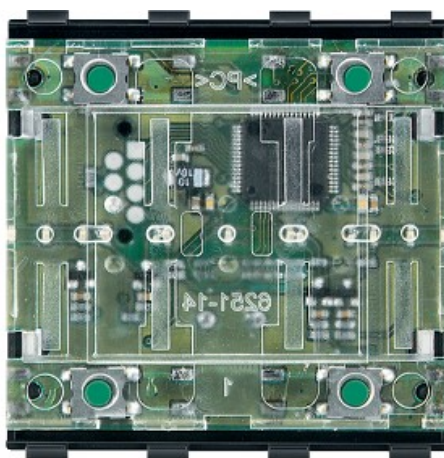


Slika 5.10. ABB JA/S2.230.1 aktuator roleta prozora [15]

Uređaj JA/S2.230.1 može upravljati motorima roleta nazivnog napona 230 V AC ili 400 V AC, maksimalne nazivne struje 6 A po kanalu (ovaj model ima dva kanala, što znači da može neovisno upravljati s dva elektromotorna pogona roleta prozora).

5.8. *Schneider Electric MTN625299 KNX tipkalo*

MTN625299 KNX tipkalo proizvođača Schneider Electric prikazano je slikom 5.11. Ovaj uređaj se sastoji od četiri programibilne tipke čijim pritiskom uređaj šalje postavljene parametre podatkovnim telegramom putem KNX sabirnice.



Slika 5.11. MTN625299 KNX modul tipkala [16]

Artikl MTN619719 proizvođača Schneider neophodan je dio potreban za sastavljanje KNX tipkala u jedinstvenu cjelinu. Ova oznaka odnosi se na gibljive dijelove za dvostruku tipku s otisnutom gornjom i donjom strelicom, polarno bijele boje i polirano. Okvir koji je potreban za sastavljanje ovog KNX tipkala proizvodi MERTEN, a oznaka artikla je 489119. Okvir je stakleni, poliran i biserno bijele boje. Tipkalo sastavljeno u jedinstvenu cjelinu prikazano je slikom 5.12.



Slika 5.12. KNX tipkalo sastavljeno iz nekoliko komponenti

6. KORIŠTENI IZVRŠNI ELEMENTI DEMONSTRACIJSKOG PANELA

6.1. *Prezentacijska roleta*

Prezentacijska roleta manjih je dimenzija nego roleta namijenjena za zamračenje prostorija. Nazivni napon napajanja elektromotora roleta je 230 V AC. Roleta je prikazana slikom 6.1. Boje žila potrebne za upravljanje dizanjem i spuštanjem rolete navedene su u tablici 6.1.

Tablica 6.1. Boje žila potrebne za upravljanje roletom

BOJA ŽILE	SPAJANJE	FUNKCIJA
Plava	Neutralni vodič	
Crna	Fazni vodič	Pogon prema gore
Smeđa	Fazni vodič	Pogon prema dolje
Žuto-zelena	Zaštitni vodič	

Bitno je napomenuti da se istovremeno fazni vodič ne smije spojiti na crnu i smeđu žilu, treba voditi brigu da se takva situacije ne dogodi.



Slika 6.1. Prezentacijska roleta

6.2. Ventilator COMMEL 420 - 122

Ventilatori koji su montirani na prezentacijski panel služe za simuliranje grijanja i hlađenja prostorije. Nazivna snaga ventilatora je 18 W, radni napon je 230 V AC, promjer otvora za ugradnju iznosi 150 mm, brzina rotacije je 2000 okr/min, stupnja zaštite IP X2, razina buke koju ovaj ventilator stvara iznosi 35 db, ventilator je prikazan slikom 6.2.



Slika 6.2. Ventilator proizvođača Commel

6.3. LED panel

LED panel služi za simulaciju rada (uključenja i isključenja) rasvjetnih tijela na objektu. Nazivnog napona 230 V AC, snage 11 W, boje svjetlosti 4000 K, svjetlosnog toka 1200 lm. LED panel prikazan je slikom 6.3.



Slika 6.3. LED panel

6.4. LED reflektor

LED reflektor služi za simulaciju rada (uključenja i isključenja) rasvjetnih tijela na objektu i simulaciju vanjske rasvjete. Nazivnog napona 230 V AC, snage 10 W, boje svjetlosti 6500 K, svjetlosnog toka 700 lm, stupnja mehaničke zaštite IP 65. LED reflektor prikazan je slikom 6.4.



Slika 6.4. LED reflektor

6.5. Halogena žarulja s navojem E27

Halogena žarulja korištena je za simuliranje regulacije osvjetljenosti prostora objekta. Nazivni napon halogene žarulje sa žarnom niti je 230 V AC, nazivne snage 77 W, proizvođača OSRAM. Keramičko grlo E27 s ravnim nosačem i halogena žarulja prikazani su slikom 6.5.



Slika 6.5. Halogena žarulja proizvođača OSRAM

7. OSTALE KOMPONENTE KORIŠTENE ZA IZRADU PREZENTACIJSKOG PANELA

7.1. *Jednopolni automatski prekidač*

Automatski osigurač ima ulogu ograničenja struje u pojedinom strujnom krugu. Razlikuju se jednopolni, dvopolni, trolpolni i četveropolni automatski osigurači. Na slici 7.1. prikazan je jednopolni automatski osigurač. Automatski osigurači mogu imati nazivne struje iznosa 1 A, 2 A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 50 A, 63 A i 100 A. Automatski osigurač ima bimetal koji isključuje strujni krug ukoliko trošila u krugu troše više struje od predviđene struje ograničene automatskim prekidačem. Oznaka B, C, D, K i Z na osiguraču govori o vremenu u kojem osigurač može podnijeti veću struju od nazivne, a da se ne prekine strujni krug. To je jako bitno kod uključjenja trošila kada u kratkom vremenskom periodu kroz automatski osigurač proteče struja dva do tri puta veća od nazivne struje. Zbog toga se u industriji koriste osigurači C i D karakteristike, a u kućnim instalacijama automatski osigurači B i C karakteristike.



Slika 7.1. Jednopolni automatski prekidač [17]

7.2. *Zaštitni uređaj diferencijalne struje (RCD sklopka)*

Funkcija zaštitnog uređaja diferencijalne struje je zaštita od električnog udara (od neposrednog i posrednog dodira) te dodatna zaštita (zaštita od požara). Pod neposrednim dodirom se podrazumijeva, primjerice, situacija u kojoj se osoba uhvati za goli vodič pod naponom, a situacija posrednoga dodira je ona u kojoj osoba dira vodljive dijelove koji su

se pod naponom našli zbog kvara. RCD sklopke se u strujnim krugovima koriste samo kao dodatna zaštita. Ali, ova dodatna zaštita je vrlo bitna. Naime, automatski zaštitni prekidači imaju funkciju zaštite električne instalacije, dok RCD sklopke imaju funkciju zaštite osobe ili objekta. Dolaze u dvopolnoj ili četveropolnoj izvedbi te diferencijalnim strujama 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A i 0,5A. Zaštitni uređaj diferencijalne struje prikazan je na slici 7.2.



Slika 7.2. Zaštitni uređaj diferencijalne struje (dvopolna izvedba) [18]

7.3. Sklopnik

Sklopnik je mehanička sklopna komponenta koja ima samo jedan položaj mirovanja koji se ne pokreće ručno već elektromagnetskim svitkom i koji može uklapati, voditi i prekidati struje u normalnim uvjetima pogona i u uvjetima preopterećenja. Sklopnik preklopi svoje kontakte kada na elektromagnetski svitak dovedemo upravljački napon. Svitak može biti konstruiran tako da mu upravljački napon iznosi 24 V DC ili 230 V AC, odnosno može biti konstruiran za bilo koji iznos upravljačkog napona. Upravljački se napon dovodi na stezaljke A1 i A2 sklopnika. U trenutku prolaska struje kroz namote elektromagnetskog svitka, elektromagnet privuče kotvu koja povlači kontakte te se kontakti preklope i kroz napojene kontakte proteče električna struja. Struja teče kroz kontakte sve dok kroz elektromagnetski svitak sklopnika teče struja. Sklopnici služe za ukapčanje električnih strojeva velikih snaga. Nedostatak sklopnika je to što s povećanjem broja ukapčanja dolazi do trošenja materijala električnih kontakata. Sklopnik je prikazan na slici 7.3.



Slika 7.3. Instalacijski sklopnik [19]

7.4. Transformator

Transformator je električni uređaj bez pokretnih dijelova koji međuinduktivno povezuje dva električna kruga izmjenične struje i izmjeničnu električnu struju jednog iznosa napona transformira u vrijednost većeg ili manjeg iznosa napona. Glavni su dijelovi transformatora magnetska jezgra i najmanje dva međusobno odvojena namota - primarni i sekundarni namot. Primarni i sekundarni namoti obično su postavljeni jedan preko drugoga ili jedan kraj drugoga kako bi se postigla što bolja međuinduktivna veza. Električna energija prenosi se elektromagnetskom indukcijom od primara na sekundar, bez promjene frekvencije. Transformator za montažu na DIN šinu prikazan je slikom 7.4.



Slika 7.4. Transformator za montažu na DIN šinu [20]

7.5. *Signalna lampica za DIN šinu*

Primjena signalne lampice za DIN šinu je signalizacija rada nekog uređaja, odnosno signaliziranje prisutnosti napona napajanja na komponentama nekog sustava. Signalna lampica prikazana je slikom 7.5.



Slika 7.5. Signalna lampica za DIN šinu [21]

7.6. *Luksomat*

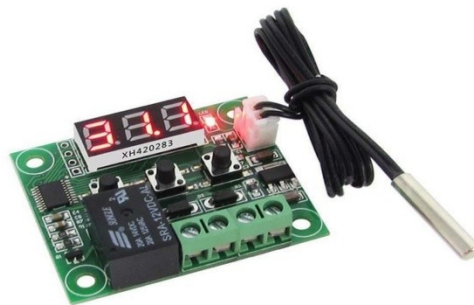
Luksomat je uređaj za automatsko uključivanje rasvjete u sumrak i isključivanje u zoru. Luksomat je rješenje za uštedu električne energije jer automatski isključuje izvor svjetla na dnevnom svjetlu, a uključuje u sumrak, ako je potrebna stalna rasvjeta noću. Luksomat je prikazan slikom 7.6.



Slika 7.6. LuksomatCommel 314 – 201 [22]

7.7. *Digitalni termostat*

Digitalni termostat je uređaj za održavanje stalne temperature (zraka ili nekog drugog medija) u zatvorenom prostoru ili sustavu (npr. sustav za hlađenje automobila). Termostat je napravljen na principu termometra, koristi komponentu (osjetnik topline) na osnovu čije vrijednosti uključuje ili isključuje trošila (grijače, kompresore klima-uređaja) kako bi održao postavljenu (željenu) temperaturu nekog prostora ili medija u sustavu. Primjenjuju se u sustavima grijanja zatvorenih prostora ili sustava (u bojlerima, hladnjacima, radiatorima, automobilima itd.). Digitalni termostat prikazan je slikom 7.7.



Slika 7.7. Digitalni termostat [23]

7.8. *Ispravljač s regulatorom napona*

Ispravljač potreban za napajanje digitalnih termostata i napajanje digitalnih ulaza KNX uređaja izveden je pomoću Greatzovog spoja u metalnom kućištu (punovalno ispravljanje), napon je filtriran elektrolitskim kondenzatorom i reguliran DC/DC silaznim regulatorom napona izvedenim s LM2596, dozvoljenog ulaznog napona od 4,75 V do 24 V, izlazni napon može se regulirati u rasponu od 0,93 V do 18 V. Kontinuirana maksimalna dozvoljena struja iznosi 2,5 A, kratkotrajno do 4 A.

8. PROGRAMIRANJE ELEMENATA KNX INSTALACIJE U PROGRAMU ETS

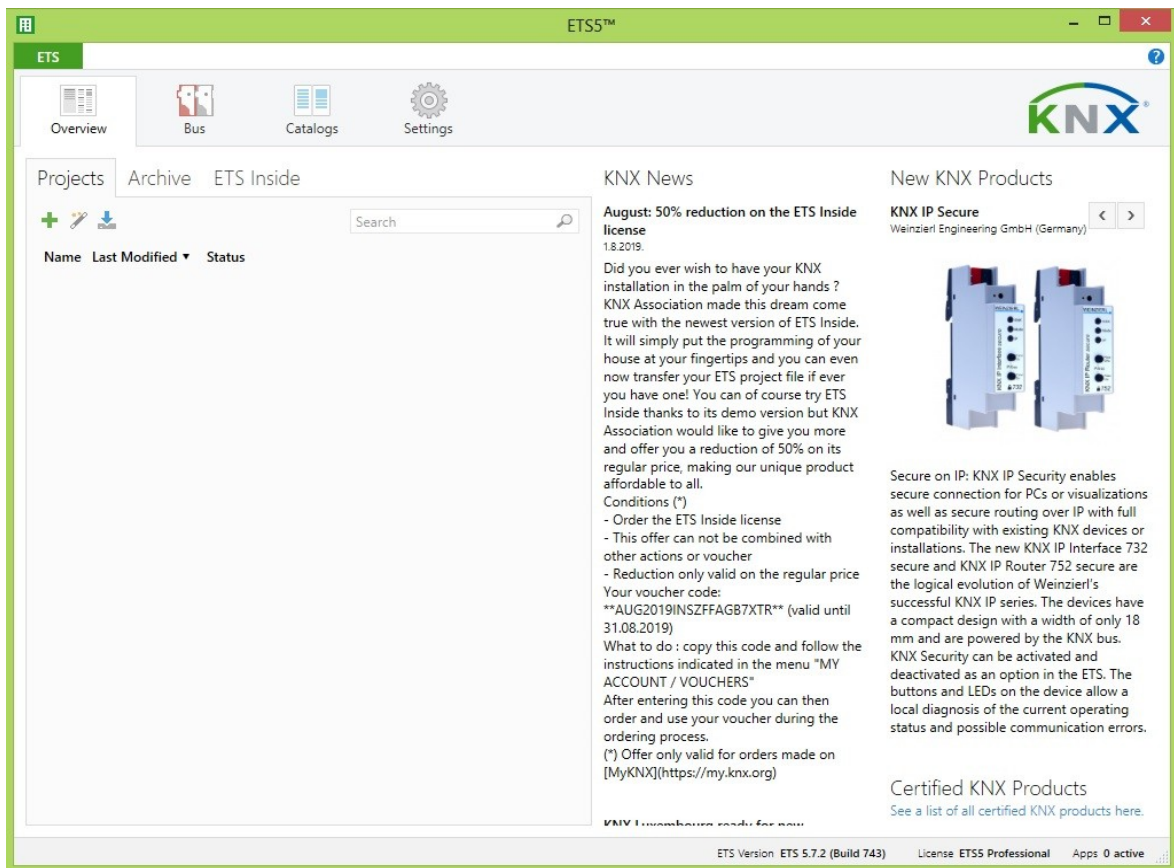
8.1. Programski alat za KNX sustave (ETS)

Programski alat ETS je inženjerski programski alat koji se koristi za programiranje i parametrisiranje KNX sustava pametnih kuća, poslovnih prostora, zgrada i sl. Nakon postavljanja KNX instalacije, pomoću KNX uređaja prikazanog na slici 8.1., računalom se spajamo na instalaciju i putem ETS programskog alata vršimo programiranje KNX uređaja, tipkala, senzora itd.



Slika 8.1. KNX uređaj, USB/S1.1 [24]

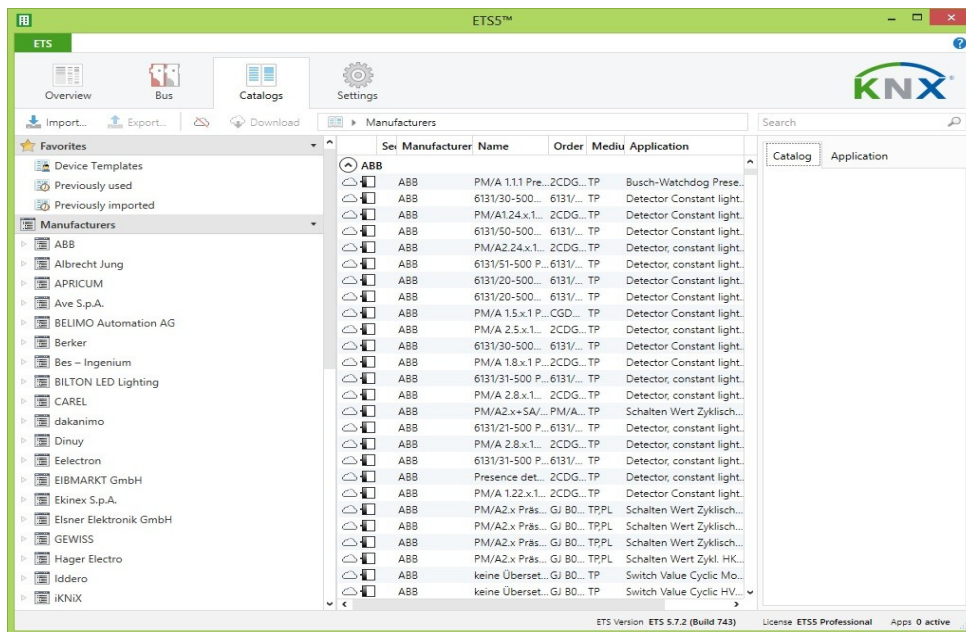
ETS do sada ima nekoliko inačica, a trenutno je aktualna inačica ETS5. Ovaj završni rad je napravljen u programskom alatu ETS5.7.2 s ETS5 Professional licencom. Razlika između najnovije i starijih verzija ETS programskog alata je da u novijim verzijama ima više mjesta za pohranjivanje dokumenata i slika, bežični uređaji se lakše integriraju, brži je uvoz/izvoz podataka, izgled sučelja nešto je drugačiji. Bitno je napomenuti da su novije verzije kompatibilne sa starijim verzijama ETS programskog alata. Na vrhu sučelja nalazi se alatna traka, pomoću alatne trake kreira se novi projekt, sprema projekt, vrši provjera sustava i provjera adresa KNX uređaja. Ispod alatne trake nalazi se prostor za rad. Na slici 8.2. prikazan je izgled glavnog sučelja ETS programa. Za rad u ETS5 programskom alatu s Professional licencom potreban je USB ETS *DONGLE* ključ. KNX USB ključ je prikazan na slici 8.3., a na slici 8.4. otvoren je prozor: *Catalogs* - lista proizvoda koja služi za odabir uređaja koje želimo programirati.



