



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Elektroenergetika

Modul: Sodobne električne inštalacije

## **INTELIGENTNE INŠTALACIJE**

Mentor: mag. Marko Smole, univ. dipl. inž. el.

Lektorica: Maja Antosiewicz Škraba, univ. dipl. slov.

Kandidat: Marko Mršič

Ljubljana, april 2018

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. mag. Marku Smoletu za vso pomoč, potrpežljivost in strokovne nasvete.

Hvala družini in prijateljem, ker me podpirajo in spodbujajo na novih poteh.

Zahvaljujem se sodelavcem in vsem ostalim, ki so mi ob izdelavi diplomskega dela stali ob strani in mi na kakršen koli način pomagali.

## **IZJAVA**

»Študent Marko Mršič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Marka Smoleta, univ. dipl. inž. el.«

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

Dne \_\_\_\_\_

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

## **POVZETEK**

Z elektroinštalacijami se srečujemo vsakodnevno, saj so osnova funkcionalnosti električnih sistemov v objektih. Tako imenovana klasična elektroinštalacija postaja iz dneva v dan preobsežna, zato se je razvila oz. se še razvija sodobna inštalacija s pomočjo informatike. Rezultat tega razvoja je inteligentna inštalacija, ki je združila sistem za napajanje električnih naprav z informacijskim sistemom.

V diplomskem delu predstavljamo sistem KNX/EIB, ki se je v Evropi in Sloveniji že zelo dobro uveljavil. Glavni namen naloge je bil integracija inteligentnega sistema v stanovanjski hiši. Opisali smo delovanje inteligentnega sistema inštalacij in prikazali možnosti upravljanja.

Vsebina dela je razdeljena na osem poglavij. V prvem delu je predstavljen osnovni pomen sistema inteligentnih inštalacij. V nadaljevanju so predstavljene prednosti in slabosti takšnega sistema, topologija in standardizacija na tem področju. Opisali smo, kaj nam sistem nudi, njegove posamezne naprave, elemente in načine njihove uporabe. V zadnjem delu diplomskega dela pa je predstavljena projektna naloga, ki temelji na praktičnem prikazu vgradnje sistema KNX/EIB inteligentne inštalacije v stanovanjsko hišo. Za izvedbo hišnih inštalacij v stanovanjski hiši smo skupaj s sodelavci izdelali sistem KNX/EIB in ga s pomočjo programerja tudi spravili v pogon.

Ključne besede: elektroinštalacije, inteligentna inštalacija, sistem KNX/EIB, hišne inštalacije.

## **SUMMARY**

Electrical installation work is part of our everyday lives as it is essential for functional operation of electrical systems in buildings. However, standard electrical installation is becoming more extensive with every passing day, which led to the development of modern electrical installation method using information technology. The result is an intelligent installation uniting the electronic devices power supply and the information system.

The thesis presents the KNX/EIB system that has become well established both in Europe and in Slovenia. The purpose of the thesis was therefore to install an intelligent system in a house. We described the functioning of the intelligent installation system and the possibilities for its use.

The thesis is divided into eight chapters. The first part discusses the basic concept of the intelligent installation system. The following part explains the advantages and disadvantages of such system as well as topology and standardisation in this area. We also explained all aspects of the system, its individual devices and elements, but

also how to use them. The last part, however, consists of a project specification based on a practical demonstration of setting up the KNX/EIB intelligent installation system in a house. In addition, we designed the KNX/EIB system for home installations with the help of colleagues and a programmer who set the system in motion.

Keywords: electrical installation works, intelligent installation, KNX/EIB system, home installations.

## KAZALO

1.	UVOD .....	1
2.	INTELIGENTNA INŠTALACIJA SISTEMA KNX/EIB .....	2
2.1	Predhodni sistemi KNX/EIB pametnih inštalacij .....	3
3.	STANDARD KNX/EIB .....	4
3.1	Protokol KNX .....	4
3.2	Komunikacijski medij.....	5
4.	KAJ OMOGOČA SISTEM KNX/EIB .....	6
4.1	Delovanje sistema KNX/EIB.....	7
4.2	Prednosti in slabosti sistema KNX/EIB.....	8
5.	TOPOLOGIJA SISTEMA KNX/EIB.....	9
5.1	Osnovna zgradba sistema KNX/EIB .....	9
5.1.1	Linija BUS .....	10
5.1.2	Območna linija .....	10
5.1.3	Hrbtenični sistem.....	11
5.1.4	Fizični naslov.....	11
5.1.5	Skupinski naslovi.....	12
5.1.6	Prenos podatkov .....	12
5.2	Telegram .....	13
5.2.1	Kontrolno polje (control field) .....	14
5.2.2	Podatkovno polje (data field) .....	14
5.2.3	Preverjeno polje (checksum field).....	14
6.	ELEMENTI SISTEMA KNX/EIB.....	15
6.1	Osnovni elementi .....	15
6.1.1	Napajalnik .....	15
6.1.2	USB-priključnica .....	15
6.2	Sistemske elementi.....	15
6.2.1	Sklopna enota BUS .....	15
6.2.2	Linijski sklopnik.....	16
6.2.3	Linijski ojačevalnik.....	16
6.3	BUS-naprave KNX/EIB .....	16
6.3.1	Aktuatorji .....	16

6.3.2 BUS-naprave KNX/EIB.....	17
6.3.3 Tipke .....	18
7. UPORABA SISTEMA KNX/EIB .....	18
7.1 Razsvetljava .....	18
7.2 Ogrevanje in hlajenje .....	19
7.3 Senčila.....	19
7.4 Tehnično varovanje in videonadzor.....	21
7.5 Multimediji.....	21
7.6 Nadzor objekta.....	21
8. PROGRAMSKI PAKET ETS .....	22
9. STANOVANJSKI OBJEKT .....	24
9.1 Predstavitev sistema KNX/EIB v hiši Železnik.....	28
10. ZAKLJUČEK.....	30
11. LITERATURA IN VIRI.....	32

## KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Logotip združenja Konnex</i> .....	2
<i>Slika 2: Predstavitev pametne inštalacije</i> .....	3
<i>Slika 3: Kabel J – Y (St) Y 2 x 2 x 0,8 mm</i> .....	6
<i>Slika 4: Upravljanje inštalacije EIB</i> .....	6
<i>Slika 5: Delovanje sistema KNX/EIB</i> .....	8
<i>Slika 6: Področja topologije KNX/EIB</i> .....	10
<i>Slika 7: Drevesna struktura linije BUS</i> .....	11
<i>Slika 8: Prenos podatkov po vodilu</i> .....	12
<i>Slika 9: Struktura telegrama</i> .....	13
<i>Slika 10: Naslovno polje – fizični naslov</i> .....	14
<i>Slika 11: Shema sklopne enote BUS – BCU</i> .....	16
<i>Slika 12: Aktuator</i> .....	17
<i>Slika 13: BCU in AU</i> .....	17
<i>Slika 14: Področja uporabe sistema EIB</i> .....	18
<i>Slika 15: Tipalo sončne svetlobe/mraka</i> .....	20
<i>Slika 16: Senzor za veter</i> .....	20
<i>Slika 17: Multimedij: hišni kino</i> .....	21
<i>Slika 18: Centralni zaslon (Info Touch Terminal)</i> .....	22
<i>Slika 19: Struktura ETS</i> .....	23
<i>Slika 20: Projektiranje z ETS 3</i> .....	24
<i>Slika 21: Hiša Železnik</i> .....	25

## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

EIB	European Installation BUS (evropsko instalacijsko vodilo)
KNX	Konnex Association (združenje proizvajalcev opreme KNX)
EIBA	European Installation BUS Association (združenje proizvajalcev EIB)
BCU	Bus coupling unit (povezovalni modul naprave EIB/KNX na linijo BUS)
BD	Bus Device (naprava BUS)
BUS	Vodilo, po katerem se prenašajo informacije
AKTUATOR	Izvršilni element sistema
EHS	European Home System (evropsko vodilo za hišno avtomatizacijo)
HID	Human Interface Device
AU	Application unit
EHSA	European Home Systems Association
EHSN	European Home System Network
HVAC	Heating, ventilation and air conditioning (ogrevanje, prezračevanje in klimatizacija)



CSMA/CA      Carri Sense Multiple Access with Collision Avoidance (Carrie – smiselni večstopenjski dostop z izogibanjem trku)

ESPRIT      Evropski strateški program za raziskave na področju informacijskih tehnologij

EEPROM      Electrically erasable programmable read-only memory (izbrisljiv programabilni bralni pomnilnik)

ETS      Engineering Tool Software (orodje za programiranje)

ETE      Engineering Tool Environment (orodje za strojno orodje)

## 1. UVOD

Nekoč so bile inteligentne zgradbe v gradbeni panogi prihodnost, dandanes pa so realnost, saj z njimi dosežemo manj porabljene energije, omogočajo več udobja in varnosti. Iz leta v leto so električne naprave elektronsko naprednejše, vendar pa med seboj niso povezljive. Uporabnik si želi električne naprave upravljati enostavnejše, predvsem pa z enega mesta, zato potrebuje inteligentne inštalacije, ki jih poznamo tudi pod imenom pametne inštalacije. Eden izmed takšnih sistemov je tudi KNX/EIB. KNX/EIB je mrežni komunikacijski standard za avtomatizacijo zgradb, pri katerem vse komponente za upravljanje zgradb komunicirajo prek enega skupnega jezika.

Sisteme v inštalacijah delimo na električni del, strojni del in varnostno-nadzorni del. S pomočjo pametnih oziroma inteligentnih inštalacij jih združimo v enovit sistem, da skupaj delujejo kot celota. Prej ločene sisteme, kot so ogrevalno-hladilni sistemi, prezračevalni sistemi, svetlobna telesa, varnostno-tehnični sistemi in upravljanje žaluzij, danes integriramo v celovit sistem, kateremu pravimo inteligentna inštalacija. Vse električne naprave v hiši, vključno z električnimi gospodinjskimi aparati, so medsebojno povezane in združene v enotni sistem. Takšen enoten sistem predstavljajo medsebojno povezani podsistemi, ki vsebujejo dodatne funkcije in izboljšujejo kakovost našega bivanja.

Komunikacija inteligentnih inštalacij poteka prek podatkovnega kabla, RF-signala oz. brezžične LAN-komunikacije. Komunikacija poteka prek nadstandardnih naprav, kot so zasloni, aplikacije na pametnih telefonih, tablicah in razne vizualizacije na računalnikih, ki nam omogočajo upravljanje s sistemom, kadar nas ni doma. Program, ki ga nastavimo po naših željah, se tako lahko odvija samodejno, npr. gretje se ob odprtem oknu zmanjša ali izklopi, senčila se ob poslabšanju vremena dvignejo oz. spustijo ob sončnem vremenu in tako preprečijo pregrevanje prostorov.

Opažamo, da je integracija pametnega sistema KNX/EIB v Sloveniji vedno bolj pogosta, saj se v zadnjih letih na tržišču pojavlja vedno več sistemov, t. i. pametnih ali inteligentnih inštalacij, kot npr. razni sistemi BUS (Domotics ali ENTIA), Modbus, sistemi Bac-net in LON. V diplomskem delu bomo predstavili glavne lastnosti takih sistemov, kriterije za njihovo izbiro ter primerjali med seboj nekaj najbolj pogosto uporabljenih sistemov.

Naš namen je predstavitev načrtovanja in izvedbe avtomatizacije sistema ter opisati njegove elemente in povezave, programiranje in končno funkcionalnost. Cilj je prikazati sisteme sodobne izvedbe pametne električne inštalacije, njene prednosti in slabosti. Na primeru električne inštalacije v zgradbi bomo natančneje predstavili sistem KNX, njegovo načrtovanje, izvedbo in uporabo ter vzdrževanje.

Pri izdelavi diplomskega dela bomo uporabili deskriptivno metodo z opisovanjem posameznih pojmov, obstoječih stanj in dejstev. Uporabili bomo metodo kompilacije s povzemanjem znanj, stališč in mnenj posameznih avtorjev v splošno hipotezo ter študijem domače in tuje literature, vezano na proučevano problematiko. Uporabili bomo tudi komparativno metodo, kjer gre za proučevanje na nivoju primerjanja dejstev in odnosov z namenom odkrivanja podrobnosti in razlik.

V praktičnem delu diplomskega dela bomo uporabili analitični pristop, ki poudarja raziskovanje vzrokov pojavov ali procesov, skozi proučevanje teoretičnih dognanj pa bomo izvedli povezavo s posameznimi sklepi. Raziskava velja za primer električnih inštalacij stanovanjske hiše, ki bo prikazana v nalogi, a so ugotovitve splošno uporabne tudi v drugih, podobnih primerih.

## 2. INTELIGENTNA INŠTALACIJA SISTEMA KNX/EIB

Inteligentna inštalacija je nadgradnja klasične elektroinštalacije, ki jo poznamo danes. Prve ideje o sistemu EIB segajo v začetek devetdesetih let. Cilj je bil, da neodvisno od proizvajalca poenotijo normative za popolno kompatibilnost. Razvil se je sistem EIB, ki ga danes poznamo kot predhodnika sistema KNX (slika 1). Sistem EIB oz. sistem inteligentnih inštalacij je kratica za evropski inštalacijski BUS, ki standardizira sodobno inštalacijo. Leta 1990 so se najmočnejši proizvajalci inštalacijske opreme združili in ustanovili združenje EIBA. Njihove glavne naloge so bile priprava pravil in usmerjenje proizvajalcev k enotnemu standardu.

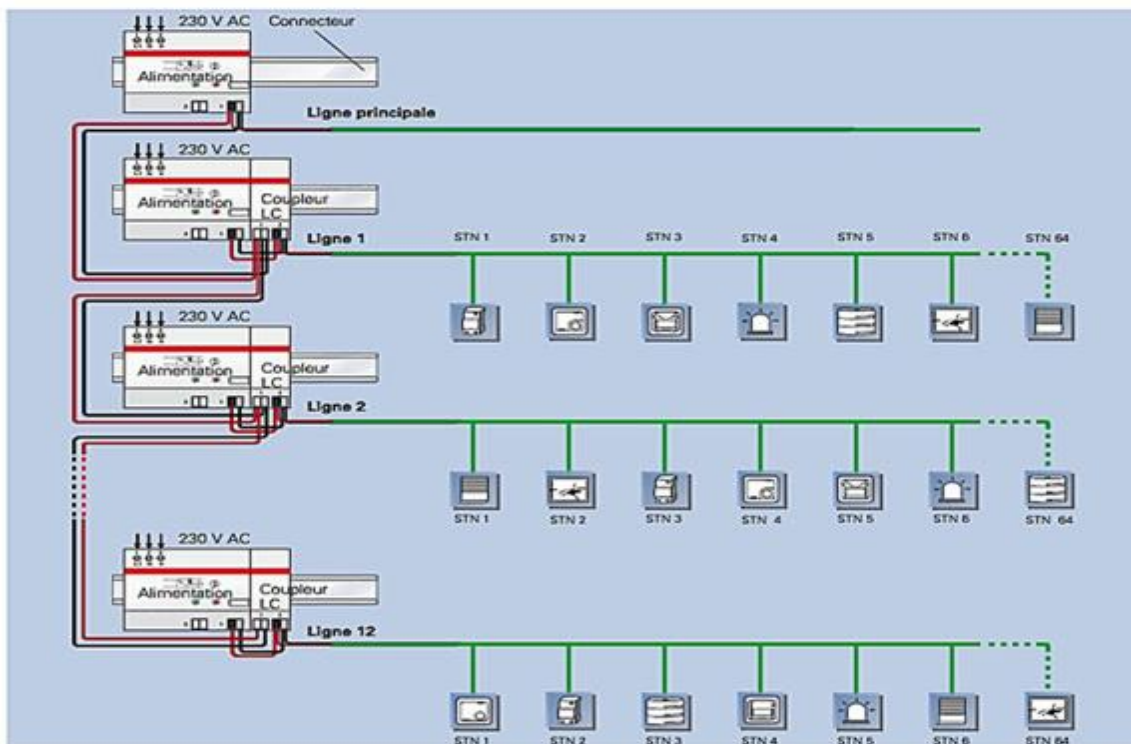
Kasneje so se na trgu pokazale zahteve po bolj učinkovitem sistemu, saj sistem EIB ni več zadoščal trgu. Leta 2002 je bilo v Bruslju ustanovljeno združenje Konnex. Ustanovili so ga člani združenj EIBA, EHSA in Batibus Club Internacional. Njihov glavni cilj je bil razvoj enotnega standarda KNX, ki bo združil in poenotil posebnosti vseh sistemov pametnih inštalacij in zagotovil popolno kompatibilnost s sistemom EIB. S tem so v poslovnih in klasičnih zgradbah inteligentne inštalacije še nadgradili. Od leta 2004 so elementi EIB označeni s KNX/EIB.