Slika 8.2. Izgled glavnog sučelja ETS programa



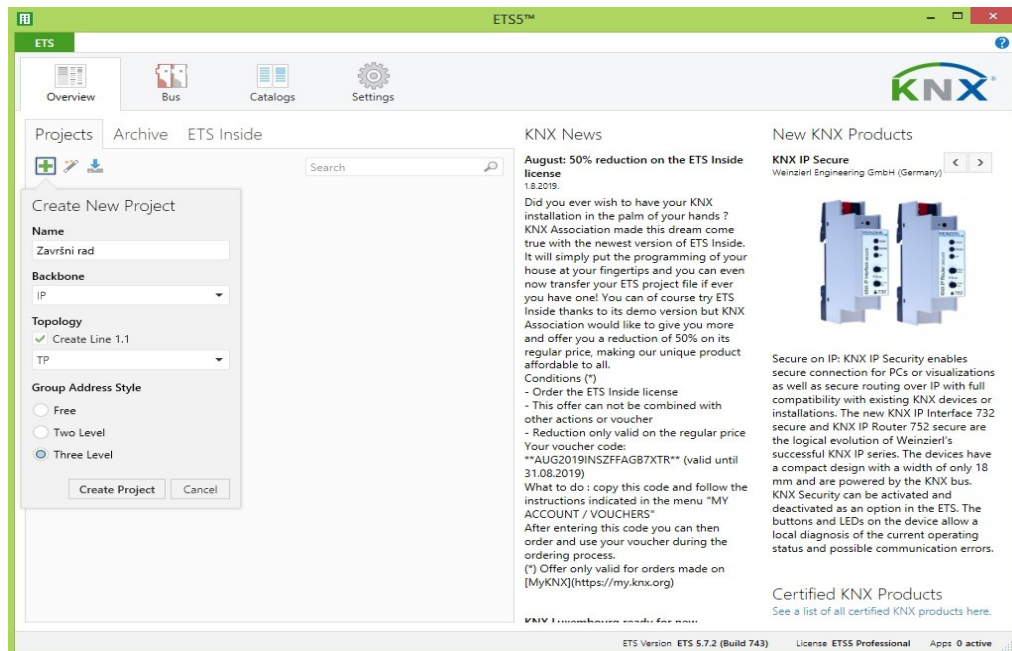
Slika 8.3. USB ETS *DONGLE* ključ za ETS5 Professional licencu [25]



S desne strane sučelja nalazi se traka u kojoj vidimo povijest programiranja u programskom alatu te služi kao druga alatna traka u kojoj se mogu mijenjati pojedini parametri uređaja kao što su fizičke (individualne) adrese.

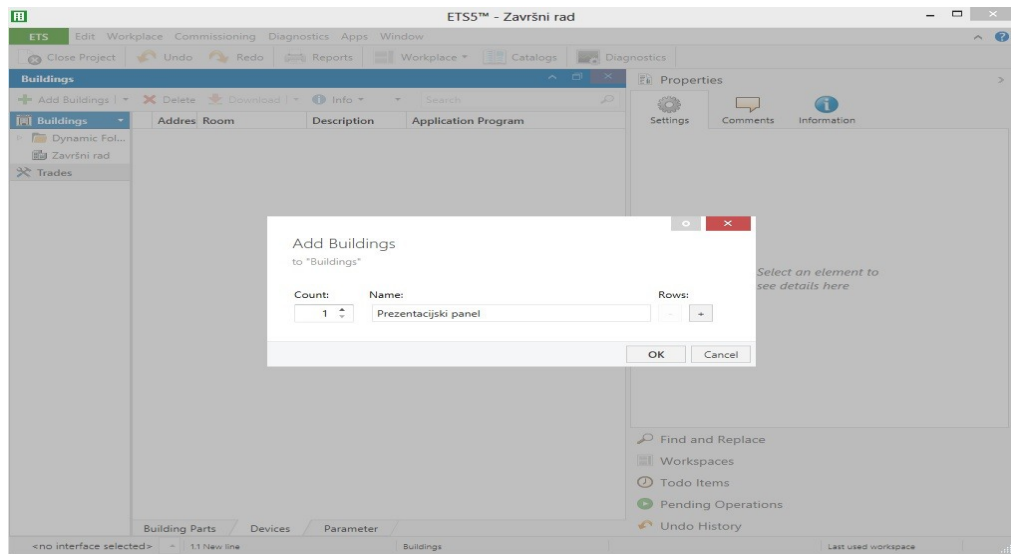
8.2. ETS5 kreiranje novog projekta

Prvi korak stvaranja novog projekta je kreiranje projekta, prikazano slikom 8.5.



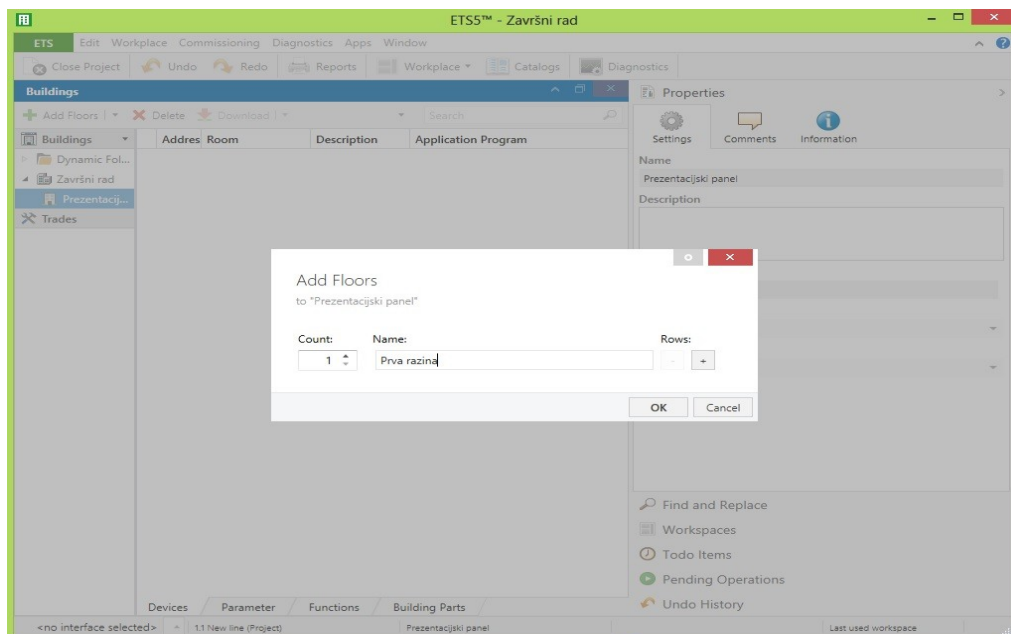
Slika 8.5. Stvaranje novog projekta

Nakon stvaranja novog projekta potrebno je dodati nazive dijelova zgrade koju je potrebno automatizirati. Konkretno, u ovom slučaju, budući da nema specifičnih dijelova zgrade, kao dio zgrade navest će se prezentacijski panel. Na slici 8.6. prikazan je izgled prozora u kojem se postavlja dio zgrade.



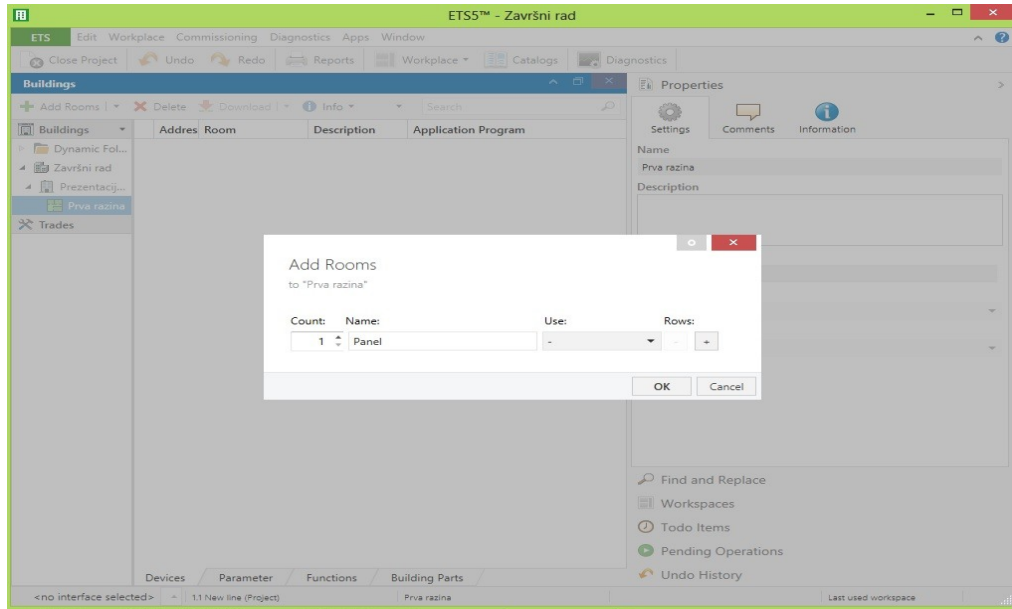
Slika 8.6. Naziv sustava koji se automatizira

Nakon postavljanja naziva sustava, potrebno je postaviti razinu zgrade, odnosno sustava koji se automatizira. Radnja je prikazana na slici 8.7.



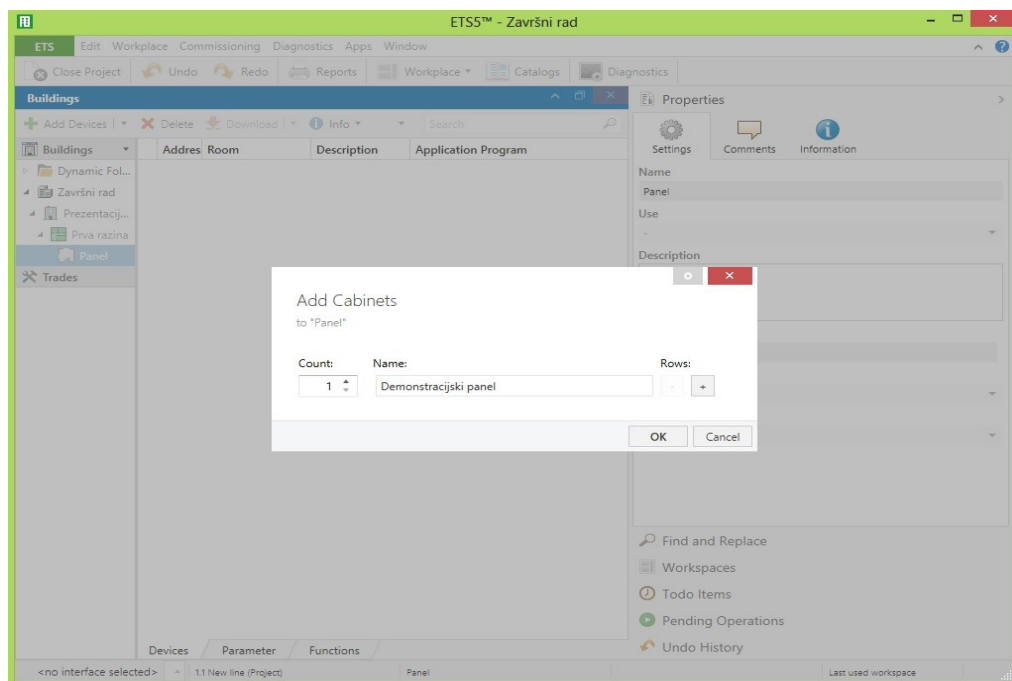
Slika 8.7. Naziv razine sustava koji se automatizira

Nakon postavljanja naziva razine sustava, potrebno je definirati sobu sustava koji je potrebno automatizirati, što je prikazano slikom 8.8. Namjenu sobe sustava nije potrebno postaviti.



Slika 8.8. Postavljanje naziva sobe sustava

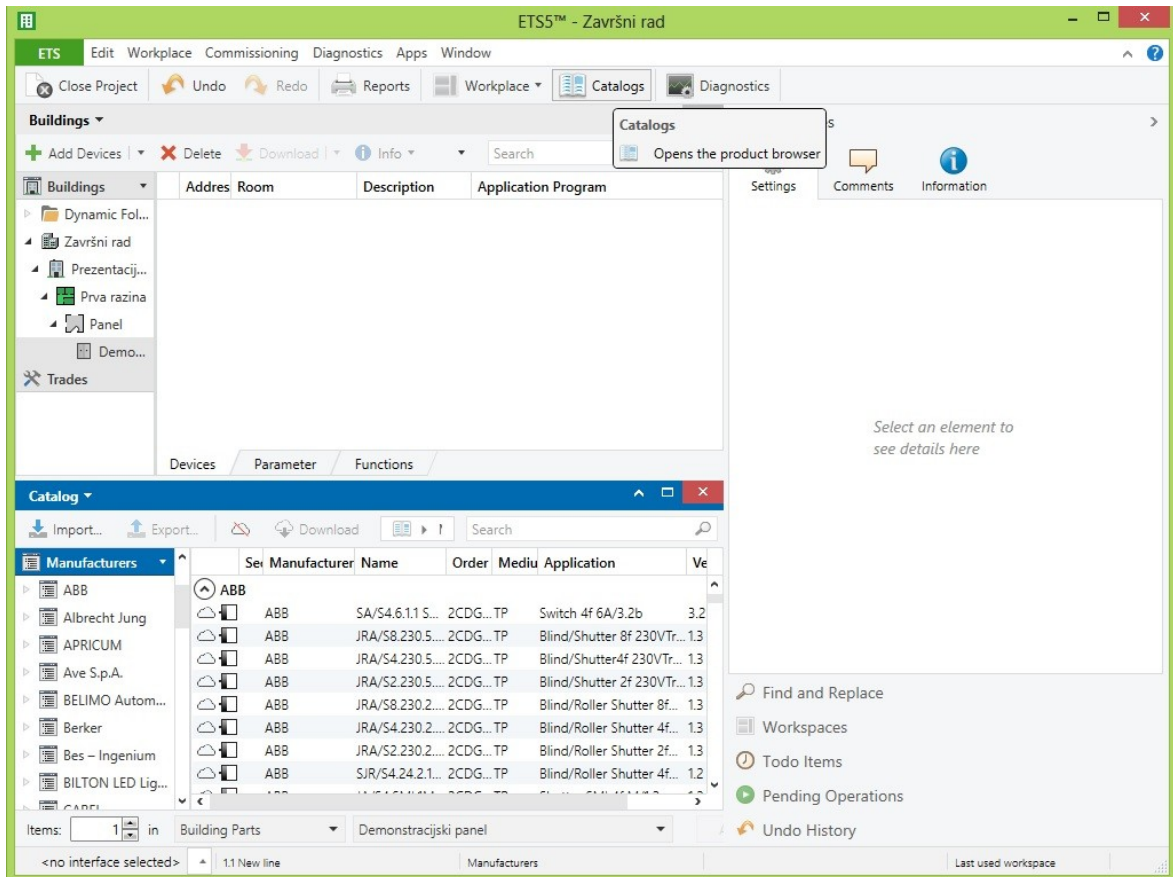
Prije dodavanja KNX uređaja u projekt, potrebno je još samo unutar sobe sustava postaviti skup za uređaje koje ćemo postavljati u ovaj projekt. Radnja je prikazana na slici 8.9.