Slika 1: Logotip združenja Konnex  
(Vir: [www.knx.org](http://www.knx.org))

Sistem KNX/EIB omogoča nevidno vključitev različnih enot in funkcij. Aktuatorji, potrebni za nadzor gradbene opreme za upravljanje, so: razsvetljava, senčila

(žaluzije, rolete), varnostni sistemi, upravljanje z energijo, ogrevanje, prezračevanje, nadzorni sistemi, daljinski nadzor, avdio- in videonadzor itd.



povsem enostavno. Stikala, regulatorji in tipala omogočajo prilagoditev posameznega prostora z enostavnim pritiskom na gumb in shranjevanje posebnih nastavitvev prostora. Za prenos kontrolnih podatkov, ki vsebujejo komponente za upravljanje zgradb, je potreben sistem KNX inteligentnih inštalacij, ki odpravlja probleme izoliranih naprav z zagotavljanjem, da vsi deli komunicirajo prek skupnega jezika.

## 2.1 Predhodni sistemi KNX/EIB pametnih inštalacij

Poznamo različne sisteme pametnih inštalacij. V nadaljevanju so opisani sistemi batibus, EHS in EIB.

Sistem **batibus** se je prvič pojavil leta 1989. Zasnovan je bil kot odprt sistem, na podlagi katerega so naprave med seboj komunicirale. Uporabljal se je za sistem HVAC (ogrevanje, prezračevanje in klimatizacija), tehnično varovanje in razsvetlavo. Njegova funkcionalnost je temeljila na TP-žični zvezi in je potekala čez celoten objekt ter med seboj povezovala elemente. Komunikacija sistema je delovala po principu CSMA/CA (Carrie Sense Multiple Access with Collision Avoidance) in je omogočala, da je vsaka naprava dostopala do medija, ki nadzoruje prenos podatkov. Protokol batibus je bil standardiziran kot standard ISO/IEC.

Sistem **EHS** se je razvil približno leta 1989 s strani mednarodnega konzorcija. S strani Evropske komisije za raziskave in tehnični razvoj je prišla pobuda za ustanovitev evropskega strateškega programa za raziskave na področju informacijskih tehnologij (ESPRIT). Ideja je bila vzpostaviti komunikacijsko omrežje, ki bi bilo namenjeno uporabi aplikacij v stanovanjskih objektih. Poimenovali so ga hišno sistemsko omrežje. Sistem EHS se je uporabljal za upravljanje z energijo, sisteme HVAC, krmiljenje ogrevanja, krmiljenje in nadzor temperaturnih tipal, razsvetljavo itd. Leta 1992 se je sistem EHS standardiziral kot European Home System Network (EHSN).

Sistem **EIB** se je pojavil leta 1990. Skupina 15 najmočnejših proizvajalcev električne inštalacijske opreme na področju sistemov EIB, med katerimi so bila podjetja Siemens, Jung, Gira in Merten, je ustanovila združenje EIBA. EIBA je podprlo več kot 120 proizvajalcev električne opreme in še dandanes tvorijo glavnino sistema KNX/EIB oz. združenja Konnex. Sistem KNX/EIB je decentraliziran sistem, kar pomeni, da vsaka enota funkcionira kot samostojna enota. Osnovne aplikacije, ki so se pojavljale v sistemu KNX/EIB, so bile gretje in hlajenje, razsvetljava (upravljanje z žaluzijami) in varnost. Osnovni programski paket za programiranje se je imenoval ETS2. Oprema elementov EIB se je programirala prek komunikacijskega vmesnika RS 232. Programski paket ETS je danes osnova za programiranje opreme KNX/EIB, zato so imele naprave na začetku nastajanja sistema KNX/EIB oznako EIB/KNX.

### 3. STANDARD KNX/EIB

KNX/EIB je svetovni standard za kontrolo aplikacij v domu in nadzor nad zgradbami. Odobren je kot:

- MEDNARODNI STANDARD (ISO/IEC14543-3),
- evropski standard (CENELEC EN50090, CEN EN 13321-1 in 13321-2),
- KITAJSKI STANDARD (GB/T 20965),
- standard ANSI/ASHRAE (ANSI/ASHRAE 135).

#### 3.1 Protokol KNX

Protokol KNX je zasnovan na komunikacijskem skladu protokola EIB in razširjen s konfiguracijskim načinom in aplikacijskimi izkušnjami protokolov oziroma standardov EHS in batibus.

Vrsta konfiguracije je odvisna od vrste namestitvenega programa:

- e-način (preprost način): te naprave e-mode je mogoče nastaviti brez računalnika, ki ga usposobljeni elektroinštalater lahko nastavi z minimalnim treningom;
- s-način (sistemski način): te naprave zahtevajo nastavitve računalnika z ETS, zato je potrebno računalniško znanje in znanje o orodju ETS.

Vzrok, zakaj se standard KNX/EIB vse bolj uveljavlja in postaja vse bolj pogost standard za vse tehnične omrežne aplikacije v stanovanjskih in poslovnih objektih, so pretekla znanja in izkušnje s tega področja. Inteligentni sistem KNX/EIB razvijalcem strojne opreme ponuja širok spekter možnosti pri oblikovanju naprav, ki so del sistema KNX/EIB.

### 3.2 Komunikacijski medij

Standard KNX/EIB podpira veliko število komunikacijskih medijev, kar omogoča prilagoditev sistema uporabniku. Ti mediji so:

- PL 110 (napajalna črta) je komunikacijski medij, ki je bil prevzet iz sistema EIB. Njegov namen je, da operira in komunicira z drugimi napravami na istem električnem distribucijskem omrežju;
- TP-1 (Twisted Pair), ki je bil prav tako prevzet iz sistema EIB, je namenjen certificiranim napravam TP-1, da operirajo in komunicirajo druga z drugo na isti liniji BUS;
- RF (radijska frekvenca) je komunikacijski medij, ki se ga uporablja za radijski signal, in sicer za oddajanje in sprejemanje telegramov KNX. Omogoča eno-ali dvosmerno komunikacijo;
- IP (internetni protokol) je komunikacijski medij, ki se ga uporablja za filtriranje ali usmerjanje telegramov KNX. Hrbtenica TP je tako zamenjana s hitrejšo osnovno linijo (Ethernet).

Skladno s pravili KNX/EIB in standardi DIN VDE 0207 lahko za komuniciranje med elementi uporabimo kabel YCYM – 2 x 2 x 0,8 mm. Njegova karakteristika je, da ga lahko polagamo v vlažnih prostorih in nadometno. V skladu s standardi DIN VDE 0815 lahko uporabimo tudi kabel J-Y (St) Y 2 x 2 x 0,8 mm (slika 3), vendar ga pravila KNX/EIB priporočajo za uporabo v ceveh v notranjosti objektov. Za prenos podatkov in napajanje naprav imamo dovolj le dve žici.

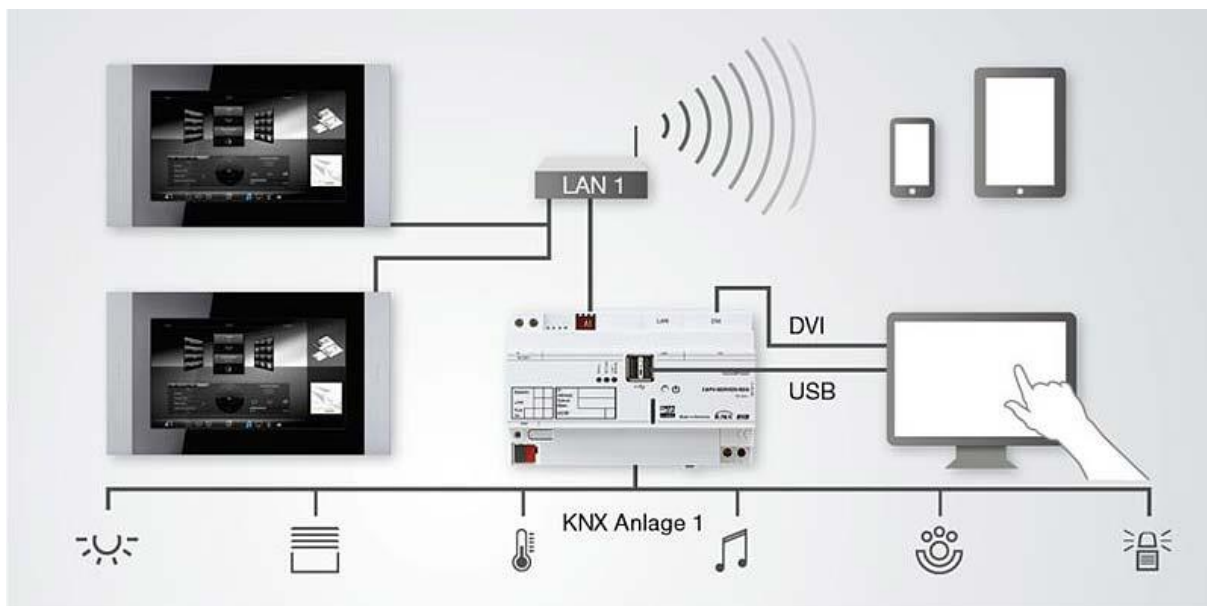


Slika 3: Kabel J– Y (St) Y2 x 2 x 0,8 mm  
(Vir: [www.conrad.com](http://www.conrad.com))

## 4. KAJ OMOGOČA SISTEM KNX/EIB

Sistem KNX/EIB omogoča večjo varnost, udobnost in varčnost. KNX/EIB je evropski standard za hišno avtomatizacijo ali pametno tehnologijo. Prednost sistema je prav v združljivosti njegovih elementov. Sistem je decentraliziran in tako vsak element zase omogoča delovanje. Zaznamuje ga tudi natančna prilagoditev uporabnikovim potrebam in željam bivanja.

Vse naprave KNX/EIB se upravljajo z enega mesta, npr. tablični računalnik, pametni telefoni, centralni zasloni itd. Funkcije, ki se opravljajo s pametnim sistemom, so razsvetljava, tehnično varovanje in videonadzorni sistem, ogrevanje in hlajenje, senčila itd. (slika 4).



Slika 4: Upravljanje inštalacije EIB  
(Vir: [www.gira.com](http://www.gira.com))

Bistvo sistema KNX/EIB ni samo upravljanje z mobilnim telefonom ali tablico, temveč tudi omogočanje avtomatiziranega izvajanja različnih opravil. To pomeni, da sistem samodejno in brez napak izvaja opravila, ki povečajo naše udobje, prihranke energije in poskrbijo za varnost brez posredovanja uporabnika. Sistem KNX/EIB omogoča napajanje naprav BUS prek komunikacijskega medija, ki ga sestavlja dvožilna parica ali dvožilni kabel močnostne inštalacije, t. i. kabel NYM. Nekatere naprave potrebujejo dodatno napajanje iz drugega napetostnega vira. Inštalirana napeljava BUS skupaj z napajalnim kablom združuje naprave in sisteme, ki so prej obratovali ločeno drug od drugega. Sistem je optimalno prilagojen na individualne razmere in rezultat tega je izboljšana učinkovitost življenja.

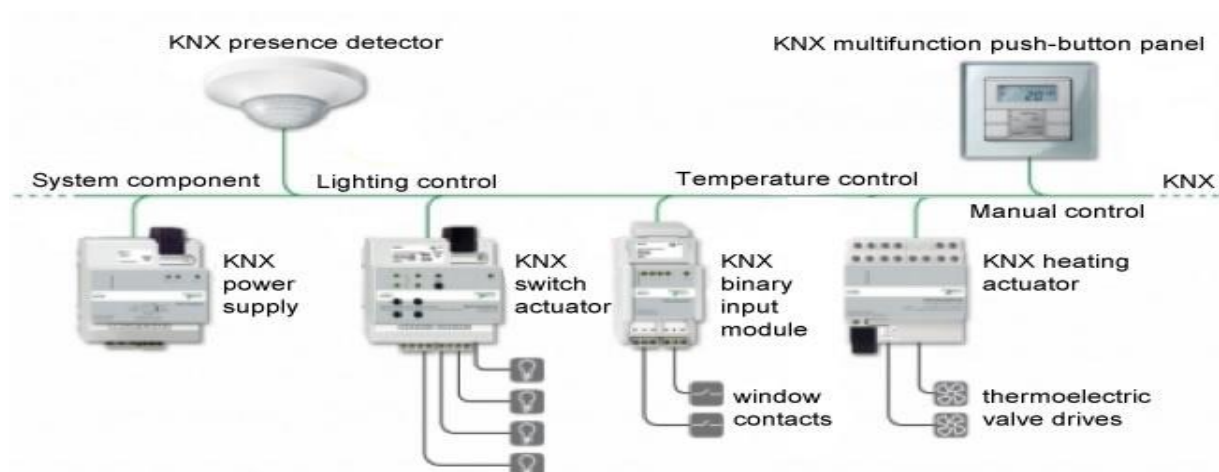
Sistem KNX/EIB omogoča stalni nadzor zgradbe in izmenjavanje podatkov med napravami, ki so priključene na komunikacijski medij. Naprave med seboj komunicirajo brez kakršne koli hierarhije ali dodatne omrežne nadzorne naprave. Tak način izvedbe omogoča izredno prilagodljiv sistem.

#### 4.1 Delovanje sistema KNX/EIB

Sistem KNX/EIB deluje na popolnoma enaki logiki kot radijski. Pri tem vsi elementi KNX/EIB neprestano komunicirajo med seboj, vendar so ti pogovori zelo kratki, le za delček sekunde. Sistem deluje tako, da ko pritisnemo tipko, pošljemo plaz ukazov v sistem in vsaka naprava, kateri je bil dodeljen ukaz, bo izvršila svojo funkcijo (vklop/dimanje luči, spust/dvig žaluzij, alarm ali kaj podobnega). Ne samo mi, tudi vsi senzori pošiljajo razne ukaze, npr. senzor vlage na strehi bo v primeru dežja takoj sporočil plaz ukazov, da naj se vsa odprta okna, kupole in žaluzije zaprejo. Vsi aktuatorji v razdelilni omari bodo takoj reagirali in ukaze izpolnili.

Poznamo različne vrste senzorjev, kot so senzor prisotnosti, gibanja, svetlobe, temperature, vlage ipd. Vsak senzor v sistemu, vključno s tipkami, pošilja ukaze in dobiva povratne informacije, ko elementi opravijo svoje delo. To povratno informacijo lahko prikažemo na raznih LCD-panelih. Tudi indikacija LED-diod na tipkah nam lahko pove, kdaj se je dejanje zaključilo (npr. LED-dioda ugasne). Za stanovanja in velike hiše sta tako radijski kot KNX/EIB-sistem dobra rešitev. Za obsežnejše objekte, kot so bloki, večnadstropne poslovne zgradbe ali nebotičniki s centralnim nadzornim sistemom, ogrevanjem, hlajenjem, varnostnimi funkcijami in raznimi časovnimi ter svetlobnimi scenami, je število komunikacij med elementi tako veliko, da je radijski sistem nekoliko prepočasen. Možna je kombinacija obeh sistemov, saj na določenih mestih, kjer je že obstoječa klasična inštalacija, ni potrebno dodatno neprijetno odstranjevanje zidnih plasti za polaganje kablov. Enostavno se dogradi ustrezen radijski vmesnik, ki komunicira s sistemom KNX/EIB. Slika 5 prikazuje delovanje sistema KNX/EIB.





Slika 5: Delovanje sistema KNX/EIB  
(Vir: [www.jung.com](http://www.jung.com))

## 4.2 Prednosti in slabosti sistema KNX/EIB

Za uporabnika sta najpomembnejši prednosti inteligentne inštalacije izboljšanje bivalnega okolja in prihranek energije. Investicijski stroški se nam povrnejo na daljši rok, in sicer s pocenitvijo obratovalnih stroškov. Sistem KNX/EIB med seboj poveže sisteme, kot so električni porabniki, ogrevanje, razsvetljava, krmiljenje žaluzij, tehnično varovanje, s čimer pridobimo nadzor nad celotno inštalacijo v zgradbi. Vsakemu novemu elementu, ki ga naknadno priključimo na vodilo KNX/EIB, določimo njegovo funkcijo. Ena izmed prednosti naknadne vključitve naprave v obstoječi sistem je fizični priklop brez dodatnih posegov v inštalacijo. Novo vključeno napravo se sprogramira in se ji določi novo funkcijo. Ena izmed prednosti je tudi elektromagnetno sevanje, saj sistem deluje na 24 V.

Prednosti uporabe inštalacije KNX/EIB:

- boljša funkcionalnost v primerjavi s klasično inštalacijo;
- enostavna nadgradnja;
- manj vodnikov kot pri klasični inštalaciji;
- uporaba le enega krmilnega vodnika;
- zmanjšanje nevarnosti in okvar;
- varčevanje z energijo in zmanjšanje stroškov upravljanja;
- lažje upravljanje, nadziranje in vzdrževanje.

Slabosti uporabe inštalacije KNX/EIB:

- previsoka cena investicije;
- premalo strokovnjakov na tem področju;

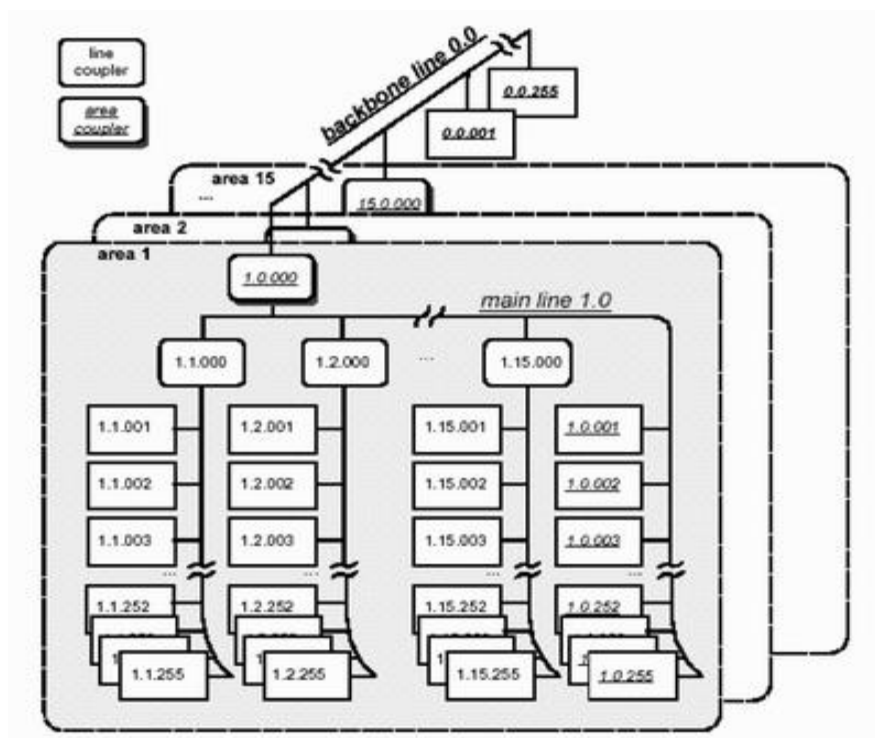
- finančna nekonkurenčnost v primerjavi z manjšimi pametnimi sistemi (ENTIA ipd.).

## 5. TOPOLOGIJA SISTEMA KNX/EIB

Izraz topologija definira postavitev in razporeditev sistema BUS in komponent. Obstaja več struktur, in sicer zvezna, linijska in drevesna struktura. Za povezovanje med posameznimi napravami na isti liniji se največkrat uporablja drevesna struktura.

### 5.1 Osnovna zgradba sistema KNX/EIB

Na eno linijo se lahko priklopi največ 64 naprav. S pomočjo posebnih repetitorjev lahko na linijo postavimo tudi do 256 naprav (0–255). Vsaka linija mora imeti napajalnik z dušilko in linijskim vmesnikom. Največja dovoljena linija oz. razdalja med dvema napravama je 700 m. Pri tem je treba upoštevati, da nobena naprava ni oddaljena več kot 350 m od napajalnika oziroma vira napajanja. Napajalnik ima vgrajeno kontrolno napetost 24 V DC in toka 320 mA ali 640 mA. Napajalnik mora biti priklopljen na 230 V. Ena linija je lahko dolga 1000 m. Slika 6 ponazarja področja topologije KNX/EIB z eno glavno linijo. Področje sestavlja 15 linij. Ta področja so povezana s hrbtenico. Za delovanje sistema morajo imeti glavna linija, področna linija in hrbtenica svoj napajalnik z dušilko in linijskim vmesnikom.



Slika 6: Področja topologije KNX/EIB

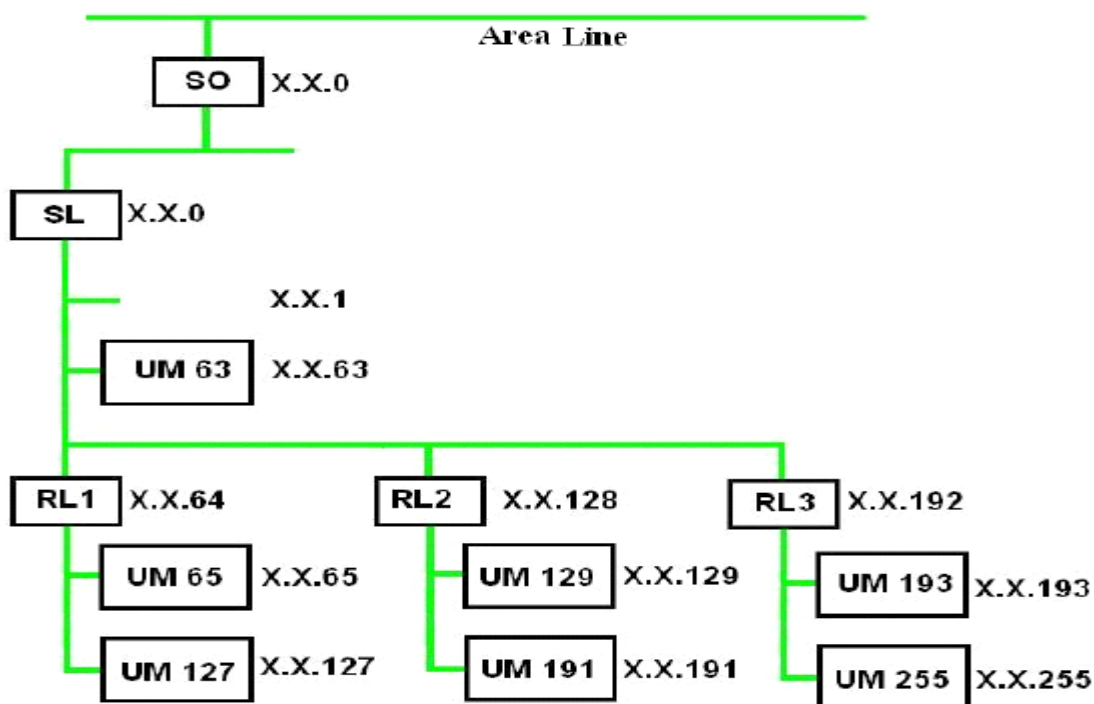
(Vir: [www.elektroprumysl.cz](http://www.elektroprumysl.cz))

### 5.1.1 Linija BUS

Preproste sisteme je mogoče realizirati z najmanjšo enoto, imenovano linija BUS. Vsaka linija BUS povezuje največ 64 naprav in potrebuje svoj napajalnik. Osnovno linijo BUS lahko razširimo na maksimalno 256 naprav, vendar v tem primeru potrebujemo dodatni napajalnik ali linijski ojačevalnik. V skupino stanovanj in enodružinske hiše za funkcionalnost in delovanje sistema zadošča do 64 elementov (naprav). Ne glede na to, za katero strukturo, zvezdno, drevesno ali linijsko, se odločimo, so vse komponente sistema KNX/EIB med seboj povezane. Linijo KNX/EIB sestavljajo najmanj trije elementi: napajalnik, aktuator in tipka (senzor).

### 5.1.2 Območna linija

Območna linija je linija, kjer imamo linijo BUS povezano prek linijskega povezovalnika v območja (Area). To je značilno za večje objekte, kjer je sistem s 64 elementi premajhen in vsebuje več linij, kot npr. stolpnica. Za komunikacijo med linijami uporabimo linijske povezovalnike, ki galvansko ločijo napetost med osnovno linijo in območno linijo. Za nadzor v takšni stolpnici je območna linija najboljši primer stopnje sistema, saj ima upravljalca objekta popoln nadzor. Slika 7 prikazuje drevesno strukturo linije BUS.



**Area (območje), SL – linijski povezovalnik, RL – bus naprava, UM – linija BUS**

Slika 7: Drevesna struktura linije BUS  
(Vir: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

### 5.1.3 Hrbtenični sistem

Ta stopnja sistema predstavlja povezavo 15 območij prek območnega sklopnika v skupni hrbtenični sistem (Backbone Line). Tak primer zasledimo največkrat v poslovni stavbi ali kjer imamo več manjših zgradb skupaj. V takšni kompleksni strukturi imata za hitrejši prenos podatkov območni in linijski sklopnik še električne ojačitvene funkcije in nalogo filtra za informacijske tokove. Informacij, ki se izmenjujejo med dvema udeležencema iste linije, linijski sklopnik ne prenaša v drugo linijo, če to ni potrebno. Na različnih linijah se prenašajo različne informacije, brez kakega zastoja informacij v sistemu.

### 5.1.4 Fizični naslov

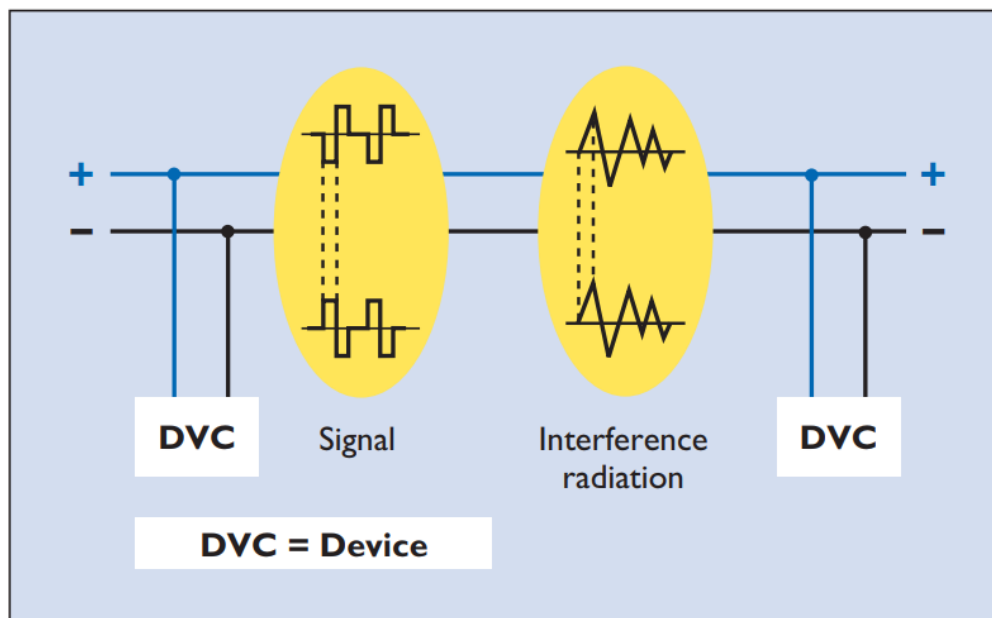
Topologija pogojuje način fizičnega nastavljanja naprav, ki je osnova za medsebojno komunikacijo na podatkovnem vodilu. Predstavlja lokacijsko identifikacijo naprave in določa točno lokacijo v topologiji. Vpiše se pri programerju naprav. Fizični naslov elementa je sestavljen iz zaporedne številke naprave v liniji, številke linije, v kateri je element, in številke področja, na katerega je priključena posamezna glavna linija.

### 5.1.5 Skupinski naslovi

Skupinski naslovi v celotnem sistemu definirajo skupine z določenimi funkcijami. S tem omogočimo, da lahko ena naprava (senzor ali tipka) upravlja več izhodnih enot (aktuatorjev) ali obratno, aktuator upravlja več senzorjev. Sam odnos oziroma komunikacija med senzorjem in aktuatorjem je opredeljena z aplikacijskim programom in parametriranjem naprav. Poznamo dvo- ali trinivojsko skupinsko nastavljanje.

### 5.1.6 Prenos podatkov

Podatki na vodilih se prenašajo simetrično, z razliko od potenciala med dvema vodnikoma. Nobena od žil ne sme biti ozemljena. Zunanje motnje vplivajo na oba vodnika enako in ne vplivajo na prenos podatkov. Diferenca med vodnikoma ostane enaka tako, da podatki ostanejo nepoškodovani. Hitrost prenosa je 9600 bit/s, čas prenosa s pošiljanjem in potrditvijo pa je približno 25 ms. Sistem pozna dve logični stanji, 0 in 1. Vodilo je zasnovano tako, da med logičnim stanjem en tok po vodilu ne teče, kar pomeni, da tok teče le, ko je logično stanje 0. Dušilka kot del napajalnega sistema tvori pozitivno izravnalno polperiodo, na vodilo pa pošilja le negativno polperiodo (slika 8). Prenos vzdolž vodila zahteva čas, ki je odvisen od ohmske in kapacitivne upornosti vodila.

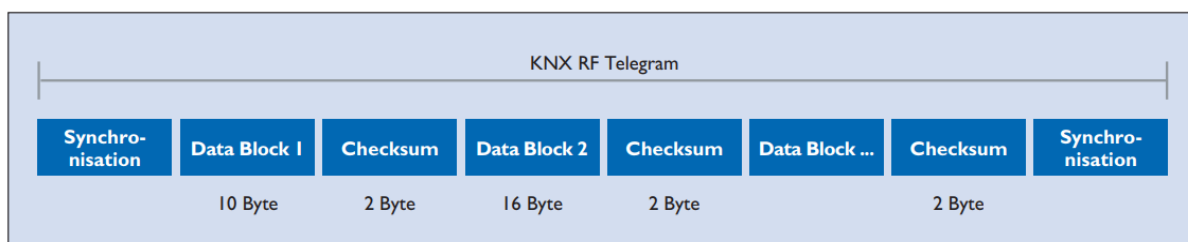


Slika 8: Prenos podatkov po vodilu  
(Vir: [www.knx.org](http://www.knx.org))

## 5.2 Telegram

Telegram je sestavljen iz naslednjih polj:

- kontrolno in varnostno polje zagotavljata zanesljivo izmenjavo telegramov in njihovo vrednotenje;
- naslovno polje vsebuje izvorni naslov aparata, ki oddaja sporočilo in ciljni naslov aparata, kateremu je sporočilo namenjeno;
- podatkovno polje skrbi za prenos podatkov in ukazov, npr. vklopi, izklopi, prikaži vrednosti.