Slika 8.9. Postavljanje naziva skupa unutar sobe sustava

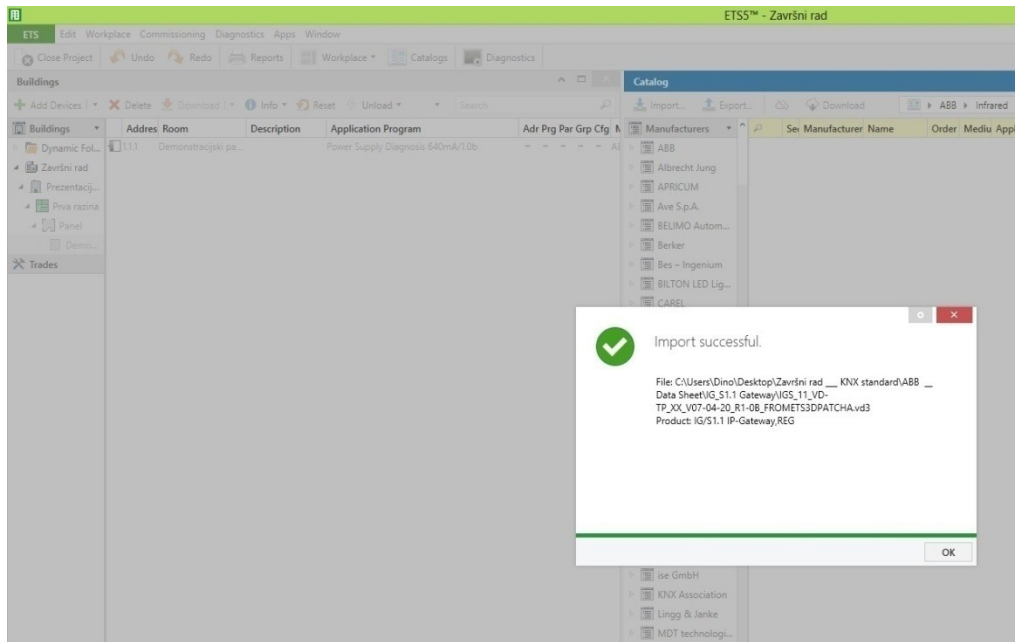
8.3. Postavljanje uređaja unutar kreiranog projekta

Nakon kreiranja novog projekta sustava, potrebno je postaviti uređaje koji su korišteni za automatizaciju željenog sustava. Kako bi se dodali uređaji, potrebno je otvoriti katalog uređaja - radnja je prikazana slikom 8.10.



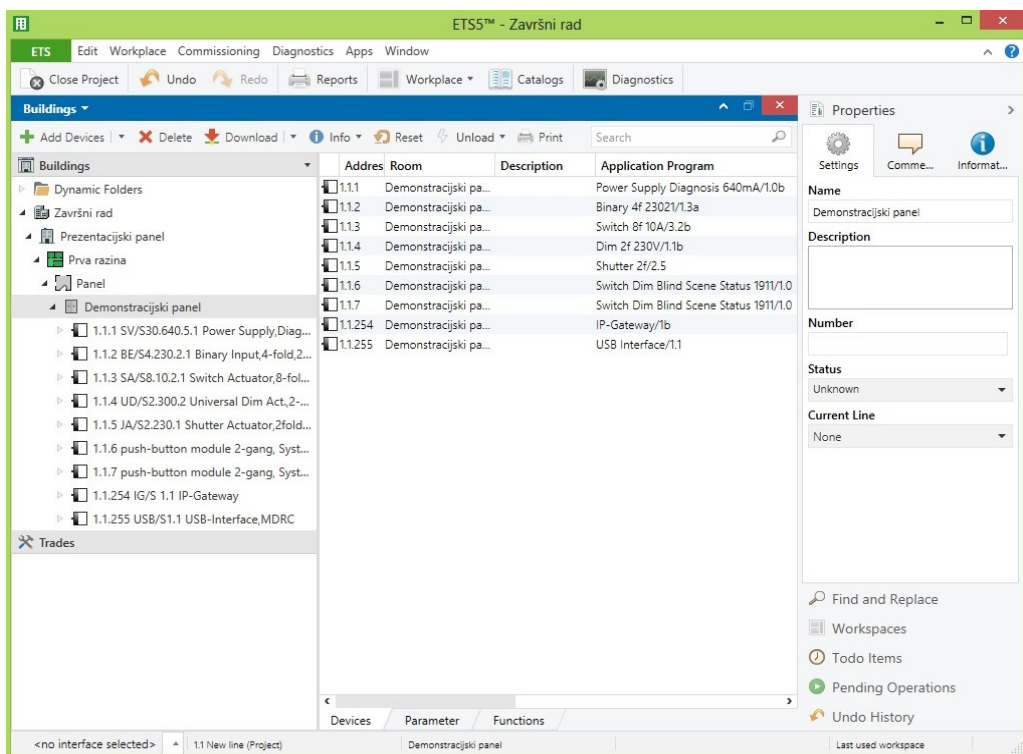
Slika 8.10. Dodavanje uređaja iz kataloga u projekt

Uređaje koji se ne nalaze u katalogu, potrebno je ručno dodati u katalog. Prvo je potrebno na internetu, na stranicama proizvođača KNX proizvoda, pronaći potrebnu bazu podataka proizvoda, konkretno za ABB-ov proizvod IG/S1.1. Na slici 8.11. prikazano je dodavanje novog uređaja koji se ne nalazi u katalogu.



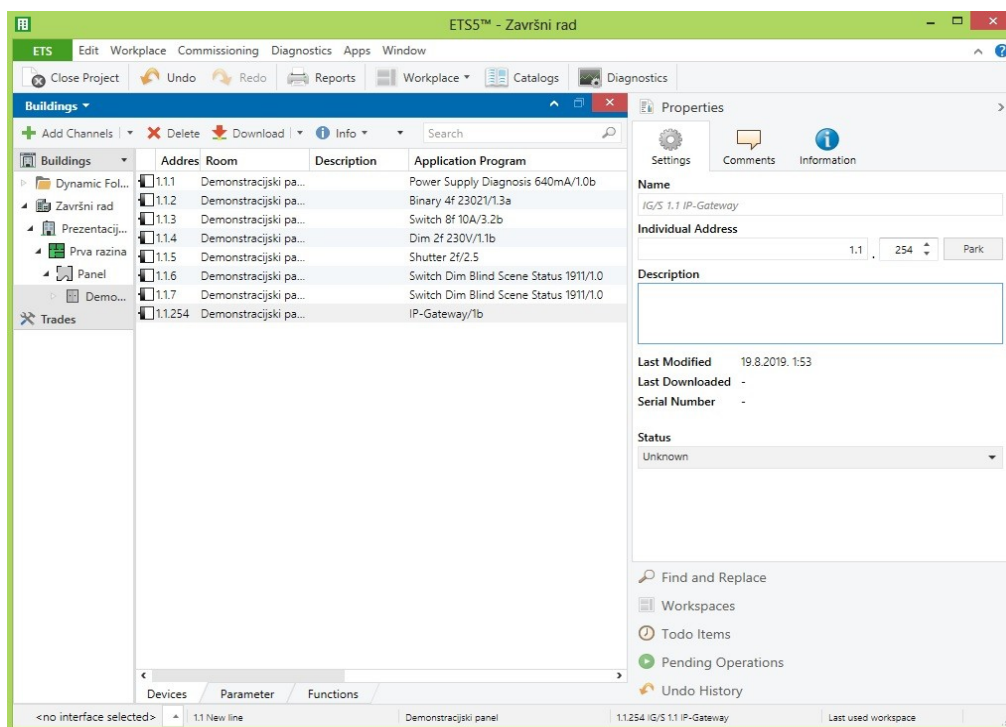
Slika 8.11. Dodavanje baze podataka proizvođa IG/S1.1

Nakon što su dodani svi KNX uređaji korišteni na prezentacijskom panelu u projekt, kreće se s postavljanjem individualnih adresa uređaja i detaljnijim opisom uređaja, ako su potrebni. Svi uređaji dodani u projekt prikazani su slikom 8.12.



Slika 8.12. KNX uređaji dodani u projekt

Postavljanje individualne adrese KNX uređaja prikazano je slikom 8.13.



Slika 8.13. Postavljanje individualne adrese KNX uređaja

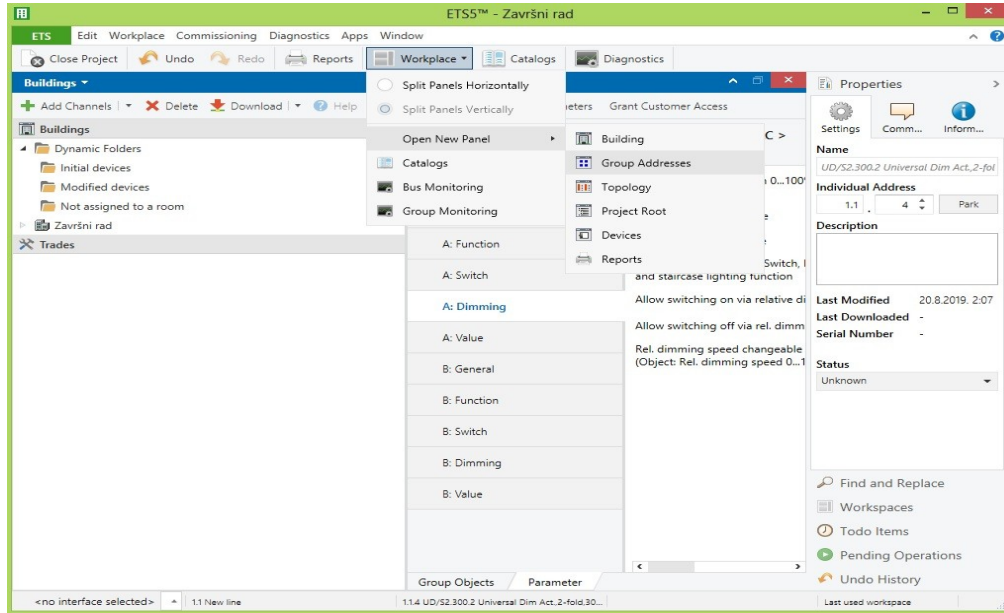
Individualne adrese korištenih uređaja prikazane su u tablici 8.1.

Tablica 8.1. Prikaz individualnih adresa uređaja

KNX uređaji				
Redni broj	Opis uređaja	Proizvođač	Model	Individualna adresa
1	KNX napajanje	ABB	SV/S30.640.5.1	1.1.1
2	KNX binarni ulazi	ABB	BE/S4.230.2.1	1.1.2
3	KNX relejni aktuator	ABB	SA/S8.10.2.1	1.1.3
4	KNX dim aktuator	ABB	UD/S2.230.2	1.1.4
5	KNX aktuator roleta	ABB	JA/S2.230.1	1.1.5
6	KNX tipkalo	Schneider Electric	MTN625299	1.1.6
7	KNX tipkalo	Schneider Electric	MTN625299	1.1.7
8	KNX IP sučelje	ABB	IG/S1.1	1.1.254
9	KNX USB sučelje	ABB	USB/S1.1	1.1.255

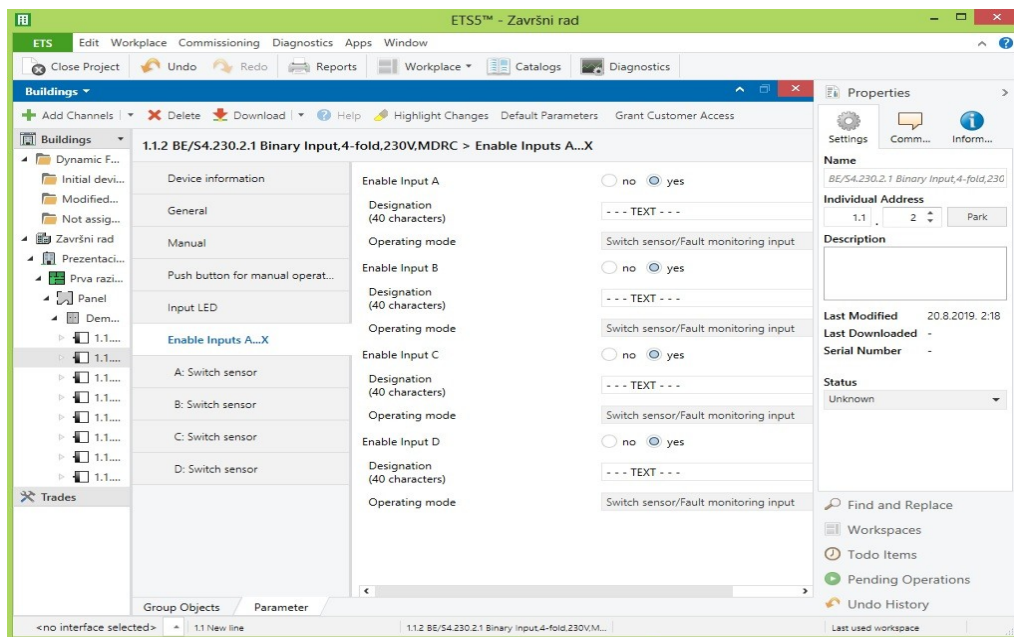
9. GRUPNE ADRESE

Nakon parametriranja uređaja, promjena kataloških postavki KNX uređaja, potrebno je postaviti grupne adrese. Odabir postavke grupne adrese prikazan je slikom 9.1.



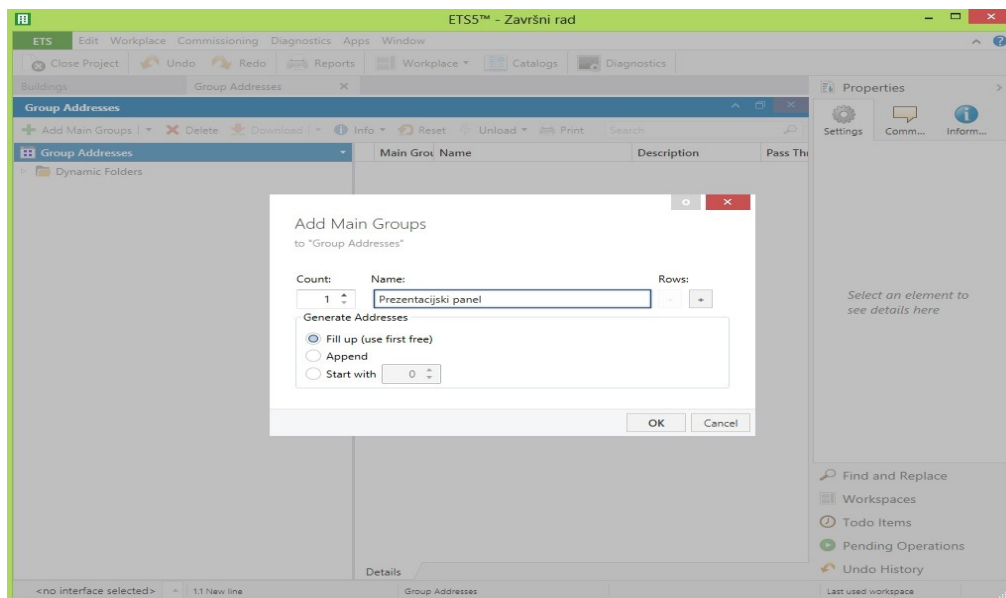
Slika 9.1. Odabir grupnog adresiranja

Na slici 9.2 prikazani su parametri ulaza KNX uređaja BE/S4.230.2.1, uređaja koji ima četiri digitalna ulaza.



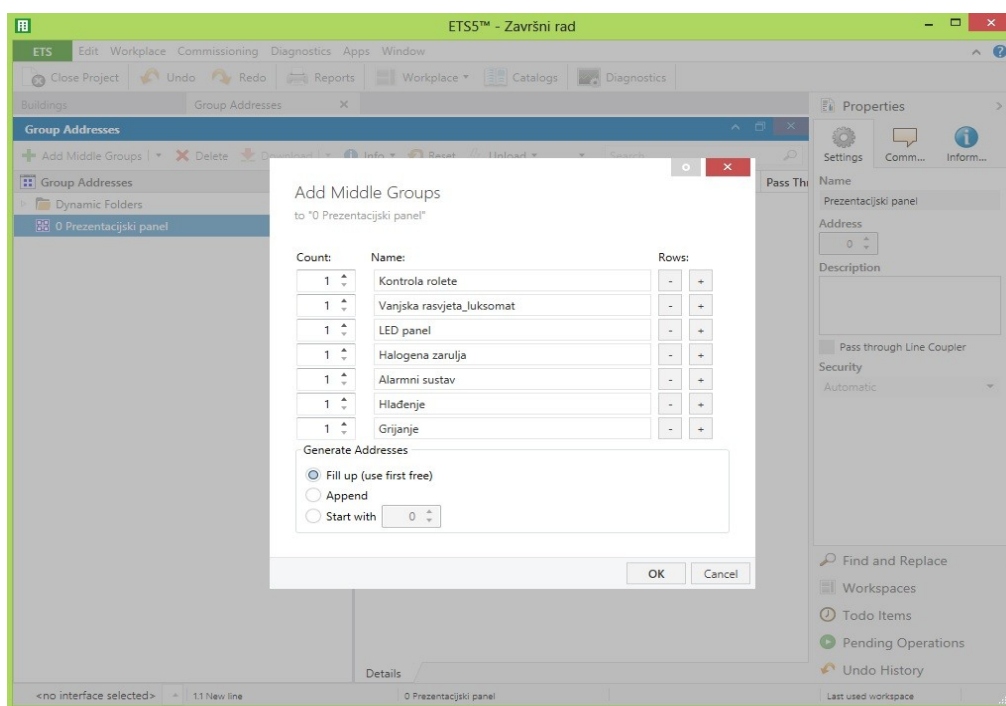
Slika 9.2. Postavljanje parametara ulaza uređaja digitalnih ulaza BE/S4.230.2.1

Nakon što se iz padajućeg izbornika odabere dodavanje grupnih adresa, potrebno je dodati glavnu grupu - prikazano slikom 9.3.