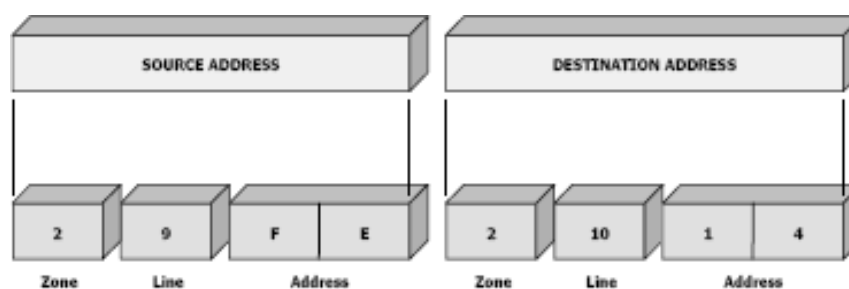


*Slika 9: Struktura telegrama  
(Vir: [www.knx.org](http://www.knx.org))*

Prenos podatkov se začne, ko je vodilo prosto, z zakasnitvijo T1 (50 bitov). Po končanem prenosu naprava sprejme potrditev sprejema sporočila z zakasnitvijo T2 (13 bitov). Potrdilo o sprejemu odda vsaka naprava, ki ima fizični naslov.

Prenos sporočila je zasnovan na sirijskem asinhronem prenosu, zato sta pri prenosu potrebna tudi start in stop bit. Znak sestavlja skupino osmih bitov, kar predstavlja en bajt. Prenos se začne s prenosnim bitom SB, nato sledi osem bitov samega znaka. Naslednji paritetni bit P se spreminja v odvisnosti od vrednosti bitov D0 do D7 tako, da je vedno dosežena soda pariteta. Znak se konča s stop bitom SP. Pred prenosom naslednjega znaka vsaka pavza traja dva bita.

Telegrami se prenašajo s hitrostjo 9600 bit/s, kar pomeni, da en bit zaseda vodilo 104 nanosekund. Znak je dolg 11 bitov in če temu dodamo še dva bita pavze, je vsak znak dolg 13 bitov, kar pomeni, da vsak znak zaseda vodilo 1,35 ms. Gradnik vsakega elementa je znak. Dolžina celega telegrama je odvisna od števila informacij, ki jih prenaša, kar znaša 8–23 znakov. Po končanem prenosu sledi obvezna potrditev prenosa (ACK), ki je dolg en znak. Naslovno polje je sestavljeno iz naslova pošiljatelja in naslova cilja.



Slika 10: Naslovno polje – fizični naslov  
(Vir: Davor Maleš, FE, seminar umetni inteligentni sistemi)

Ko naprava pošlje telegram na vodilo, je v tem telegramu zapisan tudi naslov naprave. To omogoča sledenje telegrama na vodilu v primeru napak ali pri vizualizaciji sistema. Naslov cilja določa, kateri napravi je telegram namenjen. Ciljni naslov je lahko skupinski naslov, s katerim je naslovljeno neomejeno število naprav, ali pa fizični naslov (slika 9), največkrat so to kakšne systemske naprave. Informacijo o vrsti naslova nosi 17 bitov naslova. V primeru, da je 17 bitov postavljenih na 0, je ciljni naslov fizični naslov, v primeru, da je 17 bitov postavljenih na 1, pa je ciljni naslov skupinski naslov.

### 5.2.1 Kontrolno polje (control field)

Kontrolno polje je namenjeno vpisu prioritete nivoja telegrama (dva bita) in vpisu bita o ponavljanju telegrama (en bit). Ostalih pet bitov se ne uporablja in imajo prednastavljeno vrednost. V primeru, ko naprava pošlje telegram po vodilu in dobi negativno potrditev sprejema, se celoten prenos ponovi. Bit za ponavljanje se postavi na vrednost 0 in se le-ta ponovno ne izvrši.

### 5.2.2 Podatkovno polje (data field)

Informacije za upravljanje naprav so zapisane na podatkovnem polju. Dolžina podatkovnega polja je 16 osembitnih besed. Naprava pošlje svojo trenutno vrednost, ko sprejme telegram z ukazom za branje vrednosti. Pri ukazu za izvršitev naprava izvrši določene akcije, ki jih telegram nosi kot uporabno informacijo. Z ukazom »zapis vrednosti v EEPROM« pa naprava shrani poslano vrednost v svoj polnilnik EEPROM. Zapisi v EEPROM se po navadi vršijo pri nalaganju aplikacijskega programa in fizičnega naslova v napravo.

### 5.2.3 Preverjeno polje (checksum field)

Kontrola prenosa prejetega telegrama se preverja s pomočjo paritete. Posamezne znake v telegramu preverja s sodo pariteto. Paritetni bit P se postavi na 0, če je število enic podatkovnih bitov sodo, če je število podatkovnih enic liho, je vrednost podatkovnega bita 1. V tej vsoti so upoštevani podatkovni in paritetni biti. Poleg

preverjanja paritete posameznih znakov v telegram se preverja tudi pariteta samega telegrama.

## 6. ELEMENTI SISTEMA KNX/EIB

Sistem KNX/EIB lahko uporabljamo na področju krmiljenja, merilnih in regulacijskih tehnik. Naprave sistema KNX/EIB so razdeljene na tri tipe:

- osnovne komponente: napajalnik, dušilka, USB-priključnica;
- sistemske komponente: linijski sklopnik, območni sklopnik oziroma sklopna enota BUS, linijski ojačevalec;
- naprave BUS: aktuatorji, senzorji, IR-dekoderji, prikazovalni tabloji.

### 6.1 Osnovni elementi

#### 6.1.1 Napajalnik

Napajalnik oskrbuje BUS-naprave KNX/EIB z napetostjo. Napajalna napetost naprave BUS je nazivne napetosti 24 V DC. Taka napetost je podana namensko zato, da na dolžino med napajalnikom in komponento ne pade pod minimalno vrednost 21 V DC.

#### 6.1.2 USB-priključnica

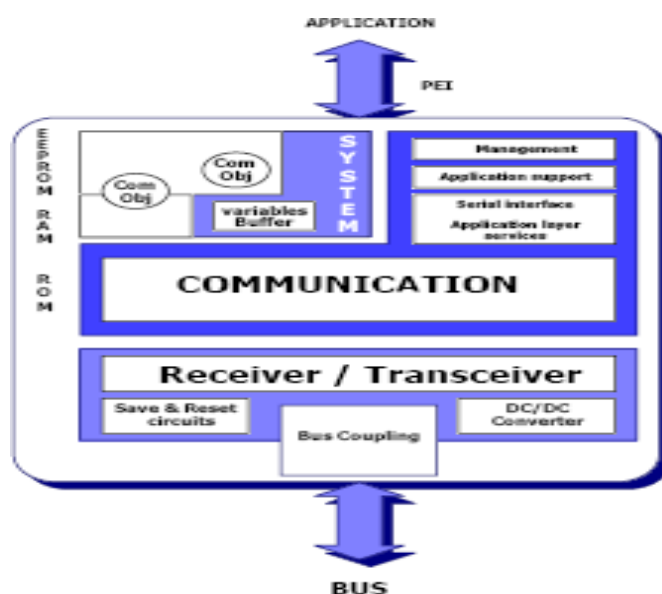
USB-priključnica omogoča komuniciranje med računalnikom in sistemom KNX/EIB. Uporablja se za programiranje, adresiranje in testiranje sistema. Za pravilno delovanje morajo biti na računalniku nameščeni gonilniki HID (Human Interface Device), ki se ob prvem priklopu naprave samodejno inštalirajo na računalnik.

### 6.2 Sistemski elementi

#### 6.2.1 Sklopna enota BUS

Sklopna enota BUS (BCU) je dostopna kot standardni produkt KNX/EIB ali pa je funkcionalnost integrirana direktno v sam produkt. BCU je sestavljena iz sprejemnika oziroma oddajnika, ki služi za pošiljanje podatkov na medij in dekodiranje sprejetih signalov ter komunikacijskega krmilnika oziroma mikroprocesorja, ki omogoča potrebne komunikacijske značilnosti, operacijski sistem, prostor za program. Slika 10 prikazuje shemo sklopne enote BUS.





Slika 11: Shema sklopne enote BUS – BCU  
(Vir: Davor Maleš, FE, seminar umetni inteligentni sistemi)

### 6.2.2 Linijski sklopnik

Linijski sklopnik povezuje različne linije v območje. Poleg funkcije ojačitve signalov ima tudi funkcijo filtra. Pri načrtovanju inštalacijskega sistema BUS vsak linijski sklopnik avtomatsko prejme seznam tistih skupnih naslovov, ki prehajajo na njegovo linijo.

### 6.2.3 Linijski ojačevalnik

Namen linijskega ojačevalnika je podaljševanje linij. Deluje kot ojačevalnik signala brez dodatnih funkcij. Linijski ojačevalnik prepušča vse telegrame nespremenjene v obe smeri. Vsak linijski odsek potrebuje lasten napajalnik, ki lahko napaja do 64 naprav.

## 6.3 BUS-naprave KNX/EIB

### 6.3.1 Aktuatorji

Aktuatorji (slika 11) neposredno vklopljajo porabnike po objektu. Med seboj se razlikujejo po programskih in fizikalnih lastnosti. Imamo aktuatorje za manjše porabnike s triak izhodom, pri katerih se priklop kontakta ne sliši. Imamo aktuatorje s 4-, 6-, 8- in 16-relejskimi izhodi, ki jih uporabljamo za razsvetljavo in žaluzije hkrati. Isti aktuatorji, s končnico C, so priporočljivi za preklapljanje bremen z veliko tokovno konico. Nato imamo še aktuatorje s končnico B za ogrevanje, žaluzije itd. Vedeti

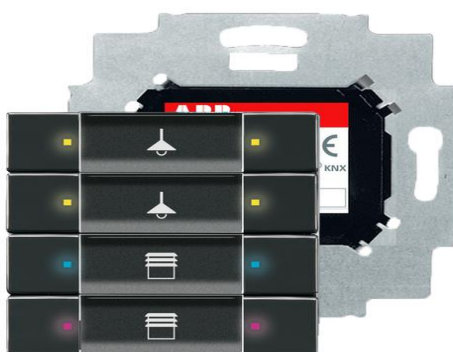
moramo tudi, kako namestiti sistemske komponente, kajti le-te so ključni elementi za delovanje sistema.



Slika 12: Aktuator  
(Vir: [www.gira.com](http://www.gira.com))

### 6.3.2 BUS-naprave KNX/EIB

BUS-naprave KNX/EIB so v osnovi sestavljene iz dveh enot: BCU in AU. Vmesnik BCU v napravi služi za povezovanje naprave z vodilom, sprejema telegrame z vodila, jih dekodira in pošilja informacije v aplikacijski del naprave. AU pa predstavlja aplikacijski del naprave. V primeru, da je naprava aktuator, izvrši zahtevo, ki mu je bila poslana, če pa je naprava senzor, le-ta sprejeto informacijo pošlje v del BCU, kjer se kodira in pošlje naprej na vodilo. Komunikacija med BCU in AU (slika 12) poteka prek konektorja PEI (Physical External Interface).



Slika 13: BCU in AU  
Vir: [installationmaterials.com](http://installationmaterials.com)

### 6.3.3 Tipke

Tipke sistema KNX/EIB so samostojne in prosto programirljive enote s svojim mikroprocesorjem, ki nam pošilja informacije v obliki telegramov EIB. Vsaka tipka ima lahko poljubno funkcijo, ki jo projektant elektroinštalacij predvidi in kasneje realizira. Prav zaradi velike izbire možnosti, ki nam jih tipke EIB ponujajo, je nujno treba poznati tudi njihove programske možnosti, kajti le tako lahko sistem maksimalno izkoristimo.

## 7. UPORABA SISTEMA KNX/EIB

V nadaljevanju bodo prikazani primeri prednosti uporabe sistema KNX/EIB za posamezne sisteme elektroinštalacij: razsvetljava, ogrevanje in hlajenje, senčila, tehnično varovanje in videonadzor ter multimedije. Slika 12 prikazuje vsa področja uporabe sistema KNX/EIB.



Slika 14: Področja uporabe sistema EIB  
(Vir: Tadej Savič, FE, seminar Umetni inteligentni sistemi)

### 7.1 Razsvetljava

V kolikor vgradimo odgovarjajoče aktuatorje, se lahko prižiganje in krmiljenje razsvetljave sprogramira na sledeči način:

- vklop posameznih svetilk ali vklop skupinskih svetilk;

- zatemnjevanje svetilk: s tipko na stikalu je mogoče zatemnjevati poljubno izbrane svetilke v prostoru;
- nastavljanje scen: s pritiskom na določeno tipko je mogoče vklopiti prednastavljeno grupo svetilk in prednastavljen nivo zatemnjenosti. V enem prostoru imamo lahko več različnih scenarijev (večerja, gledanje TV-ja ipd.);
- centralni izklop (samoprogramiranje): s tipko na stikalu ob izhodnih vratih je mogoče ob odhodu izklopiti vso razsvetljavo v hiši;
- simulacija prisotnosti (samoprogramiranje): v času, ko nas ni doma, je možno sprogramirati simulacijo prisotnosti, tako da se po določenem časovnem zaporedju vključujejo posamezne svetilke, grupe svetilk ali prednastavljene scene;
- senzorski vklop: posamezne svetilke ali grupe svetilk na komunikacijah ali pa tudi v posameznih prostorih se lahko vklopljajo prek IR-senzorja (hodniki, garaža, dovozna pot ipd.);
- časovno krmiljenje: možno je sprogramirati vklopljanje razsvetljave v kombinaciji s časovnim stikalom in v odvisnosti od nivoja dnevne svetlobe (vrtne in dekorativne svetilke ipd.);
- avtomatski vklop: ob inštalaciji notranjega svetlobnega senzorja je možno sprogramirati vklopljanje razsvetljave v odvisnosti od nivoja dnevne svetlobe v prostoru, npr. v pisarni, dnevnih prostorih itd.

## 7.2 Ogrevanje in hlajenje

Inteligentni sistem nam s pomočjo inteligentnih tipk omogoča kontrolo strojnih inštalacij in s tem pregled nad porabo energije, ki jo lahko spremljamo prek LCD-zaslona, računalnika ali aplikacije, ki jo imamo na telefonu. Pri klasični inštalaciji v stanovanjski zgradbi imamo po navadi en termostat, ki je postavljen v en prostor bivalne površine in s tem nimamo pregleda nad vsemi prostori. Se pravi, da imamo regulacijo centralnega ogrevanja vezano na nekaj odstotkov celotne površine. Prednosti sistema KNX/EIB inštalacije nam omogočajo prostorsko ločeno merjenje temperature, upravljanje ventilov za gretje oziroma hlajenje prostorov in daljinski nadzor. Za izvedljivost sistema moramo uporabiti temperaturni regulator (termostat) in krmiljenje ventila. Regulacija temperature po prostorih prinese ekonomično varčevanje energije.

## 7.3 Senčila

Uporabo senčil (rolet, žaluzij) smo do sedaj opravljali večinoma ročno ali pa v nekaterih primerih s tipko, vezano na motor senčil. Pri inteligentni inštalaciji pa jo lahko opravljamo po lastni želji. Senčila krmilimo z aktuatorji za regulacijo pogonov.

Uporaba je podobna, kot smo navedli pri ogrevanju in hlajenju. Prednosti sistema KNX/EIB so:

- samodejno dviganje ali spuščanje senčila glede na zunanjo svetlobo, lahko tudi v povezavi z vremensko postajo (glede na zunanje razmere);
- v primeru, da pade noč oz. se mrači, sistem samodejno dvigne senčila. V primeru sonca in toplejših temperatur sistem dvigne senčila in s tem koristi zunanjo toploto za segrevanje prostorov.

S tem načinom delovanja KNX/EIB pripomore k varčevanju energije. Pomoč pri delovanju senčil je tudi tipalo sončne svetlobe oziroma mraka, ki ga pritrdimo na okensko steklo. Slika 15 predstavlja tipalo, ki meri intenzivnost svetlobe, npr. pri premočnem soncu premakne senčilo navzdol.