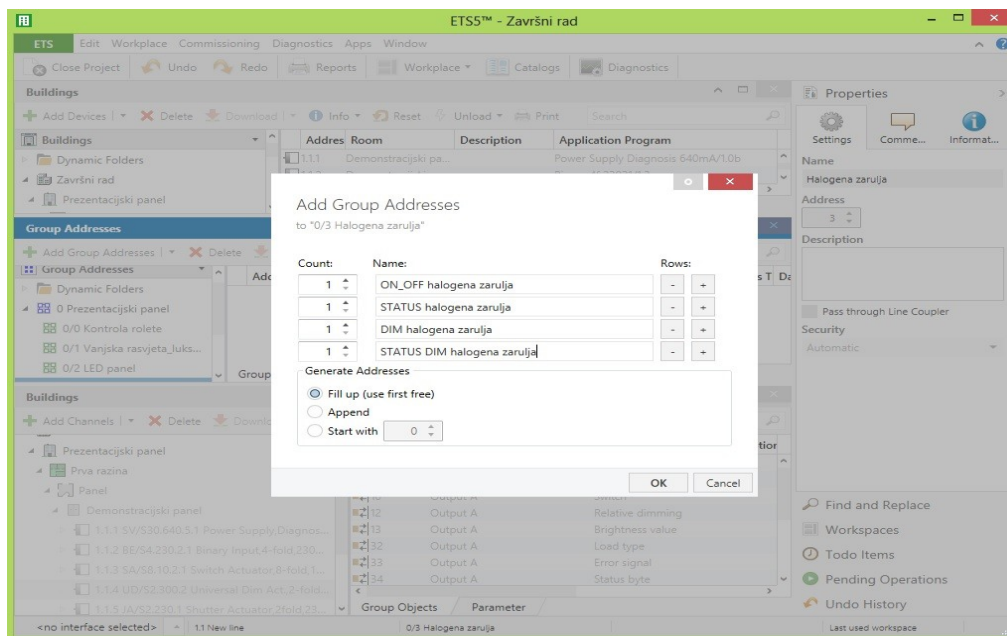
Slika 9.3. Dodavanje glavne grupe

Nakon dodavanja glavne grupe, potrebno je unutar glavne grupe dodati podgrupe. Dodavanje podgrupa prikazano je slikom 9.4.

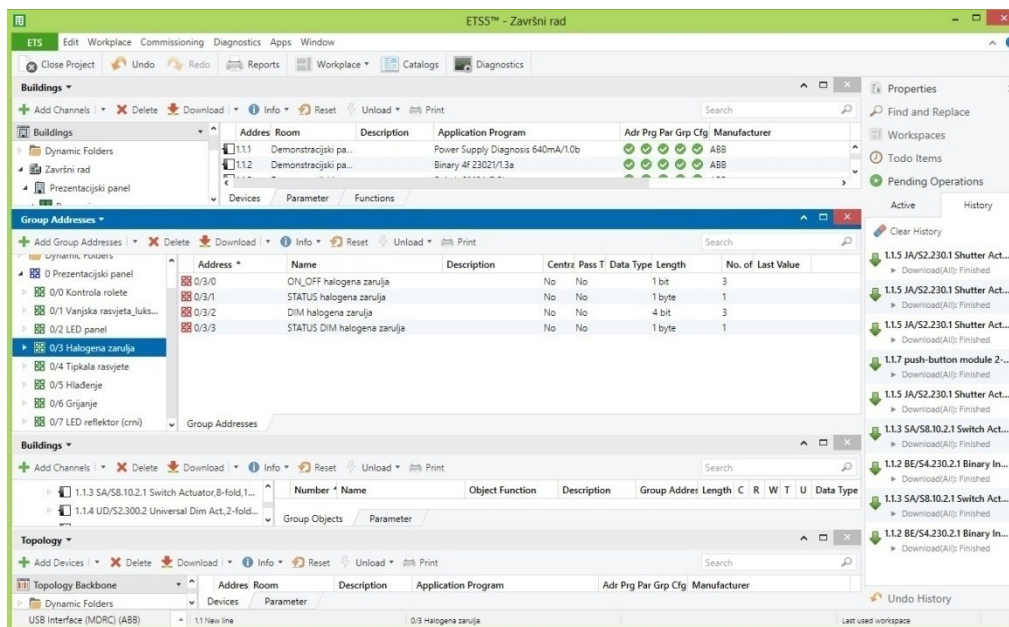


Slika 9.4. Podgrupe glavne grupe adresa

Nakon postavljanja podgrupa, potrebno je unutar podgrupa postaviti grupne adrese te ih nakon postavljanja povezati s grupom objekata korištenih KNX uređaja. Postavljanje grupnih adresa unutar podgrupa prikazano je slikama 9.5. i 9.6.



Slika 9.5. Postavljanje grupnih adresa unutar podgrupa

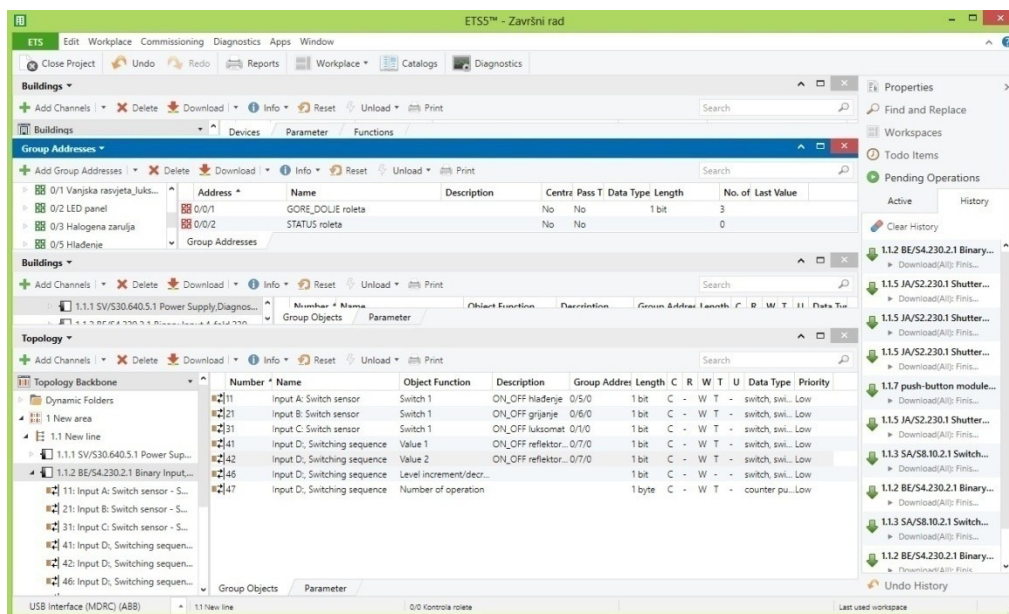


Slika 9.6. Grupne adrese upravljanja halogenom žaruljom

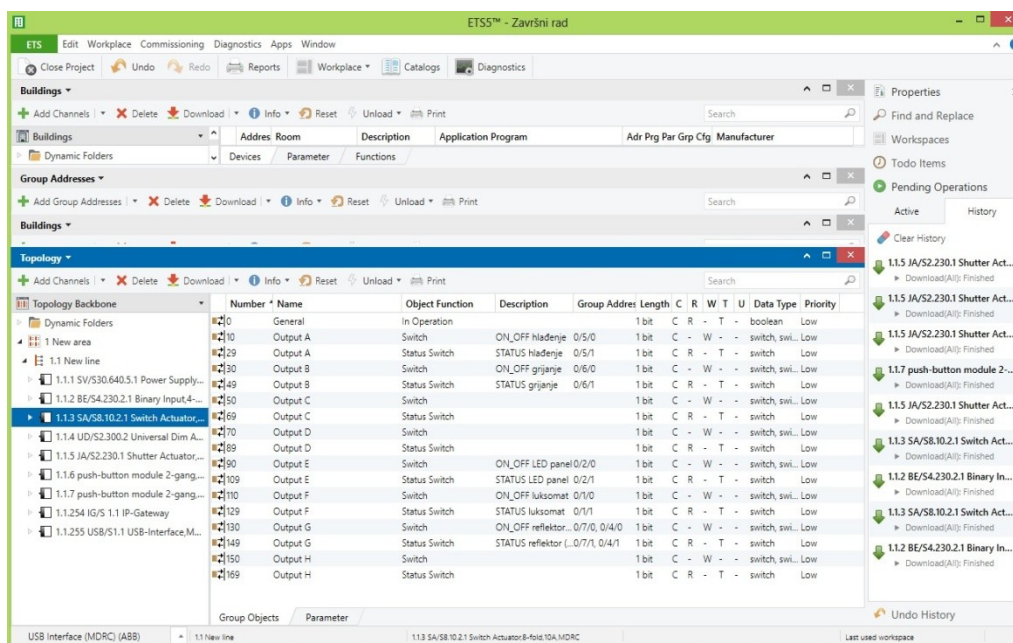
Na gore objašnjen način postavljaju se sve preostale glavne grupe adresa i njihove pripadajuće podadrese.

10. GRUPE OBJEKATA S PRIPADAJUĆIM POVEZNICAMA

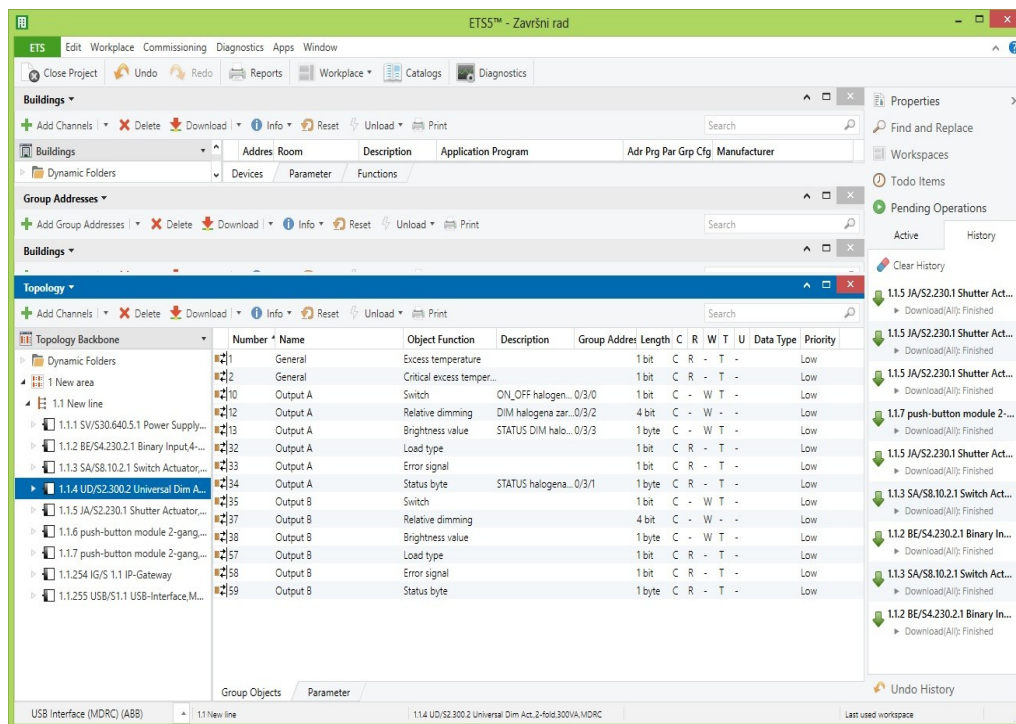
Na slikama od 10.1. do 10.3. prikazane su poveznice grupe objekata nekih KNX uređaja korištenih za izradu prezentacijskog panela, prikazane su poveznice grupe objekata s grupnim adresama. Bez poveznica KNX uređaji ne znaju kada i kako trebaju odrađivati neku funkciju. Tek nakon izrade poveznica i programiranja, KNX uređaji su spremni za samostalno obavljanje zadanih im zadaća.



Slika 10.1. Grupe objekata KNX binarnih ulaza sa pripadajućim poveznicama



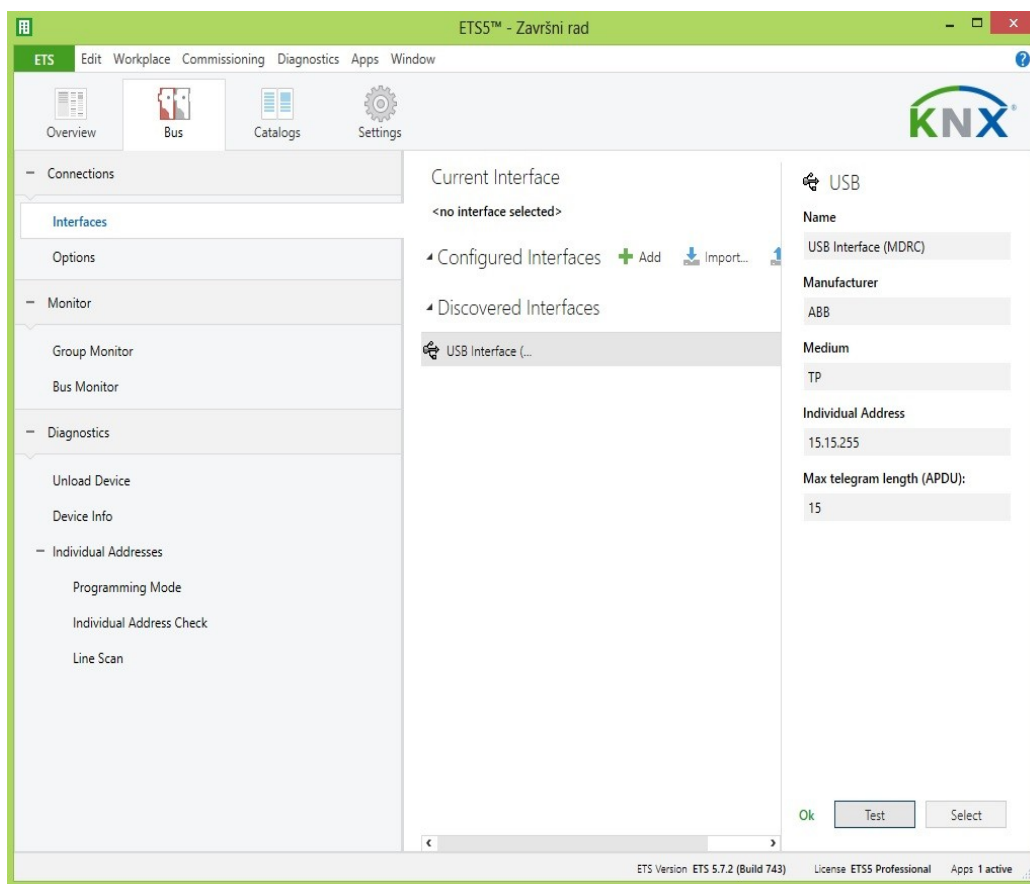
Slika 10.2. Grupe objekata KNX relejnih izlaza s pripadajućim poveznicama



Slika 10.3. Grupe objekata KNX regulatora rasvjete s pripadajućim poveznicama

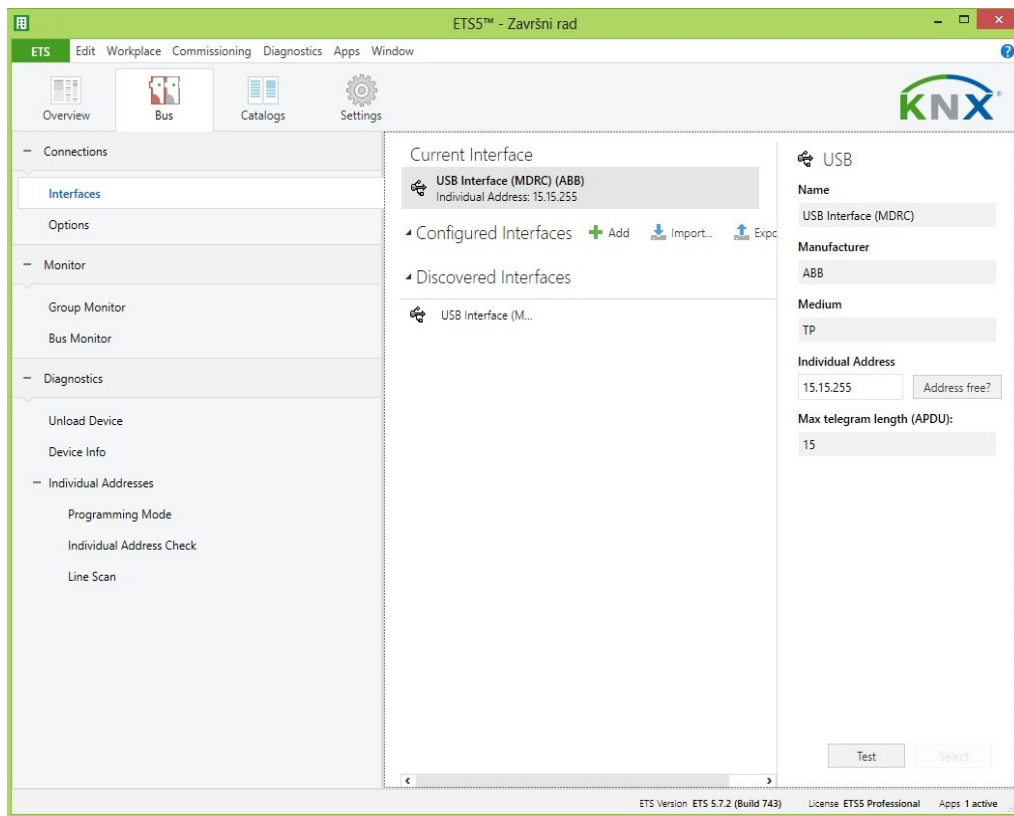
11. ISPITIVANJE RADA USB SUČELJA

Nakon povezivanja USB sučelja USB/S1.1 i računala USB kabelom (USB kabel ne smije biti duži od 5 m), odabirom ikone *Bus* provjerimo jesu li otkrivena sučelja. Ukoliko jesu, označimo otkriveno sučelje, konkretno, u ovom slučaju to je *USB Interface (MDRC) (ABB)* te ispitamo rad sučelja klikom na gumb *Test*. Ako je ispitivanje rada sučelja prošlo u redu, u donjem desnom kutu, pojavit će se zelenim slovima ispisano *O.K.*. Slika prozora s ispitanim USB sučeljem nalazi se na slici 11.1.