*Slika 15: Tipalo sončne svetlobe/mraka  
(Vir: [www.gira.com](http://www.gira.com))*

Senčila pri sistemu KNX/EIB lahko povežemo tudi z vremensko postajo, ki poskrbi za večjo varnost oziroma prepreči škodo na domu v primeru slabega vremena (močan veter, toča itd.). Obenem lahko meri tudi temperaturo, veter, padavine. Vremenska postaja zajema podatke vremenskih pojavov, ki jih s pretvorbo A/D pretvori v parametre. Na sliki 16 je predstavljen senzor za veter. Informacija o dežju lahko deluje kot alarm in zapre strešna okna. Informacije o temperaturi, času, datumu in svetlobi se uporabijo za samodejno spuščanje senčil ali odpiranje oziroma zapiranje oken. Ob uporabi centralnega nadzornega sistema pa je možno narediti vremensko statistiko o vetru, temperaturah in drugih parametrih.



*Slika 16: Senzor za veter  
(Vir: [www.gira.com](http://www.gira.com))*

## 7.4 Tehnično varovanje in videonadzor

Sistem KNX/EIB lahko povežemo tudi s tehničnim varovanjem in videonadzorom. Med seboj je povezan prek binarnih vhodov. Funkcije in stanje tehničnega varovanja in videonadzora lahko spremljamo prek npr. pametnega telefona, računalnika, LCD-zaslona. V primeru odsotnosti lastnika hiše in nezaželenega vstopa v območje znotraj ali zunaj hiše lahko pametna hiša poleg tega, da pošlje obvestilo na telefon in intervencijski službi, dvigne vsa senčila, vklopi vse luči, vklopi avdiosistem. Vse te stvari naredi z namenom, da vlomilec zapusti nedovoljeno območje.

## 7.5 Multimediji

Ena izmed prednosti povezave na avdio- ali videosistem prek pametne inštalacije je uporaba enega univerzalnega daljinca (pametnega telefona ali tablice), ki upravlja z različnimi mediji.



*Slika 17: Multimedij: hišni kino  
(Vir: [www.gira.com](http://www.gira.com))*

Sistem KNX/EIB nam omogoča nastavitve scen oziroma scenarijev, kar pomeni, ko želimo zvečer gledati hišni kino (slika 17), s pritiskom na sceno KINO sistem avtomatično spusti senčila, ugasne razsvetljava, vklopi hišni kino na določeno stopnjo jakosti zvoka. Vse parametre si po želji nastavimo sami.

## 7.6 Nadzor objekta

V projektu kontrolo objekta delimo na dve področji. Prvo področje nam predstavlja nadzorno mesto ali centralni zaslon (slika 19), ki je nameščen lokalno v objektu in je kompaktna naprava KNX/EIB. Drugo področje pa nam predstavlja nadzorno mesto za oddaljeni nadzor nad objektom s pomočjo integriranega serverja KNX/EIB. Na

serverju KNX/EIB imamo možnost nastavitve različnih aplikacijskih pogledov, kot so vizualizacija, preglednica ipd. (slika 20).



Slika 18: Centralni zaslon (Info Touch Terminal)  
(Vir. [www.gira.com](http://www.gira.com))

Centralni zaslon je inteligentna centralna krmilna enota za upravljanje celotne tehnologije za vse vrste objektov. Je kompaktna in zmogljiva s preprosto uporabo prek zaslona na dotik. Z njenim upravljanjem omogočimo, da se s preprostim dotikom zaslona upravljajo vse funkcije v objektu. V povezavi z IP-prehodom komunikacijskega sistema za povezavo z vhodnimi vrati jo lahko uporabimo kot notranjo enoto. Lahko pa jo uporabimo tudi kot centralno kontrolno enoto za inteligentni sistem KNX/EIB. Namesti se lahko kot običajno stikalo.

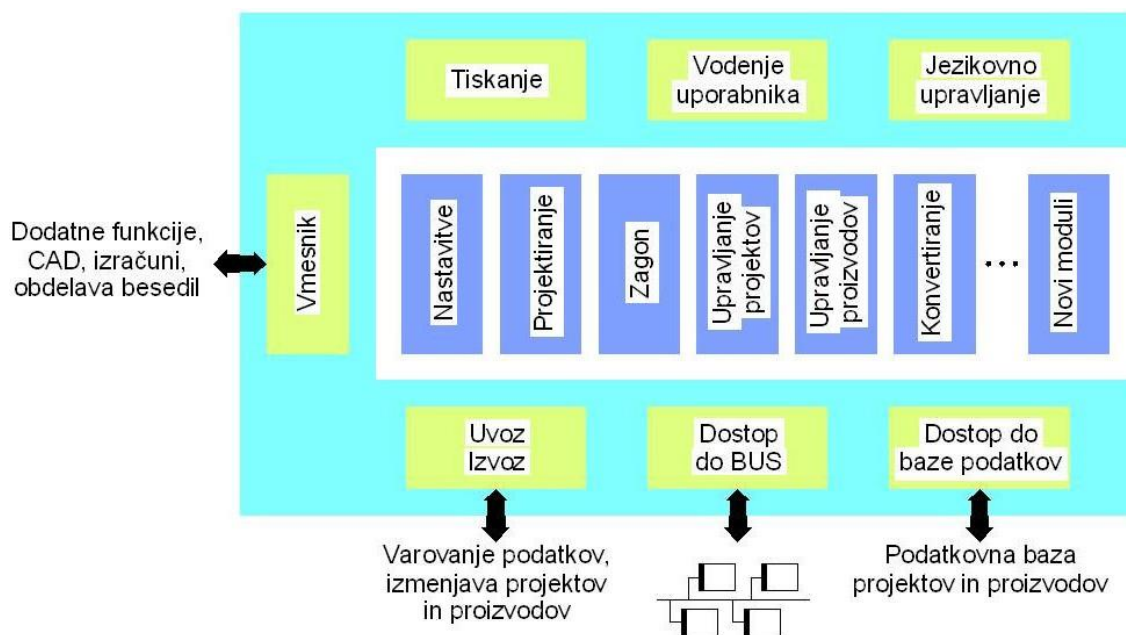


Slika 20: Preglednica  
(Vir: Lasten)

## 8. PROGRAMSKI PAKET ETS

ETS (slika 20) je programsko orodje za strojni inženiring, ki je namenjeno za projektiranje, testiranje, zagon in nadzorovanje sistema KNX/EIB. ETS je edino

orodje v sistemu KNX/EIB, s katerim lahko celovito pripravimo aplikacijo in jo zaženemo v obratovanje. Vključuje osnovno razvojno okolje ETE, ki je obsežna programska knjižnica z ETS-bazo podatkov. Verzija ETS3 je odprtega tipa. Osnovne funkcije programskega orodja ETS so: dostop prek sistema KNX/EIB z vmesnikom RS 232, programski vmesniki, možnosti tiskanja, nastavitve jezika, izmenjava projektov in podatkovnih baz proizvajalcev opreme.

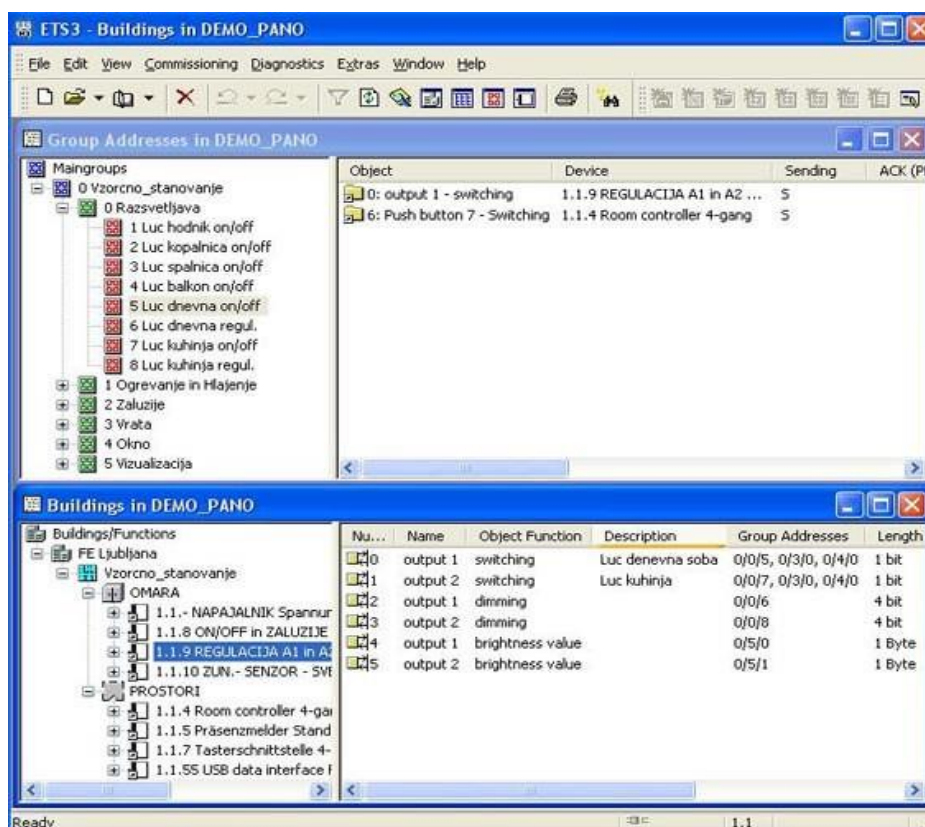


Slika 19: Struktura ETS

(Vir: Davor Maleš, FE, seminar umetni inteligentni sistemi)

iETS je razvit kot dodatek osnovnemu orodju za projektiranje, programiranje in parametriranje sistemov KNX/EIB ETS in daje osnovnemu orodju možnost dostopa do KNX/EIB prek interneta. Razlikuje se samo v načinu dostopa do EIB. S klasično obliko programa ETS potrebujemo serijski kabel in vmesnik RS232 PC/EIB. Povezava mora biti nujno znotraj objekta. Z iETS-jem se lahko povežemo na telefonsko linijo ali omrežje Ethernet in tako dobimo dostop zunaj objekta. Pomaga nam pri spreminjanju parametrov obstoječih sistemov, korekcijah napak in spremembah na samem objektu, kar nam omogoča delovanje na daljavo.





Slika 20: Projektiranje z ETS 3  
(Vir: Davor Maleš, FE, seminar umetni inteligentni sistemi)

Slika 21 prikazuje programiranje objekta z ETS 3. V zgornjem delu slike je odprto okno, ki prikazuje skupinske naslove, ki so definirani s funkcijami samega objekta. Spodnji del slike prikazuje okno s strukturo objekta, kjer je prikazano, katere naprave imamo v posameznem prostoru. Spodnje desno okno eksaktno prikazuje programiranje oz. naslavljanje posamezne naprave. V oknu so razvidni funkcionalnost naprave in povezani skupinski naslovi.

## 9. STANOVANJSKI OBJEKT

Za študijski primer izvedbe smo izbrali stanovanjski objekt, v katerem smo skupaj s sodelavci izvedli inteligentni sistem KNX/EIB. Investitor objekta je bil zasebni lastnik. Načrt električnih inštalacij je naredilo podjetje BIRO LOVŠIN, d. o. o., naveden pa je pod številko 04-0172013. Izvedbo inteligentnih električnih inštalacij je izvajalo podjetje Eurolux, d. o. o. Sistem v hiši smo izvedli štirje elektro monterji.

Pred pričetkom del smo natančno pregledali projektno dokumentacijo PZI električnih inštalacij. Poleg načrta elektroinštalacij smo si podrobneje pogledali detajle

pogledov sten v arhitekturnih načrtih, kje so bili natančno določeni odmiki in višine posameznih elementov električne opreme. Dokumentacija PZI vsebuje vsebino električnih inštalacij, med njimi pa spada tudi tehnično poročilo. Tehnično poročilo je razdeljeno na dva dela: prvi del je splošni opis inštalacij, v drugem delu pa so zajeti tehnični izračuni. V tehničnem poročilu so opisani vgrajeni sistemi in njihova izvedba, vse skupaj pa je podprto z drugim delom tehničnega poročila. V poglavju tehnični izračun so izračuni moči in dimenzioniranje kablov, kontrola zaščitnih vodnikov, obremenitve kablov, padci napetosti itd.

Stanovanjski objekt hiša Železnik je razdeljen na tri etaže, in sicer iz kletne etaže, pritlične etaže in nadstropja. Projektant električnih inštalacij je za vsako etažo pripravil dva tlorisa, in sicer tloris razsvetljave, ki prikazuje raspored svetilk, in sistem KNX/EIB ter tloris moči s šibkim tokom. Hiša ima betonsko konstrukcijo, zato je bilo treba podrobno spremljati izvajalce gradbene mehanizacije že od samega pričetka del. Pri taki gradnji je lažje, če se cevne inštalacije sproti polagajo v predpripravljeno železno konstrukcijo. Za kasnejšo izvedbo električnih inštalacij se s tem pridobi na času in ni potrebe po izdelavi novih utorov po betonskih stenah za električne inštalacije. Poleg položenih cevnih inštalacij v betonsko konstrukcijo je bil v načrtu električnih inštalacij predviden tudi inštalacijski dvižni jašek, ki je povezoval vse inštalacije med posameznimi etažami. Dvižni vod se je nahajal ob stopnišču hiše.



*Slika 21: Hiša Železnik  
(Vir: [www.dia.si](http://www.dia.si))*

Električne inštalacije se pri izvedbi delijo na več faz in so usklajene s predvideno gradnjo objekta. Temu rečemo terminski plan objekta. Za vsak objekt vodja gradbišča predvidi planinski plan izgradnje objekta, s katerim seznanjajo vse

sodelujoče izvajalce objekta. Poleg gradbenih delavcev in električarjev so na takšnem objektu prisotni tudi izvajalci strojnih inštalacij (izvedba vodovodne inštalacije, ogrevanja in hlajenja ter prezračevanja), slikopleskarji, mizarji itd.

Kot že omenjeno, se izvedba električnih inštalacij tekom dela na objektu deli na več faz. Prva faza je priprava dela, kjer se pregleda prej izdelana dokumentacija in na podlagi načrtovanega sistema naroči potreben material za začetek izvedbe. Natančno pregledamo načrte in vrisane simbole, ki so s priloženo legendo ustrezno razloženi. Preverimo in po potrebi dopolnimo popise.

Sledi faza grobih del, kjer se pripravlja cevna inštalacija, dolbenje sten in izdelava prebojev ter priprava ozemljila z valjancem. Ker ima predmetni objekt izdelano tudi strelovodno inštalacijo, se je okoli objekta izdelal obroč. Treba je poskrbeti za ustrezne razdalje med strelovodno inštalacijo in ostalimi inštalacijami ter s tem preprečiti vstop elektromagnetnim motnjam zaradi strele. Kjer so bile stene izdelane iz opeke, je bilo treba izdelati dodatne utore za polaganje cevne inštalacije, zato se z ustrezno barvo zariše lokacijo in višino predvidenega elementa. Za kakovostno zarisovanje višine elementov potrebujemo višinsko koto (vagris), ki določa točko višine 1 m od končnih tal. To nam je v pomoč pri definiranju višin električnih inštalacij, kot so vtičnice, stikala, tipkala, domofoni in razni drugi priključki. Pri polaganju cevne inštalacije smo morali biti pozorni oziroma smo morali predvideti, kakšne vodnike bomo kasneje v le-te uvlekli. Inštalacijske cevi so različnih premerov. Najpogosteje uporabljamo cevi premera 16, 23, 26 in 32 mm. Za večje vodnike uporabljamo ustrezne cevi premera 50 do 75 mm. Po končanih delih gradbeni delavci z gradbenimi materiali zaprejo vse utore, odvečne preboje.

Po opisanih delih sledi naslednja faza, v kateri se preveri prehodnost predhodno položenih cevi s pomočjo predvleke za kable (foršpana). Položene cevi smo morali tudi očistiti, saj so bile zapacane z odvečnim gradbenim materialom. Cevi, ki niso bile prehodne, smo sanirali oziroma smo izdelali dodatne utore in tako spremenili trase cevni inštalacij. Zaradi takšnih težav se je na objektu povečalo število predvidenih ur in se je tako zavlekla tudi gradnja objekta. Na predvidenih mestih smo namestili razvodne doze različnih dimenzij in jih povezali s cevno inštalacijo. Razvodne doze uporabljamo za prevezovanje električnih inštalacij ali pa za zaključevanje električne opreme (vtičnice, stikala itd.).

Vse predhodno položene cevne inštalacije smo med seboj povezali in nato pričeli z vleko kablov. Za vsak segment električnih inštalacij so predvideni lastni kabli. Kable za razvod električnih inštalacij smo polagali skladno s tehničnim poročilom. Za razvod razsvetljave in vtičnic smo uporabili izolirane vodnike in kable tipa H07V-K, NYM, NYM-J, NYY-J, preseka 1,5 mm<sup>2</sup> in 2,5 mm<sup>2</sup>. Število žil posameznega vodnika je določeno z zahtevnostjo inštalacij. Klasično smo za svetila in vtičnice polagali tri žile, in sicer L, N, Pe. Pri svetilkah z regulacijo pa smo uporabljali še

dodatni dve žili za komunikacijo. Pri uvleki kablov smo v vezalnih shemah sproti beležili položene vodnike, saj smo bili lahko le tako prepričani, da je inštalacija ustrezno pripravljena. Za povezovanje opreme KNX/EIB smo uporabili kabel JY St Y 2 x 2 x 0,8 mm<sup>2</sup>, ki je standardiziran za takšen tip inštalacij. Po kablu JY St Y 2 x 2 x 0,8 mm<sup>2</sup> poteka komunikacija BUS med elementi KNX/EIB. V načrtu električnih inštalacij je bilo načrtovano, da je bila vsaka etaža na svoji liniji BUS, ki so se združile v električnem razdelilniku. Kabelski razvod po etaži je potekal od električnega razdelilnika do prvega elementa v etaži. Od te točke pa so se kabli razvejali po etaži. Tako strukturo imenujemo drevesna struktura sistema KNX/EIB. Pomembno pri polaganju kableske inštalacije za KNX/EIB je to, da nismo sistema zaključili v zanko, saj bi s tem povzročili težave pri programiranju in zagonu opreme KNX/EIB.

Ko smo zaključili z vleko kablov, smo še enkrat vse položene inštalacije preverili z vezalnimi in blokovnimi shemami. Ponovno smo preverili povezljivost komunikacije BUS. Položene kable lahko preverjamo fizično ali električno. Pri fizični preverbi dva inštalaterja stojita vsak na svojem koncu kabla (začetek in konec položenega vodnika) in vlečeta drug proti drugemu. Pri električnem preverjanju kableskih povezav pa na enem koncu kabla električar kabel olupi do bakrene žice in dve žici kratko sklene, medtem ko na drugi strani ti dve isti žici priključi na merilnik ohmske upornosti. Če se pojavi odmik od ničelne točke, pomeni, da je kabel brezhiben. Zaradi časovne stiske na gradbiščih se električarji poslužujemo prve metode.

Po končani fazi nameščanja cevne inštalacije in kablov sledi gradbena faza vlivanje tlakov in izdelava ometov. Po končanih ometih so se izvedla slikopleskarska dela, ki grobo obdelajo stene za nadaljnjo obdelavo električnih inštalacij. To fazo izvedbe imenujemo fina montaža, saj smo končno pričeli z montažo stikal, vtičnic, priključnic in električne opreme. Poleg montaže opreme smo pričeli tudi z vezavo električnih razdelilnikov. V električnem razdelilniku smo imeli razdelilnik razdeljen na dve polji. V prvem polju so nameščeni glavna stikala, RCD-stikalo in varovalke, v drugem polju pa so nameščeni elementi sistema KNX/EIB. V električnem razdelilniku smo tako imeli napajalnike KNX/EIB, linijske vmesnike, modul za programiranje in aktuatorje. V električnem razdelilniku so nameščeni različni tipi aktuatorjev za razsvetljava, senčila, gretja/hlajenje itd. Na predvidene elemente KNX/EIB se je povezalo močnostne porabnike (razsvetljava, vtičnice, žaluzije, strojne naprave), same elemente KNX/EIB pa se je povezalo s komunikacijo BUS (kabel JY St Y 2 x 2 x 0,8 mm<sup>2</sup>). Električni razdelilnik se je zvezal po priloženih vezalnih shemah. Sistem KNX/EIB nam je sedaj omogočil krmiljenje vseh naprav, s katerimi so povezane. Takšnemu objektu rečemo inteligentne inštalacije.

Po končani izvedbi vezav električne opreme in razdelilnih omar so sledile meritve. V podjetju je zaposlen strokovni delavec, ki ima pridobljene vse certifikate za izvedbo meritev na objektu. Njegova naloga je, da izmeri napetosti, prebojnost kabla in

njegovo upornost, da se prepričamo, ali je bila izvedba elektroinštalacij uspešna. Po končanih meritvah je bilo treba pripraviti vso potrebno dokumentacijo za tehnični pregled in pridobitev uporabnega dovoljenja, saj ga investitor potrebuje za uporabo objekta.

Po opravljenih elektroinštalacijskih delih je k delu pristopil programer sistema KNX/EIB za programiranje vgrajenih inteligentnih inštalacij KNX/EIB. Naprave je sprogramiral s programsko opremo ETS3. Z USB-priključkom iz svojega računalnika se je povezal na sistem KNX/EIB. Skupaj s programerjem smo preizkusili sistem, npr. ali ustrezno stikalo vklopi pravo svetilko, spusti žaluzijo, preverili smo tudi odzivnosti konvektorjev prek termostata. Celoten sistem KNX/EIB je bil sprogramiran po navodilih oziroma željah investitorja. Poleg uspešnega zagona sistema KNX/EIB smo investitorju pripravili še kratka navodila za uporabo pametnega sistema.

V projektni nalogi je opisan celoten potek gradnje stanovanjskega objekta hiša Železnik. V prilogi so priloženi popis materiala (priloga 1), enopolne sheme (priloga 2) in tlorisi etaž (priloga 3), ki so vezani na inštalacijo KNX/EIB. Iz tega je razvidno, katero opremo smo uporabili pri našem delu.

## 9.1 Predstavitev sistema KNX/EIB v hiši Železnik

**Krmiljenje ogrevanja:** vsaka soba je opremljena z elektromagnetnim ventilom KNX/EIB, ki ga je mogoče krmiliti prek sobnega termostata, na katerem se nastavi želena temperaturo za vsak prostor posebej.

**Sanitarna topla voda:** sprogramirano je vklopjanje črpalke za cirkulacijo sanitarne tople vode bodisi prek tipkala v sanitarijah in kopalnicah ali prek časovnega stikala.

**Krmiljenje senčil, žaluzij, zaves, rolet, oken se lahko sprogramira sledeče:**

- *krmiljenje posameznih elementov:* vsakega od naštetih elementov za zastiranje svetlobe je mogoče ločeno vklopiti in izklopiti oziroma krmiliti. Lahko je združeno kot del grupe razsvetljave ali scene;
- *krmiljenje oken:* v kolikor je pri oknu montiran ustrezen EIB-pogon, je možno tudi odpiranje oken s sistemom ventus v smislu prezračevanja hiše;
- *vremenski senzor:* ob inštalaciji zunanega vremenskega senzorja (za temperaturo, veter, vlago) se sprogramira, da se ob neustreznih vremenskih pogojih krmilijo naštetih elementi, npr. ob močnem soncu se spustijo senčila ali žaluzije in se ponovno dvignejo, ko je oblačno, zvečer se rolete spustijo, zjutraj se dvignejo, ob močnem vetru se zložijo tende oz. zložijo zunanje žaluzije.

**Krmiljenje ostalih hišnih naprav se lahko sprogramira sledeče:**

- *krmiljenje električnega ogrevanja*: ob inštalaciji grelnih kablov na dovozni poti, na terasi pod ploščicami, pred garažo v tlaku, v žlebovih in odtočnih ceveh itd. je možno v kombinaciji z vremenskim senzorjem optimalno krmiliti vklop/izklop in izklapljanje gretja v vremensko neugodnih pogojih;
- *krmiljenje električnih porabnikov*: ob inštalaciji ustreznih aktuatorjev lahko časovno (v času nižje tarife) vklop/izklop in izklapljanje razne porabnike v gospodinjstvu, kot so grelniki vode, pralni stroj, sušilni stroj, pomivalni stroj ipd.

**Posluževanje inteligentne inštalacije EIB:**

- *inteligentne tipke*: pri vratih se montirajo inteligentne tipke (enojna, dvojna, četverna), ki imajo lahko več funkcij (kratak pritisk: vklop/izklop; dolg pritisk: zatemnjevanje, obračanje lamel na žaluzijah, odvisno od programa). Tipke, ki se lahko montirajo brezžično, kar pomeni vgradnjo na kamen, steklo, les itd.;
- *IR-daljinski upravljalnik*: na dostopnem mestu je treba montirati IR-sprejemnik (velikost stikala), da lahko z daljinskim upravljalnikom prižigamo, ugašamo luči, krmilimo zavese, rolete, žaluzije, senčila itd.;
- *radijski daljinski upravljalnik*: na primernem skritem mestu je treba montirati sprejemnik, da lahko z daljinskim radijskim upravljalnikom prižigamo in krmilimo enako kot pri IR, s to razliko, da vidno polje med oddajnikom in sprejemnikom ni potrebno oziroma omogoča upravljanje v obsegu celotne hiše;
- *manjši LCD-prikazovalnik (velikost stikala)*: omogoča prikaz le nekaj parametrov ali sproženje tihega alarma;
- *centralni LCD-tablo (velikost 120 mm x 250 mm)*: ob inštalaciji centralnega LCD-tabloja se uporabniku sprogramira centralno ročno krmiljenje vseh vgrajenih elementov v slovenskem jeziku in opisno ter v več nivojih. Tak LCD-tablo omogoča avtomatski vklop/izklop porabnikov po nastavljenem urniku ali v medsebojni odvisnosti.

Primer:

1. nivo	2. nivo	3. nivo	4. nivo	
Razsvetljava	Notranja	Dnevna soba	Stropne	luči:
vklop/izklop				
ltd.	Zunanja	Spalnica	ltd.	
	ltd.	ltd.		

*Upravljanje prek mobitela*: na primerno skritem mestu je treba montirati enoto, ki komunicira s telefonom ali brezžično, in potem prek GSM-aparata vklop/izklop in izklapljanje določene porabnike.

## 10. ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo predstavili sistem KNX/EIB, s katerim smo se seznanili pri izvedbi električnih inštalacij na konkretno izvedenem novem objektu stanovanjske hiše. Gre za inteligentni sistem, ki pomeni nadgradnjo klasične električne inštalacije. S pravilno uporabo omogoča uporabniku večje udobje, večjo varnost in večji prihranek energije. V diplomski nalogi smo predstavili glavne lastnosti takega sistema in njegove funkcije. Če govorimo o prednostih inteligentnih inštalacij, imajo lahko te veliko več prednosti kot klasične inštalacije. Pri pametnih inštalacijah številne posamezne naprave tvorijo inteligentno omrežje, v katerem lahko komponente izvajajo funkcije posamezno ali skupaj. Torej imamo en sistem, en standard, veliko različnih kombinacij in večjo fleksibilnost kot pri klasičnih inštalacijah. Vse linije, ki se pri pametnih inštalacijah ne uporabljajo za napajanje porabnikov in prenos energije, so v sistemu KNX/EIB zamenjane za linijo BUS.

Sistem KNX/EIB prinaša koristi tako lastnikom in uporabnikom stavb kot tudi načrtovalcem – arhitektom in elektroinštalaterjem, oblikovalcem in izvajalcem. Še posebej lahko izpostavimo prednosti, kot so nizki obratovalni stroški, ki prinesejo precejšnje prihranke energije, v kolikor sistem pravilno izkoristimo. Osvetlitev in ogrevanje prostorov se vklopita po potrebi, npr. časovne nastavitve lahko privarčujejo pri energiji in stroških. Tudi avtomatska nastavitve za raven svetlobe lahko zmanjša porabo energije, saj ostanejo vklopljeni le najbolj potrebni viri svetlobe.

Druga od prednosti je tudi prihranek časa pri izvedbi inštalacije. Medsebojno povezovanje vseh komunikacijskih naprav z enim samim vodilom znatno zmanjša čas načrtovanja in namestitve. Programska oprema ETS omogoča načrtovanje, izvedbo in konfiguracijo naprav, ki vsebujejo certifikate KNX/EIB. Programska oprema je neodvisna od proizvajalca in aplikacij, zato lahko sistemski integrator združuje izdelke različnih proizvajalcev z različnimi komunikacijskimi mediji (npr. prek kabla z zvitim parom vodnikov, prek radijske frekvence, same električne napeljave ali IP- oziroma ethernet povezav) na eno napravo.

Naprava KNX/EIB se lahko enostavno prilagodi novim aplikacijam, saj nove komponente preprosto priključimo na obstoječo linijo BUS – vodilo. Tukaj se kaže velika fleksibilnost in prilagodljivost inteligentnega sistema tudi za prihodnji razvoj in spremembe, ki bodo zahtevane kasneje.

Menimo, da je največji razlog, zakaj se ljudje danes ne odločajo za inteligentne inštalacije, predvsem strošek izvedbe. Eden izmed razlogov je tudi nepoznavanje pojma sistema inteligentnih oziroma pametnih inštalacij. Stroški teh inštalacij so občutno večji od klasičnih inštalacij, zato si jo povprečen uporabnik tudi težko privošči ali pa poišče čim ugodnejši sistem, ki pa nima celovitih rešitev, kot so bile

prikazane za sistem KNX/EIB. Pri izboljšanju trenutnega stanja bi lahko več vloge prevzela država, kot je bilo pri primeru sončnih oziroma solarnih celic, kjer je nudila pomoč v obliki subvencij. S tem bi se povečala izgradnja eko zgradb z inteligentno zasnovanim varčevanjem z energijo, s čimer bi se približali prihodnjemu cilju države, ki stremi k trajnostnemu razvoju in zmanjšanju porabe energije na vseh področjih.