Slika 11.1. Ispitivanje USB sučelja

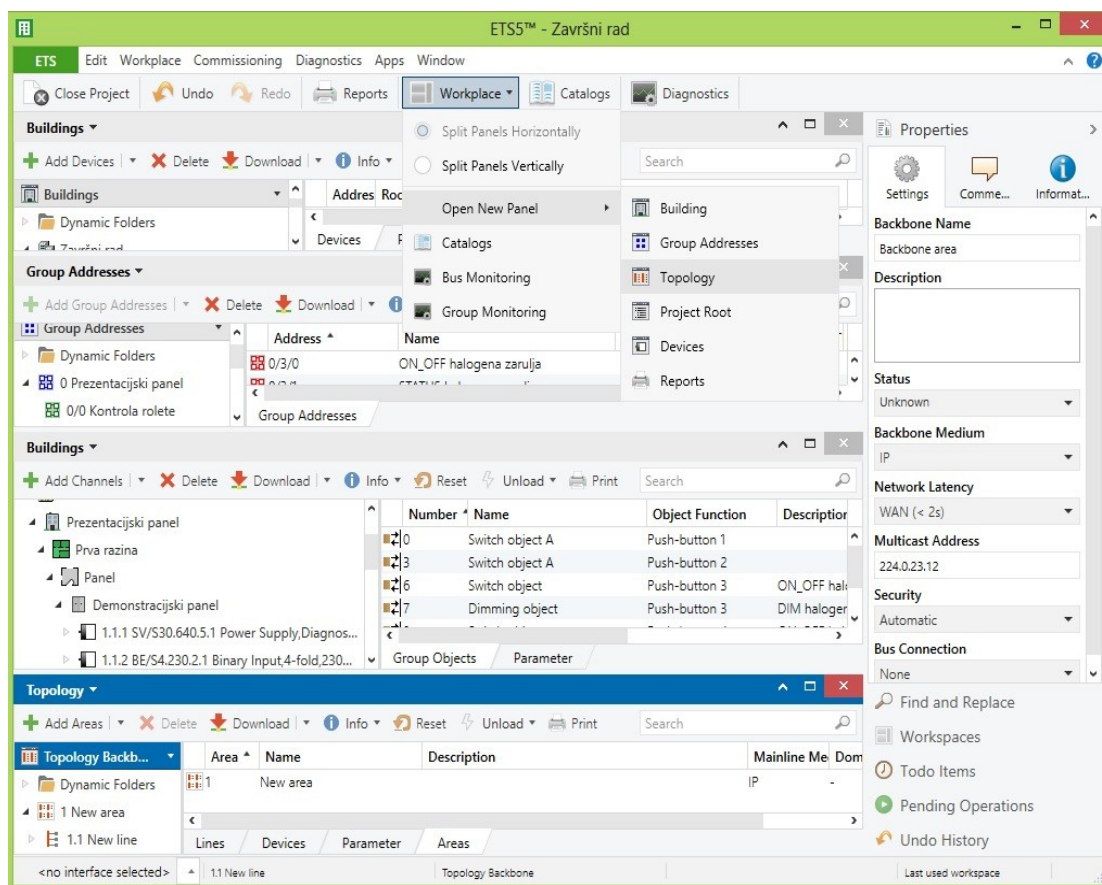
Nakon ispitivanja USB sučelja potrebno je klikom na gumb *Select* odabrati ispitano sučelje za zadano - prikazano slikom 11.2.



Slika 11.2. Odabir USB sučelja kao zadanog

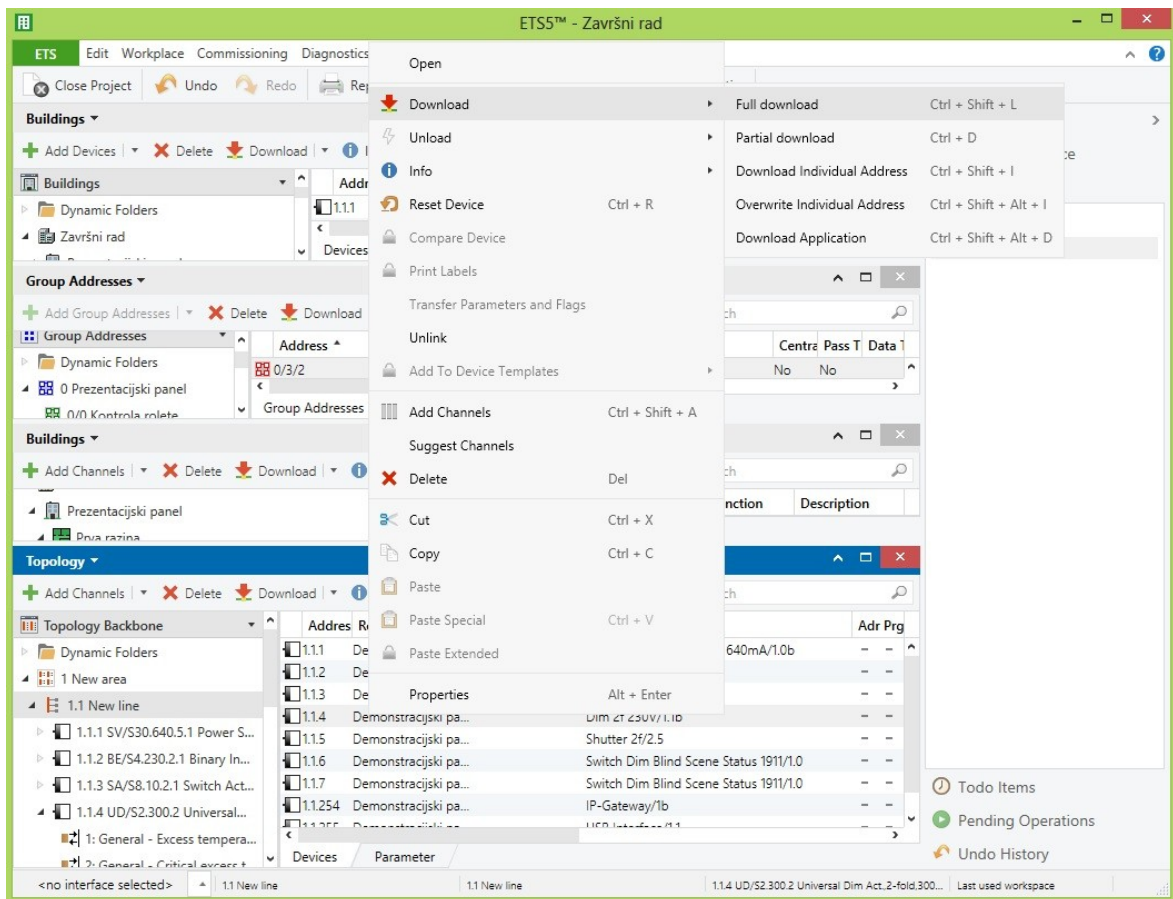
12. PROGRAMIRANJE KNX UREĐAJA

Nakon ispitivanja rada KNX sučelja može se započeti s programiranjem KNX uređaja. Pomoću padajućeg izbornika *Workplace* odaberemo opciju *Topology* - prikazano slikom 12.1.



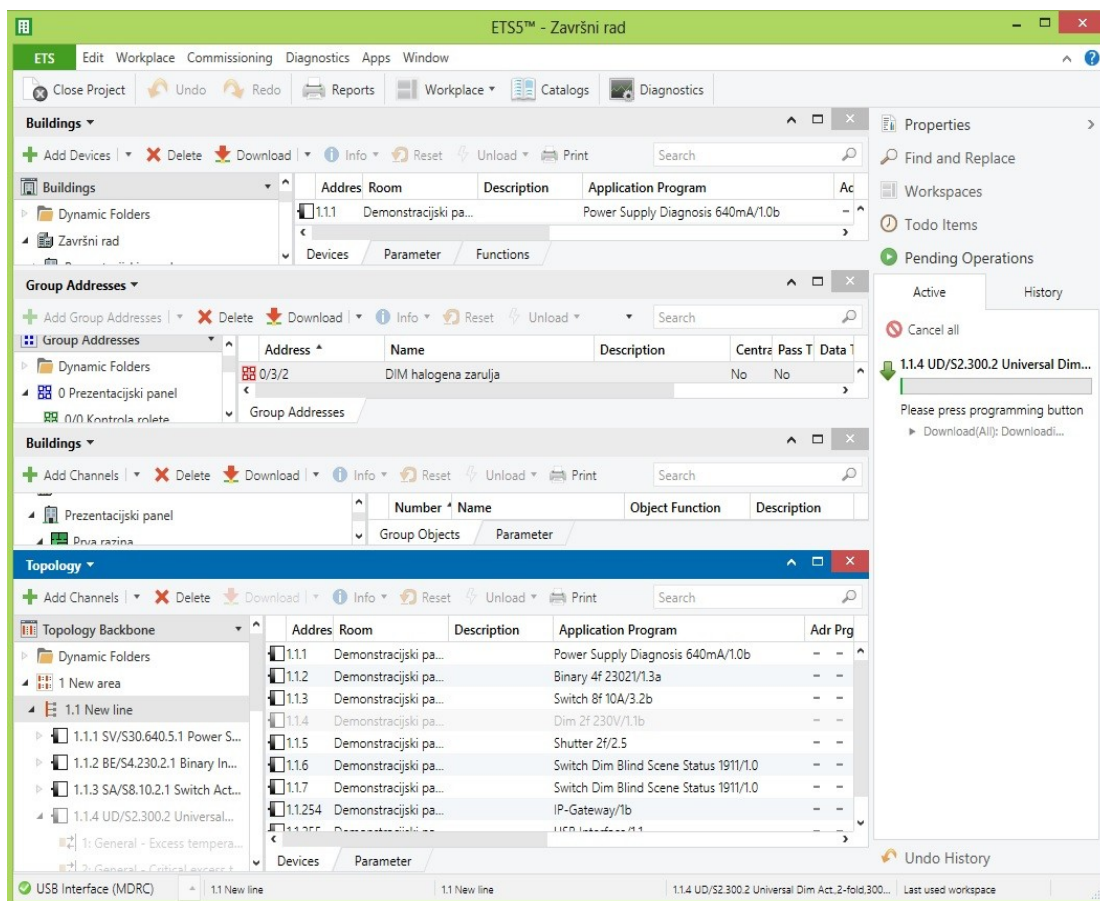
Slika 12.1. Odabir funkcije *Topology*

Nakon toga unutar *Topology Backbone* stabla odaberemo kreiranu novu liniju *1.1 New line* te unutar te linije odaberemo uređaj koji želimo programirati - prikazano slikom 12.2. Ili, dvostrukim lijevim klikom miša otvorimo cijelo stablo te nakon toga odaberemo uređaj koji ćemo programirati. Desnim klikom miša otvorimo izbornik, odaberemo opciju *Download*, a zatim *Full download*.

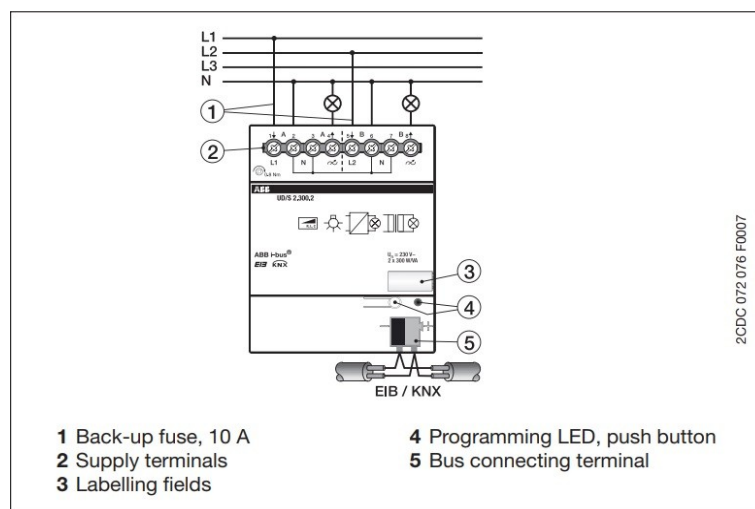


Slika 12.2. Odabir opcije *Full download*

Nakon odabira opcije *Full download* potrebno je pritisnuti fizičku tipku na KNX uređaju koji se programira kako bi se nastavilo programiranje željenog uređaja - prikazano slikom 12.3. Fizička tipka za programiranje KNX uređaja nalazi se na svakom KNX uređaju. Na slici 12.4. prikazana je pozicija tipke za programiranje na ABB-ovom KNX uređaju oznake UD/S2.300.2. Pritiskom na tipku za programiranje započinje programiranje uređaja. Nakon završetka programiranja, uređaj se može početi koristiti unutar programiranog KNX sustava. Na slici 12.4. brojem 4 označena je tipka za programiranje i signalna svijetleća dioda koja služi za signalizaciju pritiska tipke za programiranje.

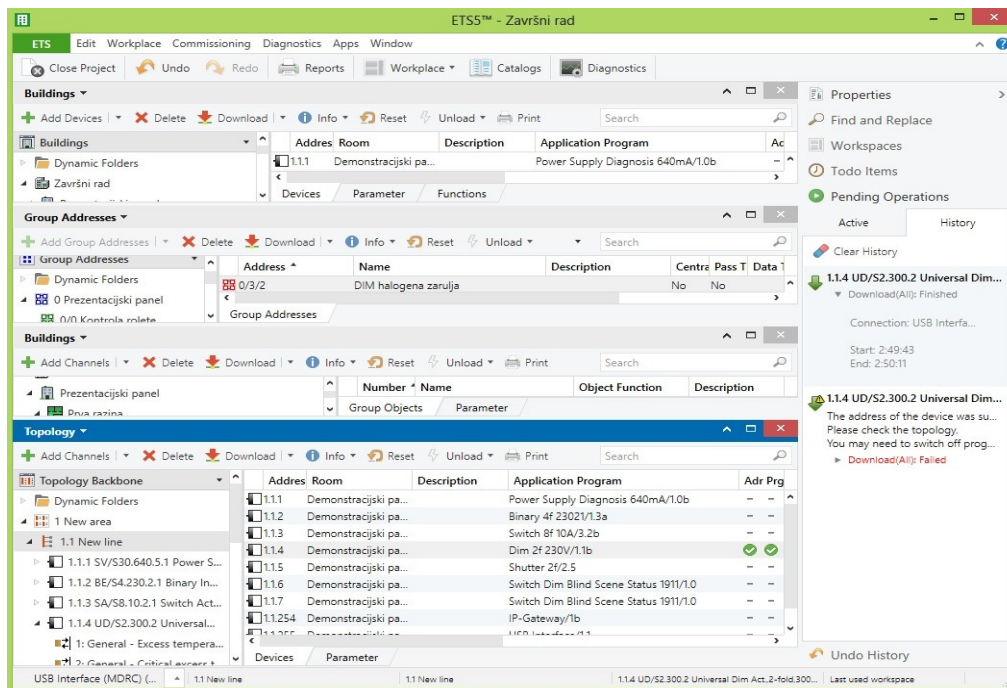


Slika 12.3. Upozorenje: potrebno je pritisnuti tipku na uređaju



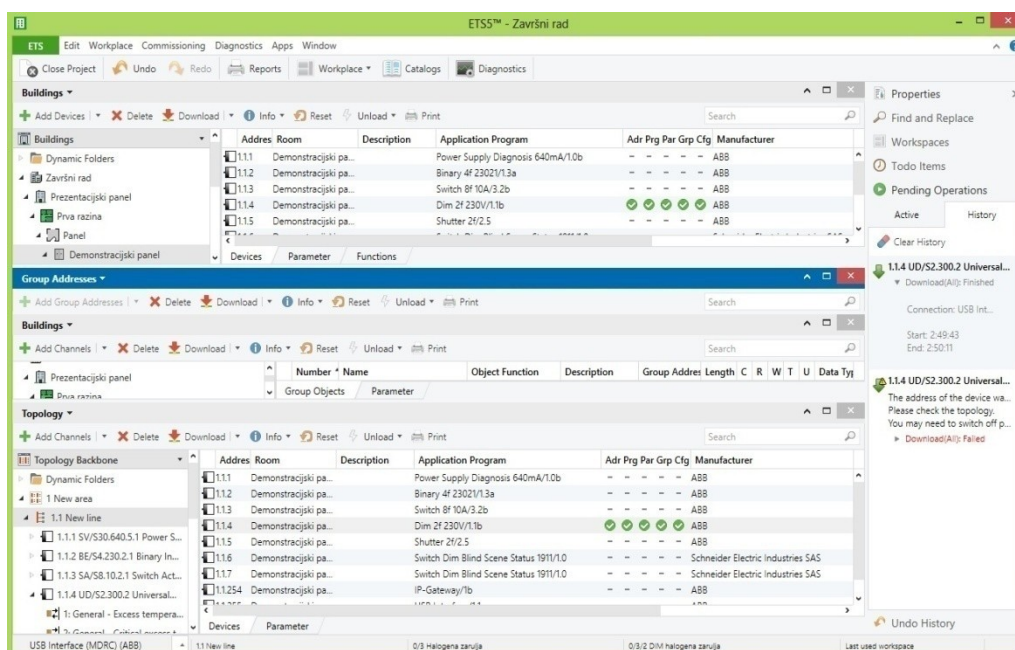
Slika 12.4. Tipka za programiranje, označena brojem četiri [14]

Ukoliko je programiranje KNX uređaja završilo bez greške, strelica će biti zelene boje i pisat će *Download(All): Finished*, a ako se prilikom programiranja pojavila greška, zelena strelica će se preobličiti u simbol žutog trokuta s uskličnikom unutar njega. Oba stanja (s greškom i bez greške) prikazana su slikom 12.5.

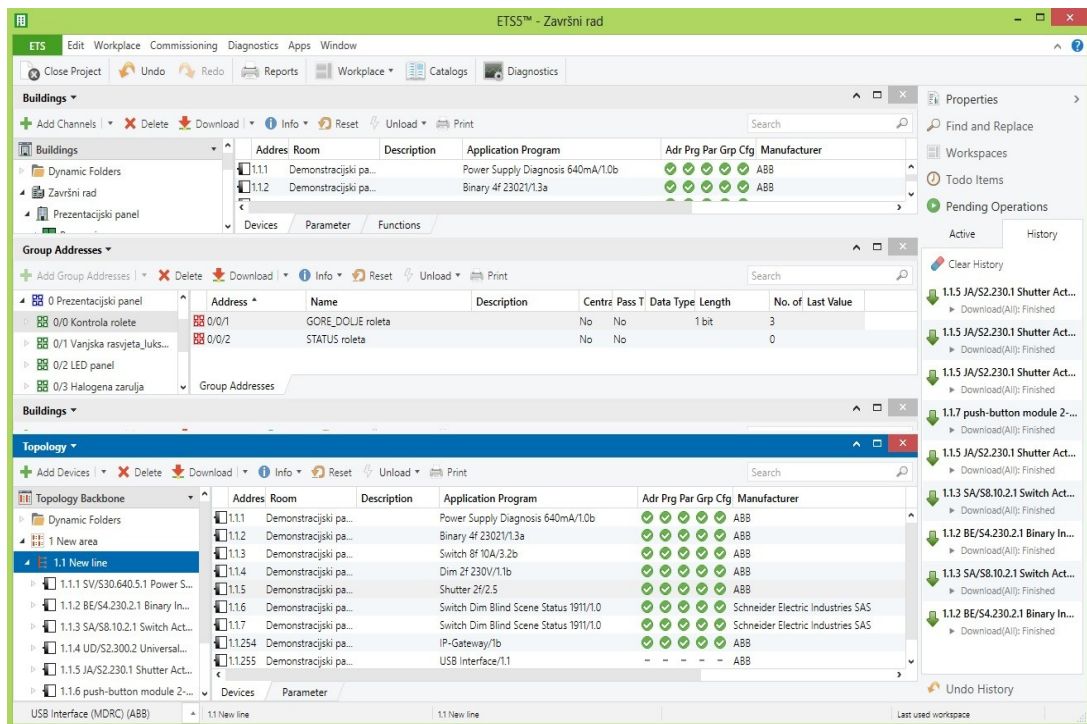


Slika 12.5. Uspješno i neuspješno programiranje

Nakon uspješnog programiranja KNX uređaja, unutar prozora *Topology* i *Buildings* pojavljuju se zeleni kružići s kvačicama unutar njih, pored programiranih uređaja, što je simbol da je uređaj programiran bez greške. Slikama 12.6. i 12.7 prikazano je da su svi KNX uređaji korišteni u izradi prezentacijskog panela uspješno isprogramirani.



Slika 12.6. Zeleni kružići označavaju uspješno programiran KNX uređaj.



Slika 12.7. Svi KNX uređaji korišteni u projektu uspješno su programirani.

13. PREZENTACIJSKI PANEL SA KNX UREĐAJIMA

Prezentacijski panel s KNX uređajima i komponentama koje su neophodne za demonstraciju i rad KNX uređaja čija je svrha prezentacija rada KNX sustava namijenjenih za automatizaciju objekata prikazan je slikom 13.1.



Slika 13.1. Prezentacijski panel, prezentacija rada KNX sustava

Na prezentacijskom panelu dolje lijevo nalazi se DIN šina na koju su montirani KNX uređaji. Desno od KNX uređaja nalazi se razvodni ormarić s automatskim prekidačima i zaštitnim uređajem diferencijalne struje. Digitalni termostati nalaze se desno od razvodnog ormarića, a njihova namjena je uključenje grijanja, odnosno hlađenja tako što daju signal KNX uređaju digitalnih ulaza da treba uključiti, odnosno isključiti grijanje ili hlađenje. Grijanje i hlađenje prostorije simulirano je pomoću dvaju ventilatora koji se nalaze gotovo u sredini prezentacijskog panela. U gornjem lijevom kutu prezentacijskog panela nalazi se demonstracijska roleta kojom se upravlja pomoću tipki na KNX tipkalo koje se nalazi desno u nizu tipkala na prezentacijskom panelu. Halogena žarulja koja se nalazi u gornjem dijelu panela koristi se za demonstraciju rada prigušenja rasvjete KNX sustavom. LED

panel, LED reflektor crne boje kućišta i LED reflektor bijele boje kućišta služe za demonstraciju uključanja i isključenja rasvjete, za demonstraciju rada luksomata i demonstraciju rada izmjenične rasvjete izvedene s jednim KNX tipkalom i jednim klasičnim tipkalom koji daje signal KNX uređaju digitalnih ulaza te na taj način i obično tipkalo može biti bitan parametar za rad KNX sustava. Na samom vrhu prezentacijskog panela, iznad demonstracijske rolete vidi se luksomat, komponenta koja, kada je aktivna (kada detektira sumrak), napaja elektromagnetski svitak sklopnika, a preko kontakta sklopnika napaja se ulaz KNX uređaja digitalnih ulaza. Na taj način klasični luksomat postaje aktivan sudionik KNX sustava te se koristi za upravljanje radom vanjske rasvjete pomoću KNX sustava. Sheme ožičenja KNX uređaja i trošila prezentacijskog panela nalaze se u poglavlju 19. (*PRILOZI*).

14. ZAKLJUČAK

KNX sustavi namijenjeni su za automatizaciju kuća, zgrada, hotela itd. Sva komunikacija između KNX uređaja odvija se preko KNX sabirnice za što je potrebna jedna parica KNX kabela. Upravljanje objektom pomoću KNX sustava može osigurati veliku udobnost stanovanja i upravljanje objektom na daljinu, putem pametnog telefona ili nekog drugog uređaja za što je potrebno napraviti vizualizaciju cjelokupnog KNX sustava objekta. KNX uređaji još uvijek pripadaju skupini vrlo skupih proizvoda. Masovnijom primjenom, što znači i proizvodnjom, i cijena bi se mogla smanjiti, što će te proizvode učiniti pristupačnijima široj populaciji, otvoriti mogućnosti za nova radna mjesta, za ljude koji će se baviti projektiranjem i programiranjem KNX sustava. KNX sustavi u Republici Hrvatskoj još uvijek ne pripadaju svakidašnjici i sadašnjici, nego tek stvaraju put prema budućnosti u kojoj bi opstajala sve raširenija upotreba korištenja pametnih sustava upravljanja poslovnim prostorima, obiteljskim kućama, hotelima itd.

15. LITERATURA

- [1] <https://www2.knx.org/za/knx/technology/introduction/index.php>, (dostupno 8. kolovoza 2019.)
- [2] <https://bit.ly/2ktLdSy>, (dostupno 8. kolovoza 2019.)
- [4] <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/community/manufacturers/index.php>, (dostupno 9. kolovoza 2019.)
- [5] Horvat Domagoj: Završni rad - Elementi KNX instalacije, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, Osijek, 2017.,
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:1289/preview>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [6] ABB, SV/S30.640.5.1 Power SupplywithDiagnostics, 640 mA, MDRC,
<https://bit.ly/2lCZpZs>,(dostupno 17. kolovoza 2019.)
- [7] ABB, ABB i-bus® KNX Power Supplieswithdiagnostics, <https://bit.ly/2lSjECC>, (dostupno 14. kolovoza 2019.)
- [8] WAGO, Connectors for KNX/EIB Bus CouplerUnits, <https://bit.ly/2lCY6tw>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [9] ABB, USB Interface, 2-fold, MDRCUSB/S 1.1, 2CDG 110 008 R0011,<https://bit.ly/2lE9O7b>,(dostupno 24. kolovoza 2019.)
- [10] ABB, IP Gateway IG/S 1.1, <https://bit.ly/2lZ3Sg1>, (dostupno 14. kolovoza 2019.)
- [11] ABB,BinaryInputwith manual operation, 4-fold, 230 AC/DC, MDRC, 2CDG 110 091 R0011,<https://bit.ly/2kthJnO>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [12] ABB, UniversalInterface, 4-fold, FMUS/U 4.2, GH Q631 0070 R0111,<https://bit.ly/2jZcOL1>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [13] ABB,SwitchActuator, x-fold, 10 A, MDRCSA/S x.10.2.1, 2TZA710xx1R2101, <https://bit.ly/2jXPXzu>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [14]ABB, Universal Dim Actuator, 2-fold, 300 W/VA, MDRCUD/S 2.300.2, 2CDG 110 074 R0011,<https://bit.ly/2U5pnCn>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [15] ABB, ShutterActuator, 2-fold, 230 V AC, MDRCJA/S 2.230.1, GH Q631 0071 R0111, <https://bit.ly/2lXyvvD>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)
- [16] Schneider Electric, KNX modul dvostrukog tipkala MTN625299, <https://bit.ly/2k0pelU>, (dostupno 19. kolovoza 2019.)

- [17] ABB, MiniatureCircuitBreaker - S200 - 1P - B - 16 ampere, <https://bit.ly/2lEsW4Y>, (dostupno 22. kolovoza 2019.)
- [18] ABB, FH202 AC-40/0,3 ResidualCurrentCircuitBreaker, <https://bit.ly/2jZZ3vL>, (dostupno 22. kolovoza 2019.)
- [19] ABB, ESB20-11 230V 50Hz / 264V 60Hz, <https://bit.ly/2lybr6w>, (dostupno 22. kolovoza 2019.)
- [20] ABB, TM15/24 Failsafebelltransformer, <https://bit.ly/2kjXKrN>, (dostupno 23. kolovoza 2019.)
- [21] ABB, E229-B Indicatorlamps, <https://bit.ly/2kv4nr0>, (dostupno 23. kolovoza 2019.)
- [22] COmmel, Luksomat 314 - 201, <https://bit.ly/2k0r8D4>, (dostupno 23. kolovoza 2019.)
- [23] FEMTO electronics, DIGITAL TEMPRATURE CONTROLLER 1209, <https://bit.ly/2kiLoAd>, (dostupno 5. rujna 2019.)
- [24] ABB, ABB i-bus® KNX USB Interface USB/S 1.1, <https://bit.ly/2k0267b>, (dostupno 24. kolovoza 2019.)
- [25] <https://www.knx.org/knx-it/per-i-professionisti/newsroom/en/news/Special-offer-on-all-ETS-products-in-October/index.php>, (dostupno 24. kolovoza 2019.)
- [26] <https://www2.knx.org/no/knx/association/what-is-knx/index.php>, (dostupno 24. kolovoza 2019.)

16. OZNAKE I KRATICE

BC – (eng. *Backbone Coupler*), spojnica linijskih spojnica

CENELEC – (eng. *European Committee of Electrotechnical Standardisation*), europski odbor za elektrotehničku standardizaciju

CSMA/ CA – (eng. *Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*), višestruki pristup / izbjegavanje slanja podataka sa više uređaja u isto vrijeme

EIB – (eng. *European Installation Bus*), europski standard za instalacijsku sabirnicu

ETS – (eng. *Engineering Tool Software*), inženjerski programski alat

IP – (eng. *Internet Protocol*), protokol korišten za internet

LC – (eng. *Line Coupler*), linijska spojnica

PL – (eng. *Power Line*), napanjanje električnom energijom, električna instalacija

RF – (eng. *Radio Frequency*), radijska frekvencija

SELV – (eng. *Safety extra low voltage*), sigurnosno mali napon

TP – (eng. *Twister Pair*), upletena parica kabela

17. SAŽETAK

Naslov: Automatizacija zgrada zasnovana na KNX standardu

U ovom završnom radu opisan je princip rada KNX sustava, opisane su prednosti i nedostaci u odnosu na druge tehnologije koje se koriste ili su se koristile za automatizaciju zgrada. Nabrojani su i opisani KNX uređaji i popratne komponente korištene za izradu prezentacijskog panela čija je svrha demonstracija rada KNX sustava u stvarnom okruženju.

Za sve uređaje korištene na prezentacijskom panelu opisan je način programiranja i njihovo programsko rješenje te je opisan načina rada u inženjerskom alatu ETS5 koji se koristi za programiranje KNX uređaja.

Ključne riječi: automatizacija zgrada, KNX sustav, KNX uređaj, ETS5.

18. ABSTRACT

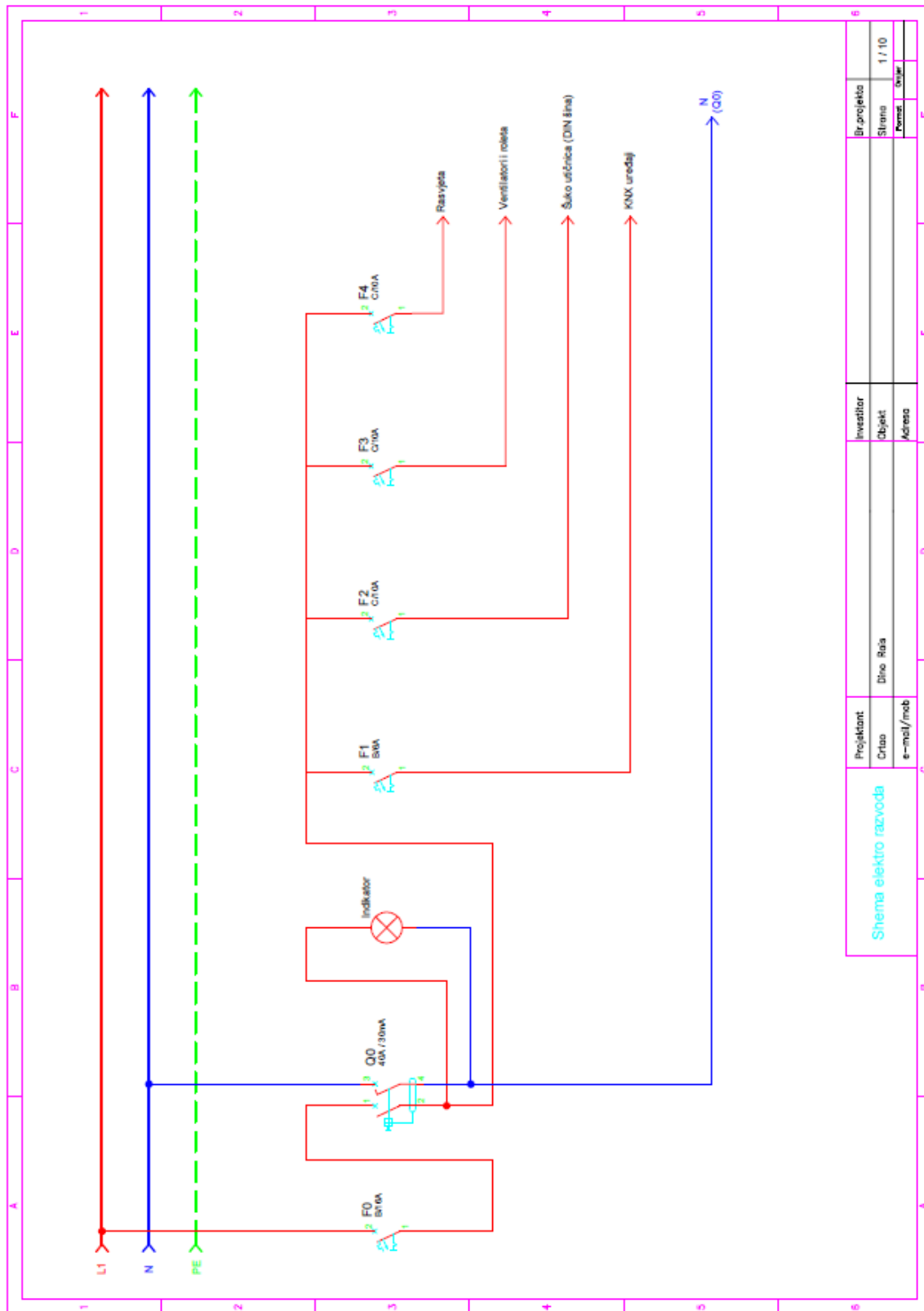
Title: Building Automation Based on the KNX Standard

This final paper describes the principle of operation of the KNX system, describes the advantages and disadvantages of other technologies used now or in the past for the automation of buildings. KNX devices and the accompanying components, used on the presentation panel to demonstrate the operation of the KNX system in a real environment, are listed and described. For all the devices used in the presentation panel, the programming method and their programming solution is described. Operating mode in the ETS5 engineering tool used for programming the KNX device is also described.