## 11. LITERATURA IN VIRI

- Dietrich D., Sauter T., Kastner W. (2001). EIB Installation Bus Sistem.
- European Installation Bus Association sc (EIBA): Project Engineering for EIB Installation-basic Principle (1998).
- Elektro-Pirnat. Pametna inštalacija. Pridobljeno 17.12.2017 z naslova: <http://www.elektro-pirnat.si/index.php/dejavnost/pametna-hisa/tehnice-podrobnosti>
- Finance.si. Standardi za pametne inštalacije. Pridobljeno 20.2.2018 z naslova: <https://gradbenistvo.finance.si/276620?cctest&&cookietime=1519504906>
- Gira.KNX sistem. Pridobljeno 7.1.2018 z naslova: [https://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib\\_system.html](https://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system.html)
- Ingra, projektna dokumentacija. Pridobljeno 2.2.2018 z naslova: <http://www.ingra.si/projektna-dokumentacija/vrste-projektne-dokumentacije/>
- Jung. Produkti. Pridobljeno 15.1. 2018 z naslova: <https://www.jung.de/en/820/products/technology/knx-system/>
- KNX. ETS inside. Pridobljeno 19.1.2018 z naslova: <https://www.knx.org/knx-en/Landing-Pages/ETS-Inside/index.php>
- KNX. Association. Pridobljeno 22.1.1018 z naslova: <https://www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>
- KNX. Technology. Pridobljeno 22.1.1018 z naslova: <https://www.knx.org/knx-en/knx/technology/standardisation/index.php>
- Siemens. Avtomatizacija. Pridobljeno 12.1.2018 z naslova: <https://www.siemens.com/global/en/home/products/buildings/automation.html>
- Tadej Savič. (April 2003) Seminar: Umetni inteligentni sistemi, Inteligentna hiša. Pridobljeno 4.2.2018 z naslova: <http://luks.fe.uni-lj.si/sl/studij/SUIS/seminarji/savict/index.htm>

- Wikipedija. KNX standard. Pridobljeno 10.1.2018 z naslova:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/KNX\\_\(standard\)](https://en.wikipedia.org/wiki/KNX_(standard))

## **PRILOGE**

### **PRIMER INTELIGENTNE INŠTALACIJE V STANOVANJSKI HIŠI**

Priloga 1: Popis materiala za izvedbo inteligentne električne inštalacije .....	35
Priloga 2: Enopolne sheme centralne električne krmilno - razdelilne omare .....	37
Priloga 3: Razsvetljava - klet .....	55
Priloga 4: Inštalacija moči - klet .....	56
Priloga 5: Razsvetljava - pritličje .....	57
Priloga 6: Inštalacija moči - pritličje .....	58
Priloga 7: Razsvetljava - nadstropje .....	59
Priloga 8: Inštalacija moči - nadstropje .....	60

## Priloga 1: Popis materiala za izvedbo inteligentne električne inštalacije

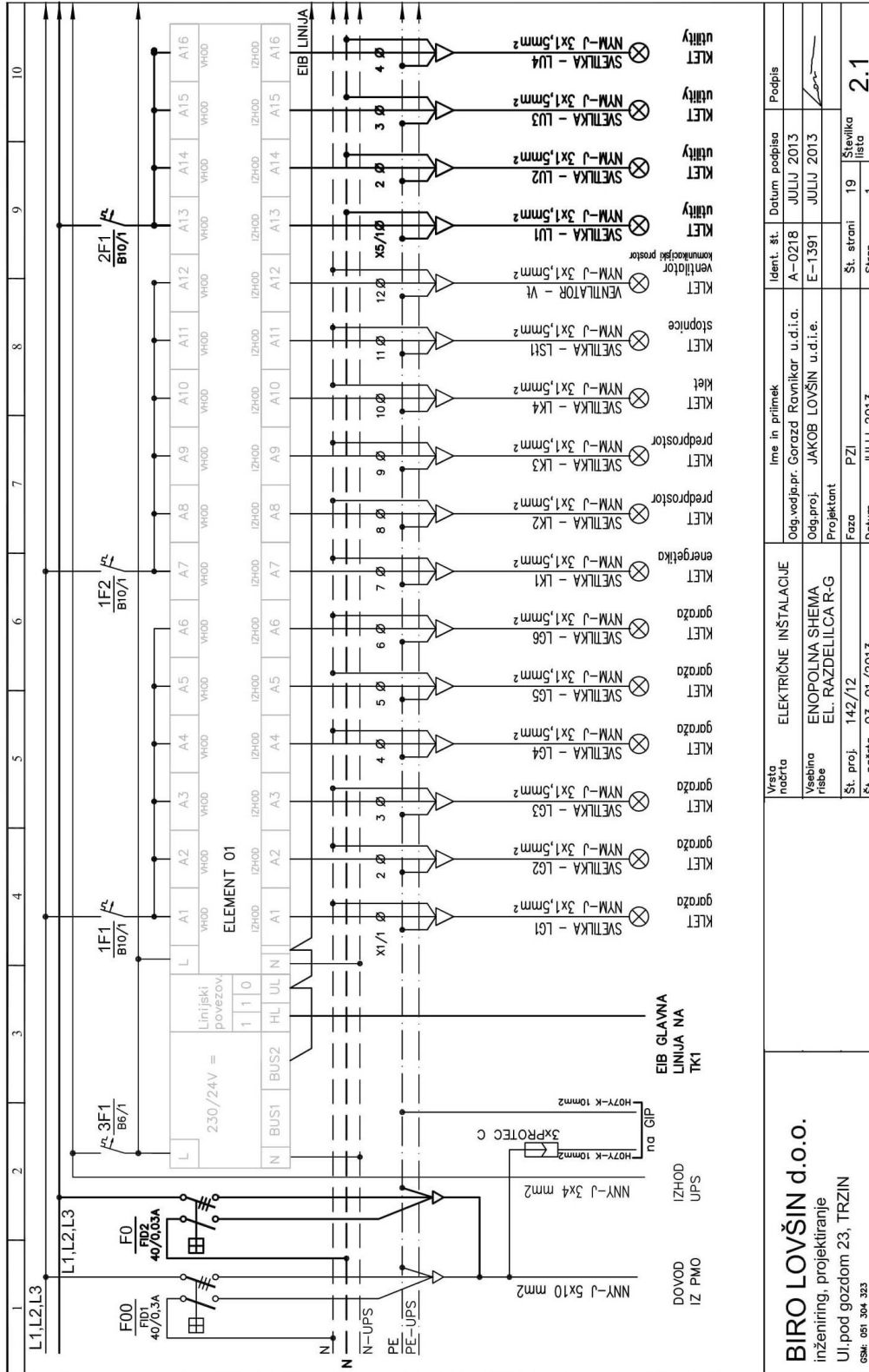
<b>INTELIGENTNA INŠTALACIJA</b>			
<b>OPOMBA:</b>			
<b>Predvidena je oprema proizvajalca GIRA.</b>			
<b>A.) Oprema vgrajena v el. razdelilni omari R-G (dobava in montaža)</b>			
1	KNX/EIB napajalnik GIRA 2x320mA	kos	1
2	Linijski vmesnik	kos	1
3	Linijski povezovalnik	kos	2
4	Podatkovna letev 277mm	kpl	1
5	Pokrovček za KNX tipkalo 1x, E 22, aluminij	kos	9
6	KNX/EIB tipkalo 1	kos	9
7	Pokrovček za KNX tipkalo 3x, E 22, aluminij	kos	6
8	KNX/EIB tipkalo 3	kos	6
9	Pokrovček za KNX tipkalo 6x, E 22, aluminij	kos	8
10	KNX/EIB tipkalo 6	kos	8
11	Pokrovček za KNX tipkalo 2x + termostat, E 22, aluminij	kos	13
12	KNX/EIB tipkalo 2x + termostat	kos	13
13	KNX/EIB bus spoj	kos	36
14	Programiranje, parametriranje, enopolne sheme, svetovanje,...	kpl	1
15	IR senzor opazovalnik 70, svetleča čista bela	kos	4
16	KNX/EIB 6 kanalni binarni vmesnik, 230V AC	kos	1
17	KNX/EIB 16 kanalni stikalni aktuator, 16A	kos	5
18	KNX/EIB 1 kanalni univerzalni regulacijski aktuator, 500W/VA	kos	1
19	KNX/EIB 1 kanalni DALI aktuator, 1000W/VA	kos	2
20	Programiranje, parametriranje, enopolne sheme, svetovanje,...	kpl	1
21	KNX/EIB 8 kanalni aktuator za žaluzije, 230V AC/12-48V DC	kos	4
22	Programiranje, parametriranje, enopolne sheme, svetovanje,...	kpl	1
23	KNX/EIB aktuator za ogrevanje, 230V AC	kos	3
24	Elektro termični pogon ventilov, 230V, komplet z nastavki za ventile	kos	13

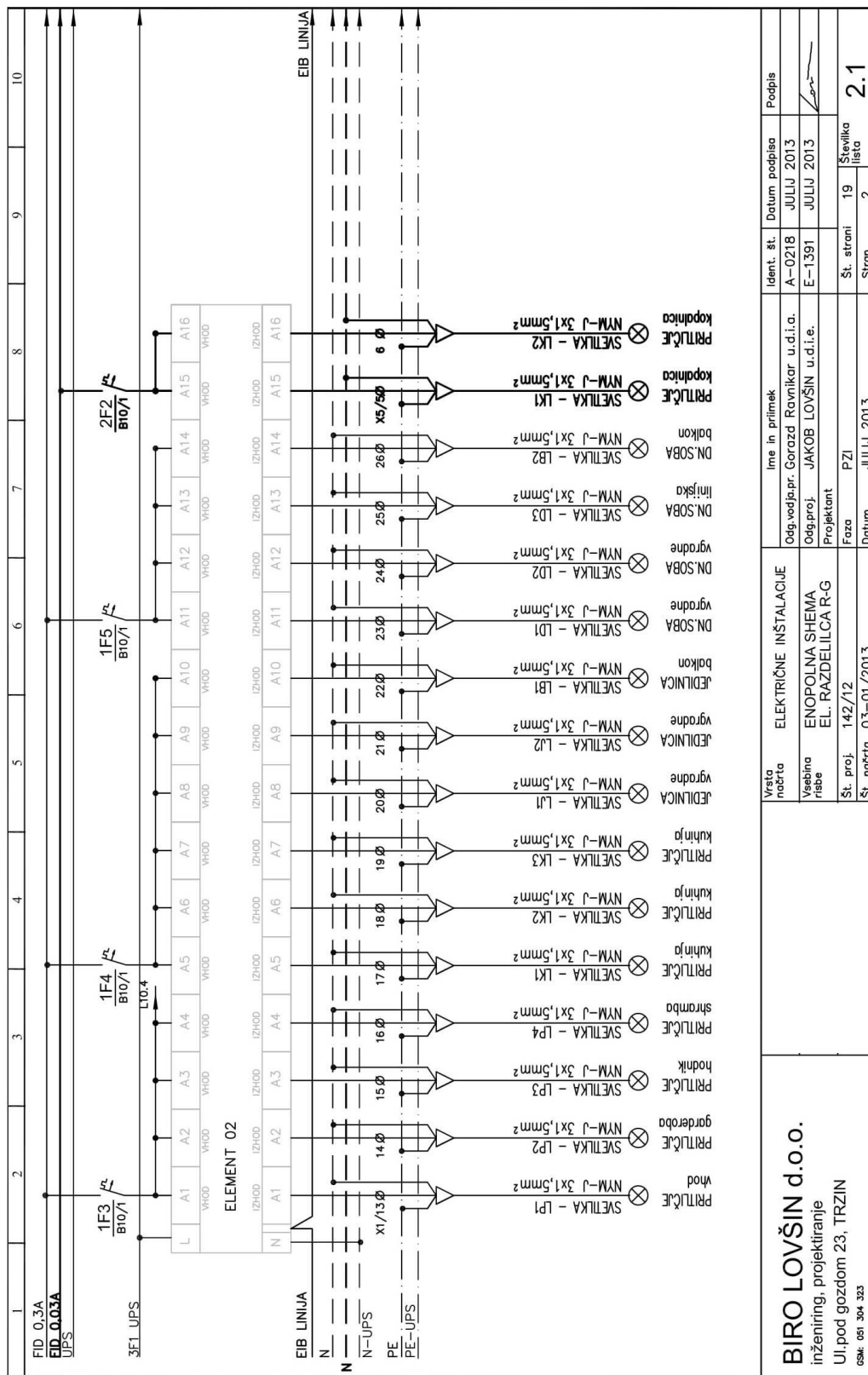
»se nadaljuje«

---

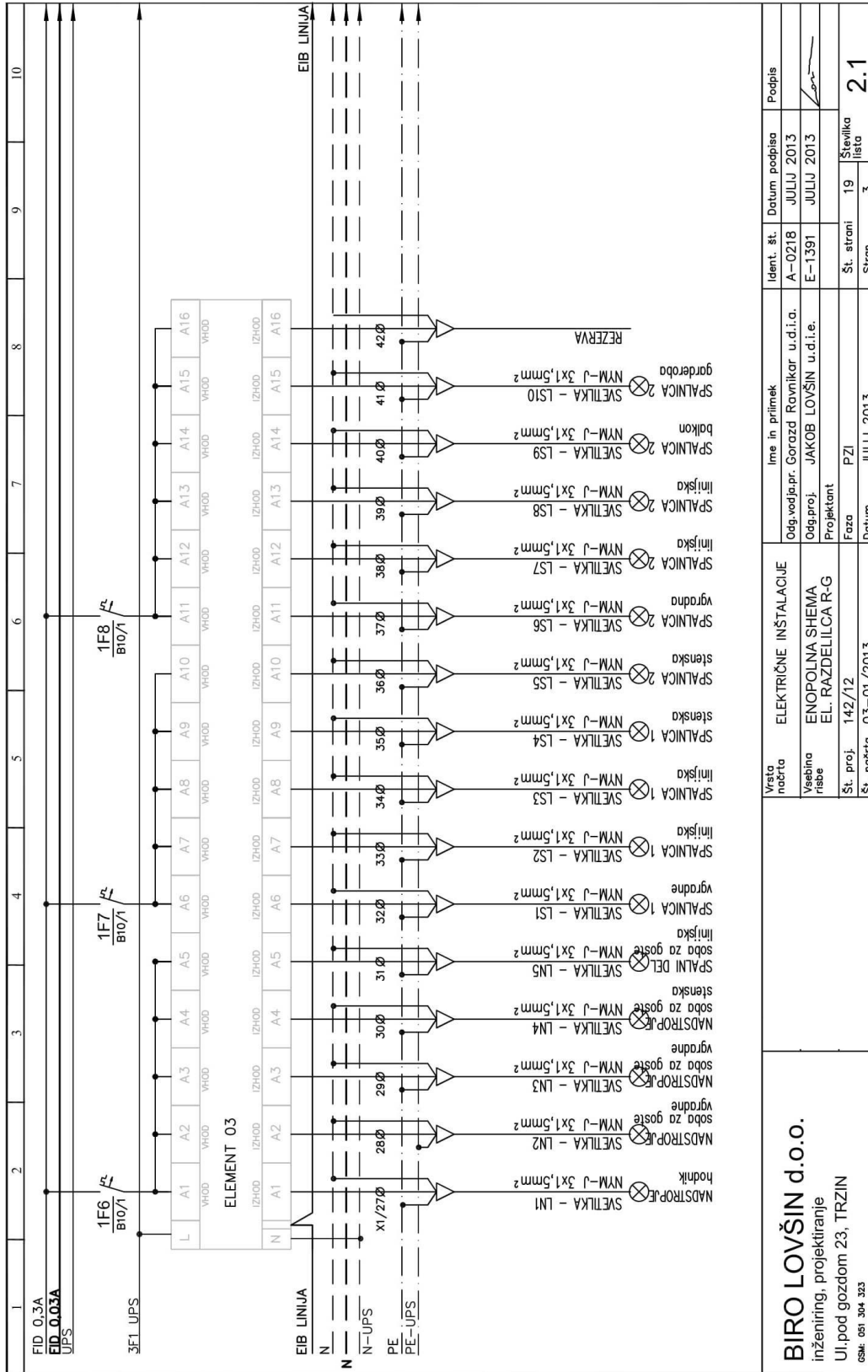
25	KNX/EIB 8 kanalni aktuator za konvektor 2163	kos	15
26	KNX/EIB IR vmesnik za klimatske naprave Zennino IRSC (opcija)	kos	1
27	KNX/EIB vremenska postaja Standard	kos	1
28	Napajalnik za vremensko postajo Standard, 24V AC	kos	1
29	KNX/EIB podatkovni vmesnik USB, System 55, svetleča čista bela	kos	1