Keywords: Building Automation, KNX system , KNX device, ETS5.

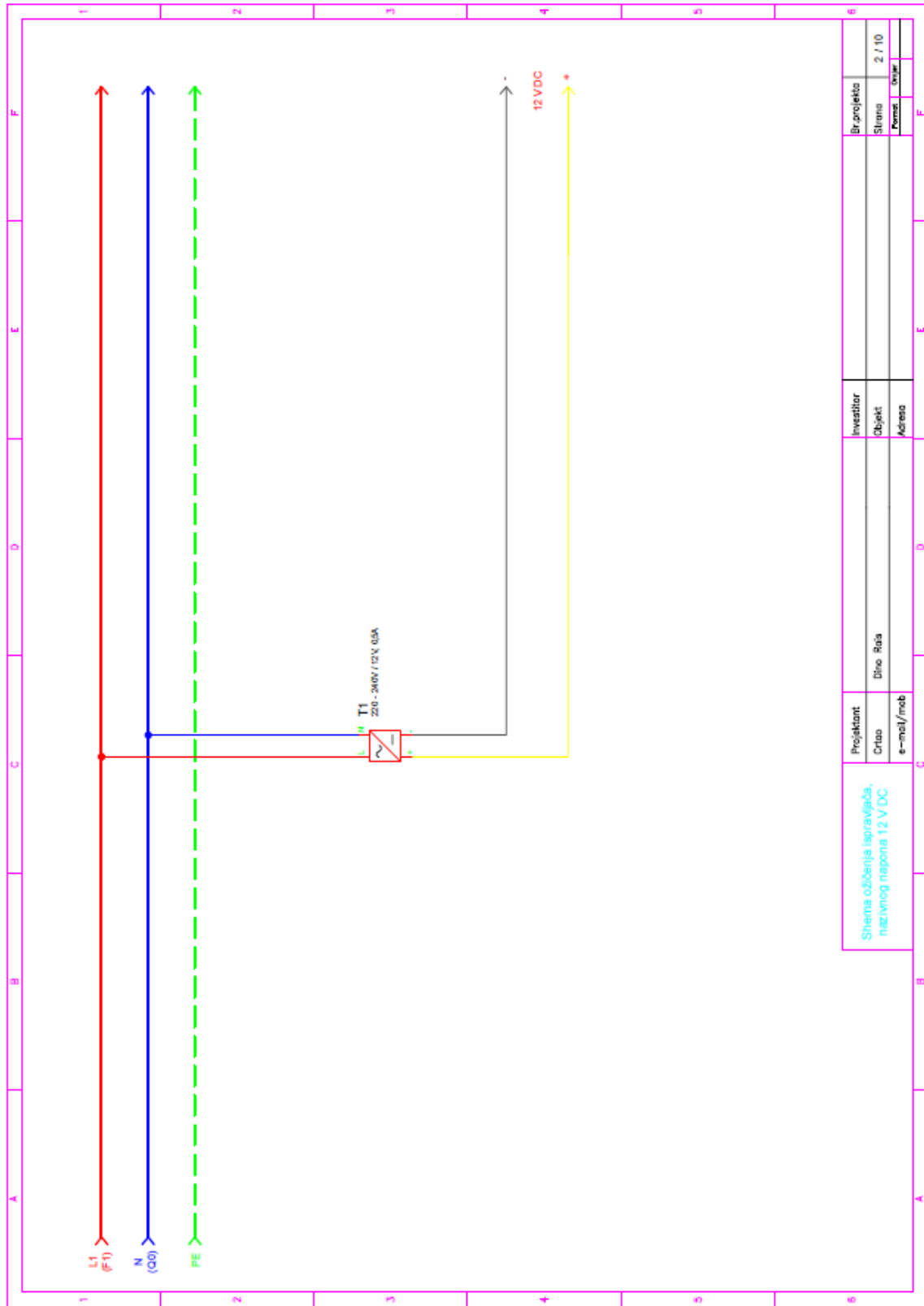
19. PRILOZI

U prilogu se nalaze energetske i upravljačke sheme prezentacijskog panela s KNX uređajima. Sheme su crtane u programskom alatu AutoCAD.



Shema elektro razvoda

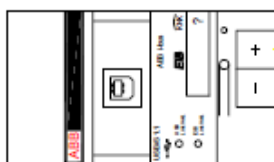
Projektant	Crtao	Dizno Rada	Investitor	Društvo/je	
				Objekt	1 / 10
				Adresa	
e-mai/mob				Poznat	
				Ostali	



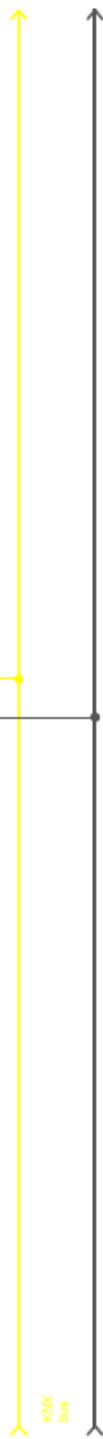
Shema ožbejenja ispravnika,
nazivnog napona 12 V DC

Projektant	Investitor	Drugojeleba
Crnac	Objekt	Streha
e-mca/mcb	Adresa	Poznat
		Ostali
		2 / 10

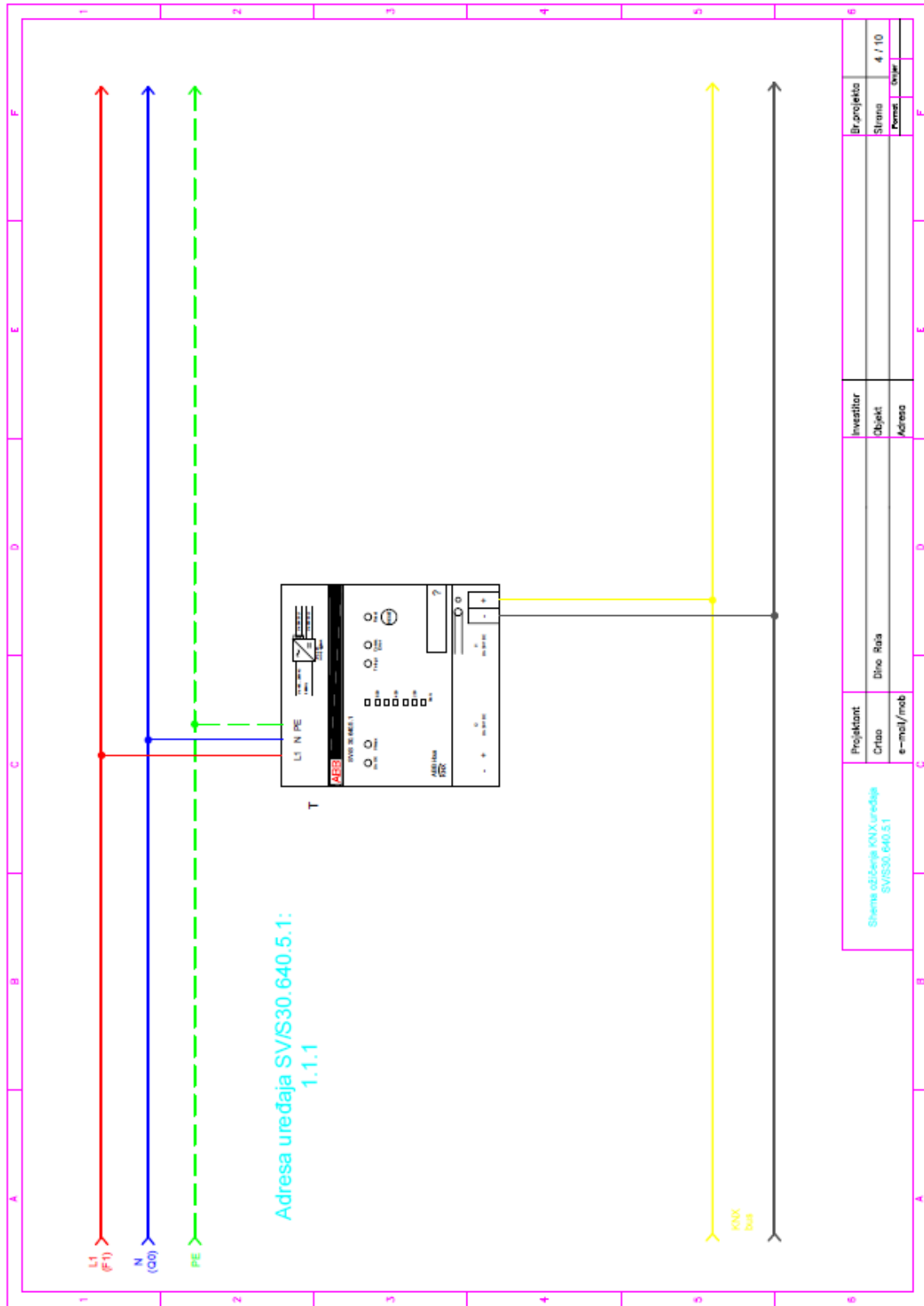
Adresa uređaja USB/S1:1:
1.1.255



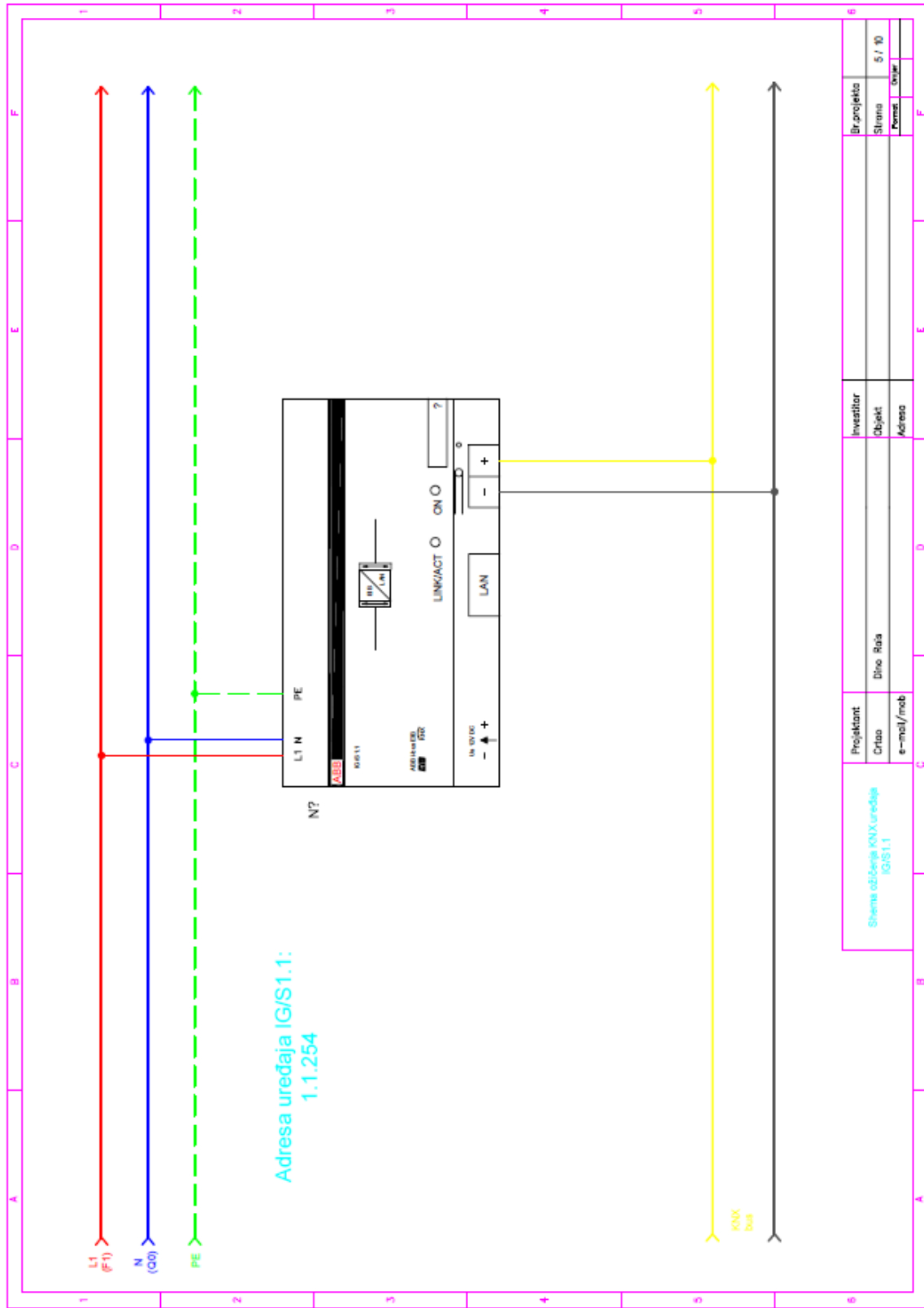
N?



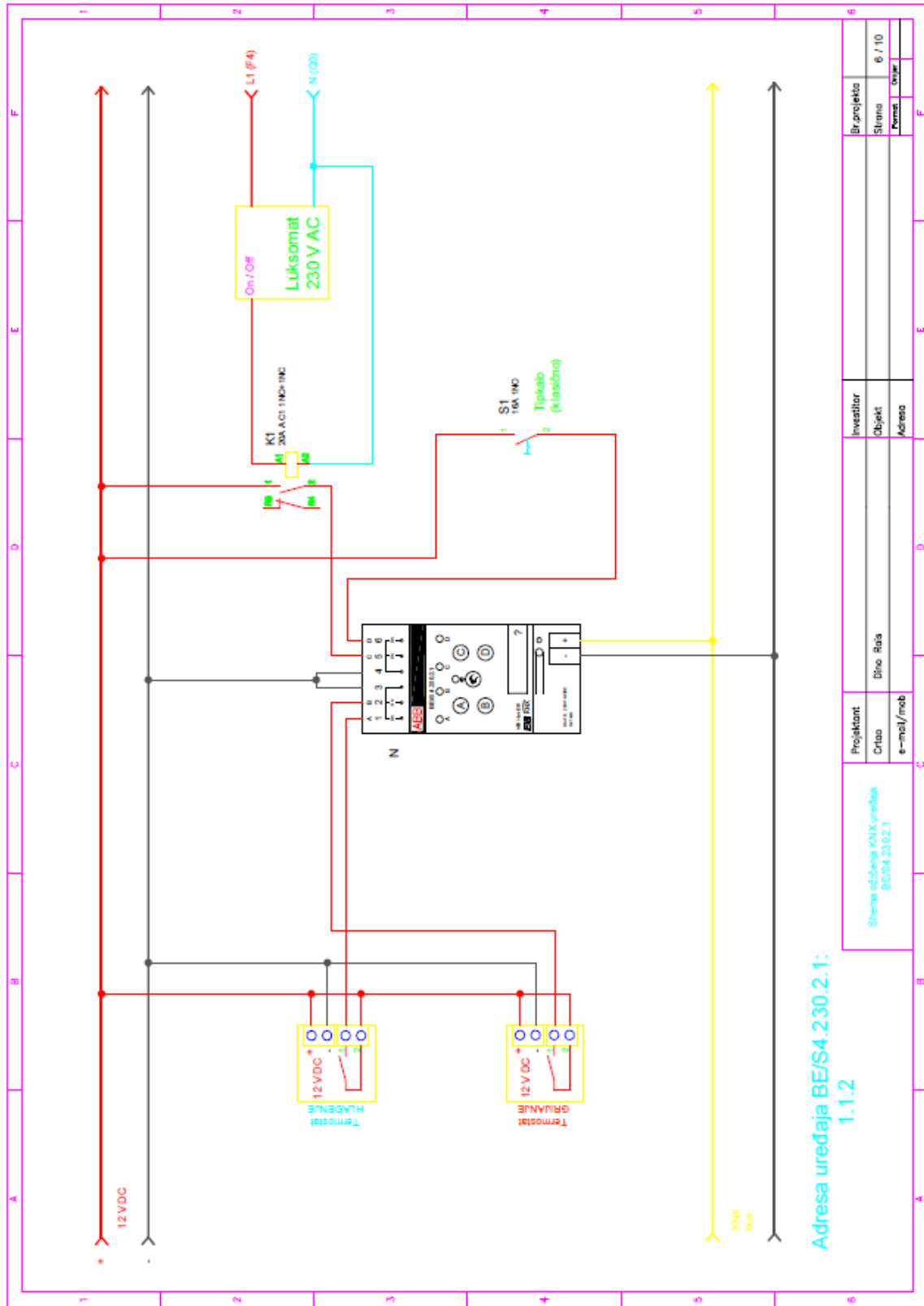
Projektant		Investitor		Društvo	
Ime i Prezime		Ime i Prezime		Ime i Prezime	
e-mail/mob		Adresa		Adresa	
Društvo		Objekt		Strana	
e-mail/mob		Adresa		3 / 10	
				Poznat	
				Odobren	



Projektant	Bilno Rata	Investitor	Društvo	
			Ime	Adresa
			e-mail/mob	
Shema održanja KNX uređaja SV/S30.640.5.1	Crtao	Objekt	Društvo	
			Ime	Adresa
			e-mail/mob	
Strana		List		
4 / 10		1		

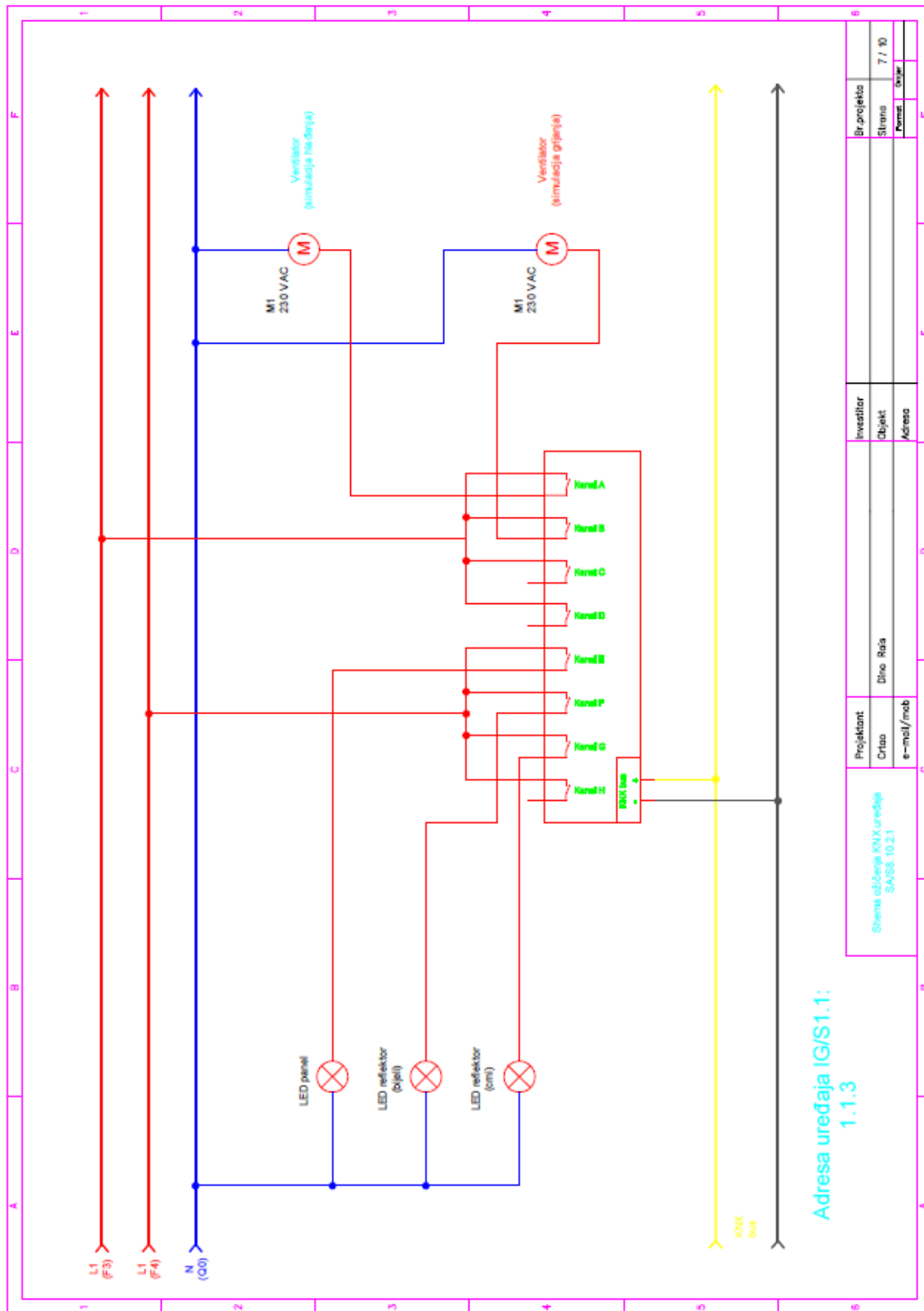


Projektant		Investitor		Društvo	
Šema odobrena IG/S1.1		Društvo		Strana	
Crtao		Objekt		5 / 10	
e-mail/mob		Adresa		Poznat	
				Ostalo	



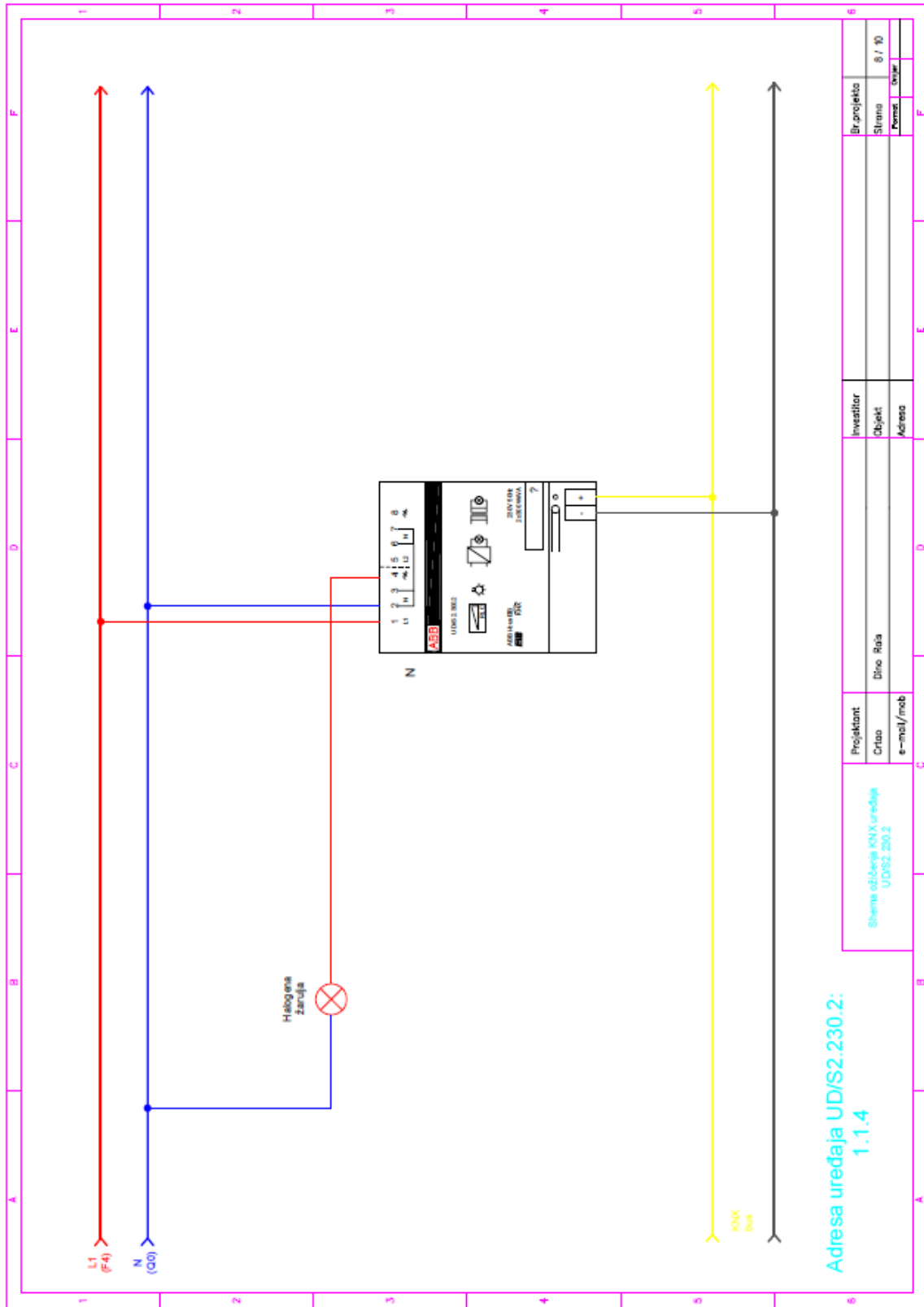
Adresa uredjaja BE/S4.230.2.1:
1.1.2

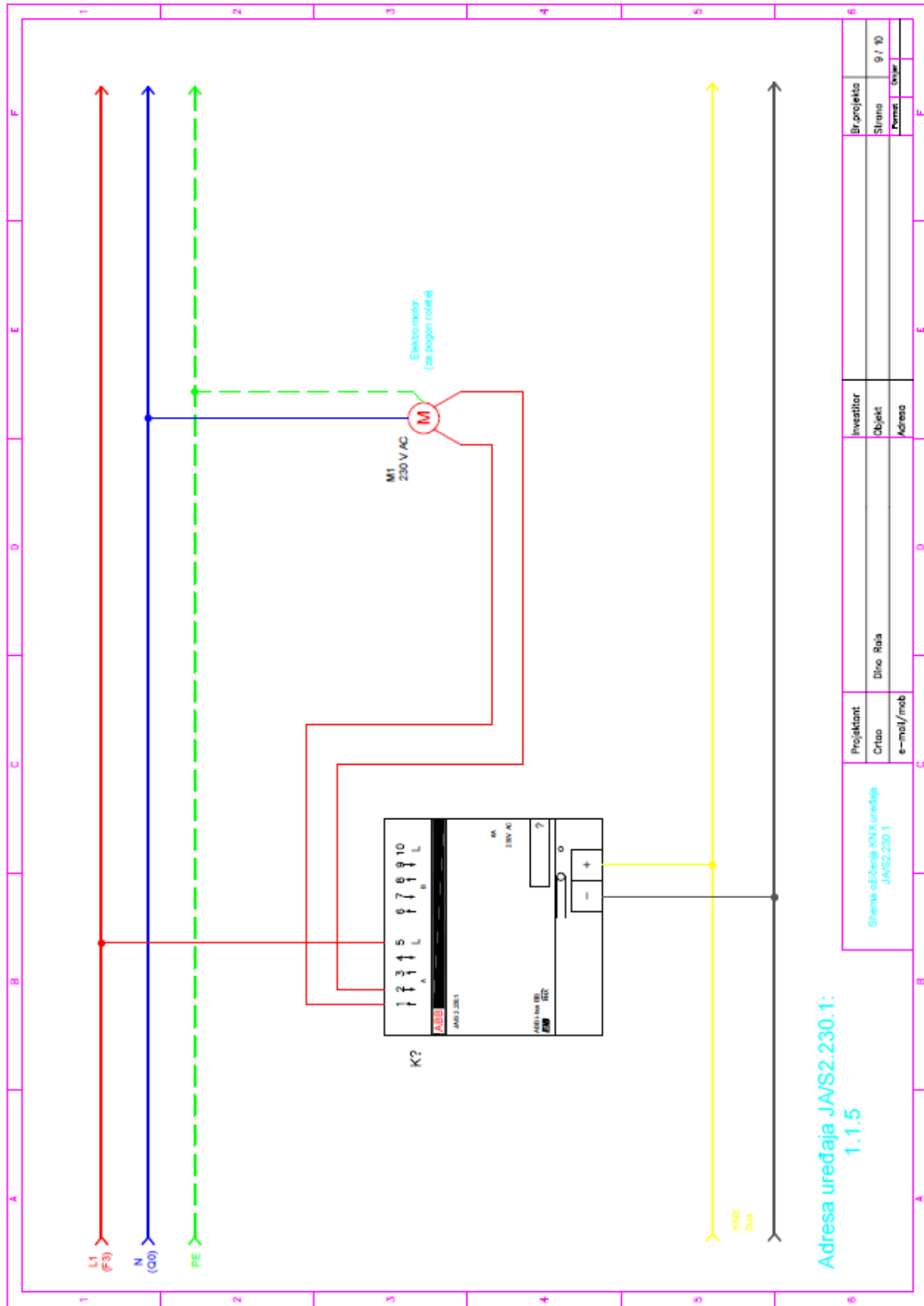
Projektant		Investitor		Društvo	
Črtalo		Objekt		Strana	
e-mcaj/mcb		Adresa		6 / 10	
Shema odloženja KNX uredjaja BE/S4.230.2.1				Poznat	
				Ostalo	



Adresa uređaja IG/S1.1:
1.1.3

Projekat		Investitor	
Crtao	e-mail/mob	Objekt	Adresa
Društvo		Društvo	
Bilješka		Bilješka	
Datum		Datum	
Stranica		Stranica	
7 / 10		7 / 10	

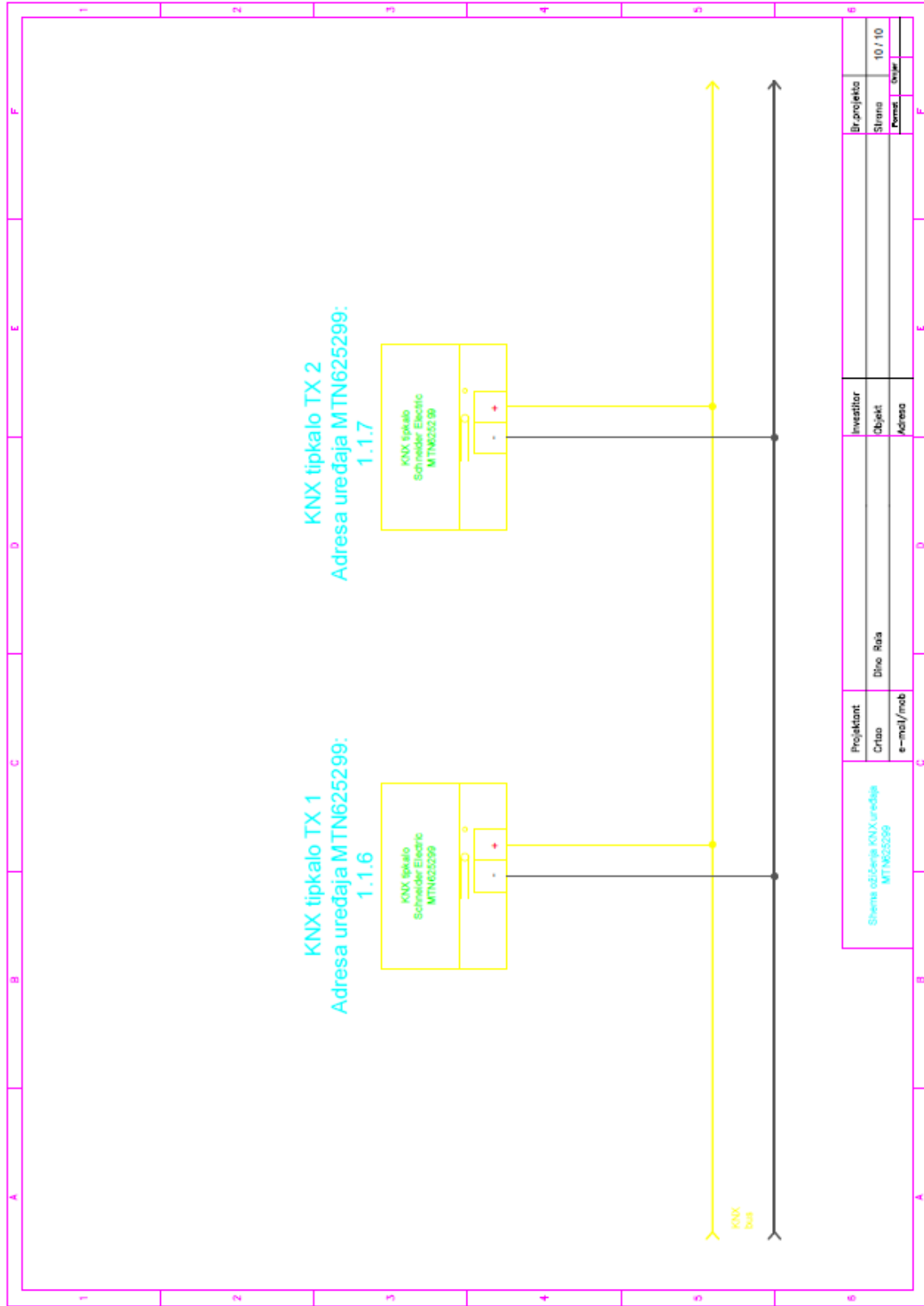




Adresa uređaja JVS2.230.1:
1.1.5

Projekatant		Investitor		Društvo	
Crtao		Objekt		Strana	
e-mail/mob		Adresa		Poznat	
				Ostalo	
				9 / 10	

Shema odloženja KNX uređaja
JVS2.230.1



Projektant		Investitor		Društvo	
Crtao e-mca/mcb		Društvo Rada		Strana	
Shema od strane KNX uređaja MTN625299		Objekt		10 / 10	
		Adresa		Poznat Ostali	

IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>17.10.2019.</u>	Dino Rais	<i>Dino Rais</i>

Prema Odluci Veleučilišta u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Veleučilišta u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Dino Rais

ime i prezime studenta/ice

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 17.10.2019.

Dino Rais

potpis studenta/ice