Priloga 2: Enopolne sheme centralne električne krmilno - razdelilne omare





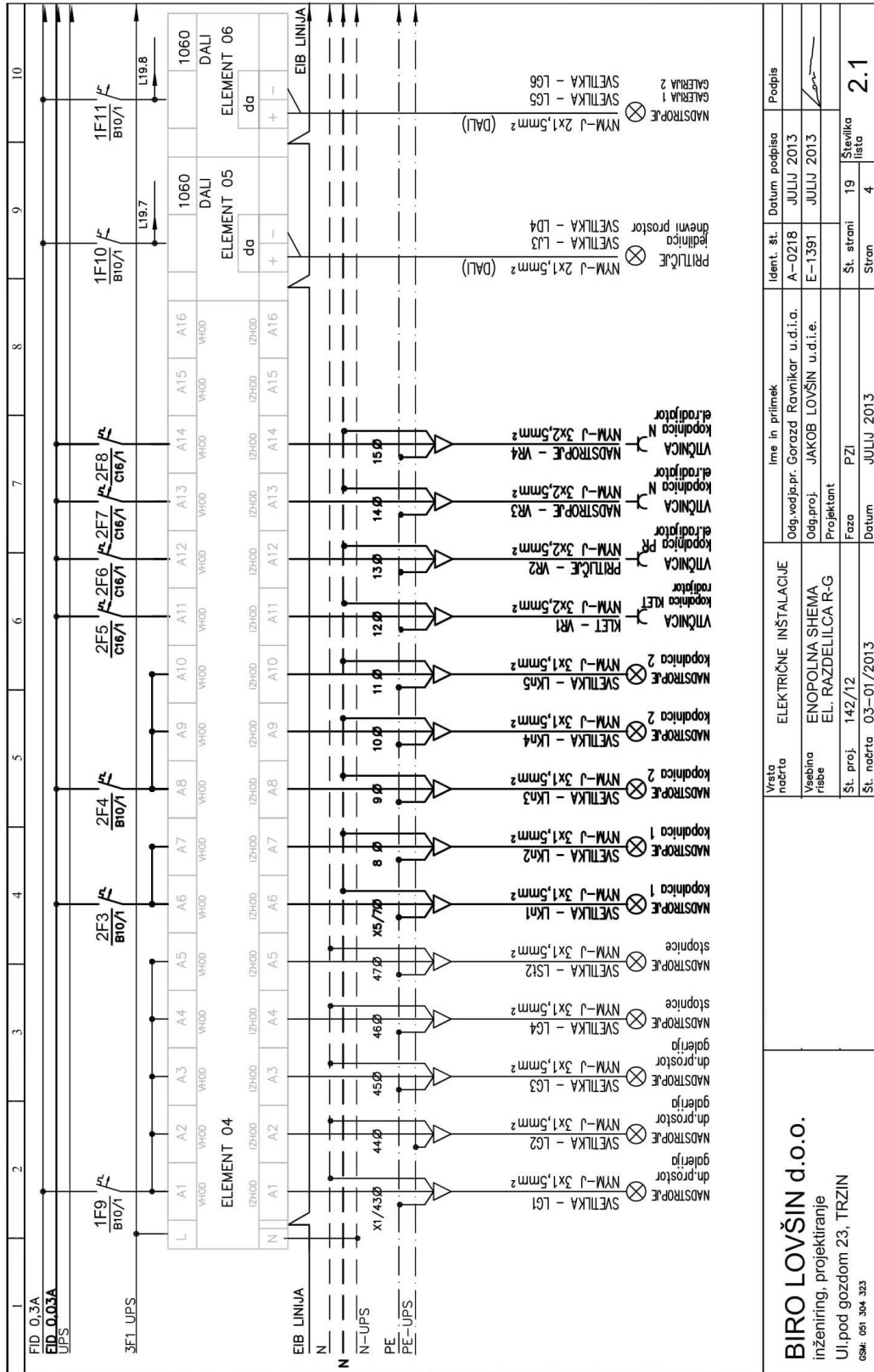
<b>BIRO LOVŠIN d.o.o.</b> inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSM: 051 304 323	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE		Ime in priimek:		Datum podpisa:		Podpis:		
	Vsebina risbe: ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILICA R-G		Odg.vodja/pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.		Datum podpisa: JULIJ 2013		Podpis:		
	Št. proj. 142/12		Projektant: PZI		Datum: JULIJ 2013		Številka lista:		
	Št. načrta 03-07/2013		Faza:		Datum:		Številka lista:		
				Št. strani: 19		Stran: 2		2.1	



**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Uj, pod gozdom 23, TRZIN  
 GBH: 001 304 323

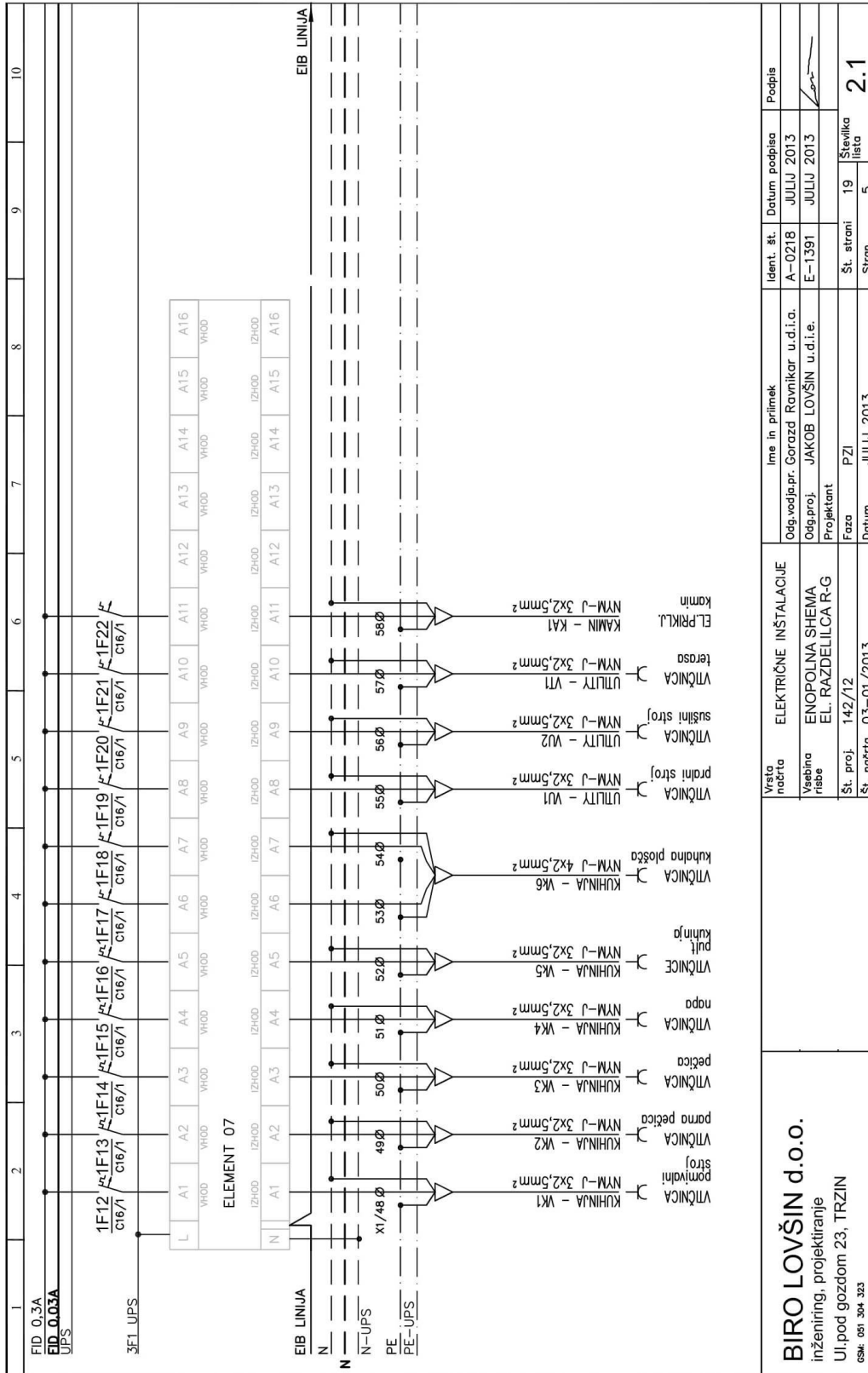
Vrsta nabara	ELEKTRIČNE INSTALACIJE	ime in priimek	Ident. št.	Datum podpisa	Podpis
		Odg.vodja/pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.	A-0218	JULIJ 2013	
Vesajna rišbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.	E-1391	JULIJ 2013	
Št. proj.	142/12	Projektant	Št. strani	19	Številka lista
Št. nabara	03-01/2013	Faza PZI	Stran	3	2.1
		Datum JULIJ 2013			



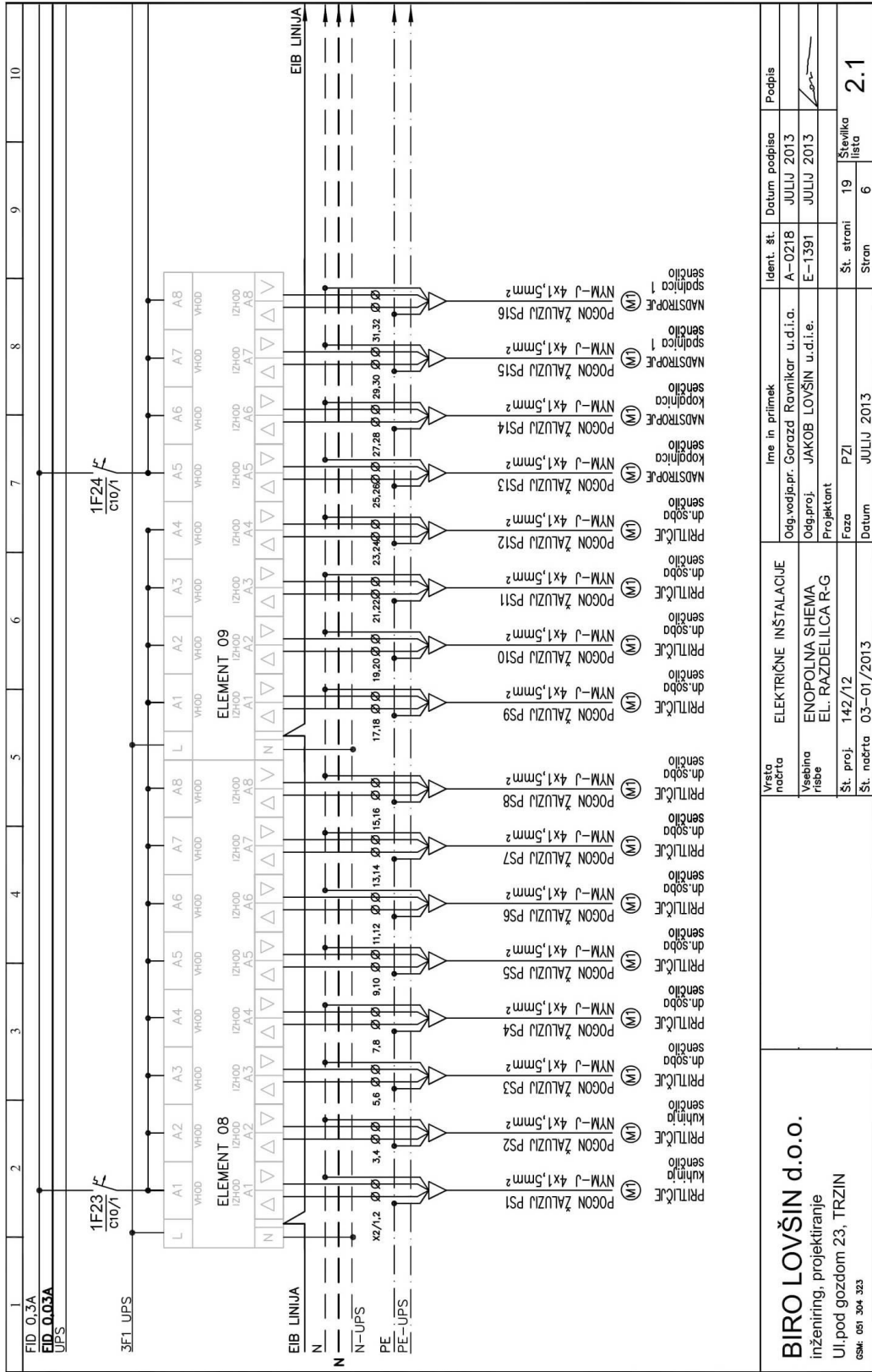


**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul. pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 061 304 323

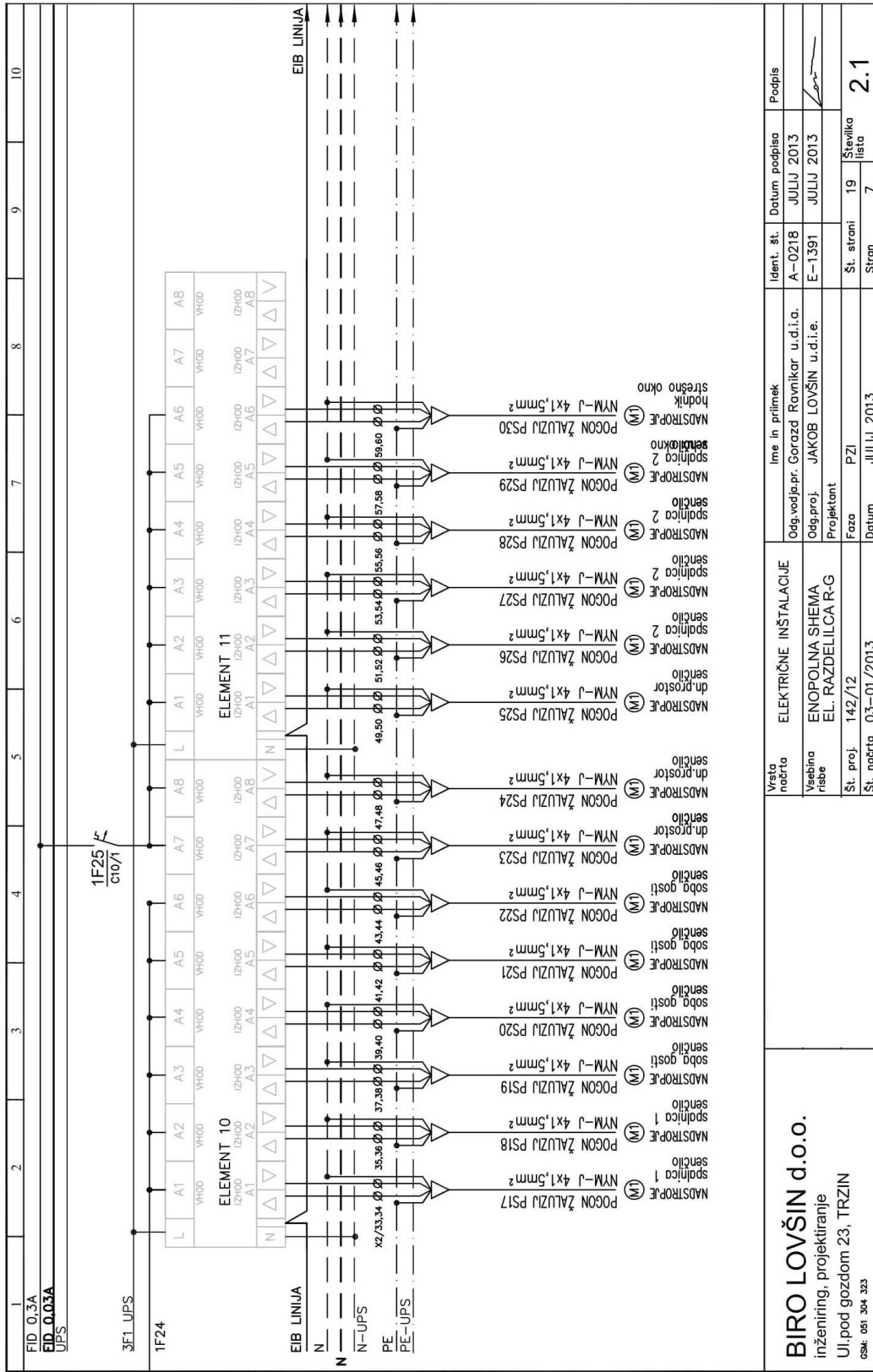
Vrsta nabrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	ime in priimek	Datum podpisa	Podpis
Vsebina risbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.o.	A-0218	JULIJ 2013
Št. proj.	142/12	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.o.	E-1391	JULIJ 2013
Št. nabrta	03-01/2013	Projektant		
		Faza	PZI	
		Datum	JULIJ 2013	
		Št. strani	19	Številka lista
		Stran	4	2.1



Vrsta nabita		ELEKTRIČNE INŠTALACIJE		Ime in priimek		Datum podpisa		Podpis	
Vsebina risbe		ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILICA R-G		Odg.vodja:pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.		A-0218 JULIJ 2013		A-0218 JULIJ 2013	
Št. proj.		142/12		Projektant		E-1391 JULIJ 2013		E-1391 JULIJ 2013	
Št. nčrta		03-01/2013		Faza		PZI		Št. strani 19	
				Datum		JULIJ 2013		Stran 5	
								Številka lista 2.1	

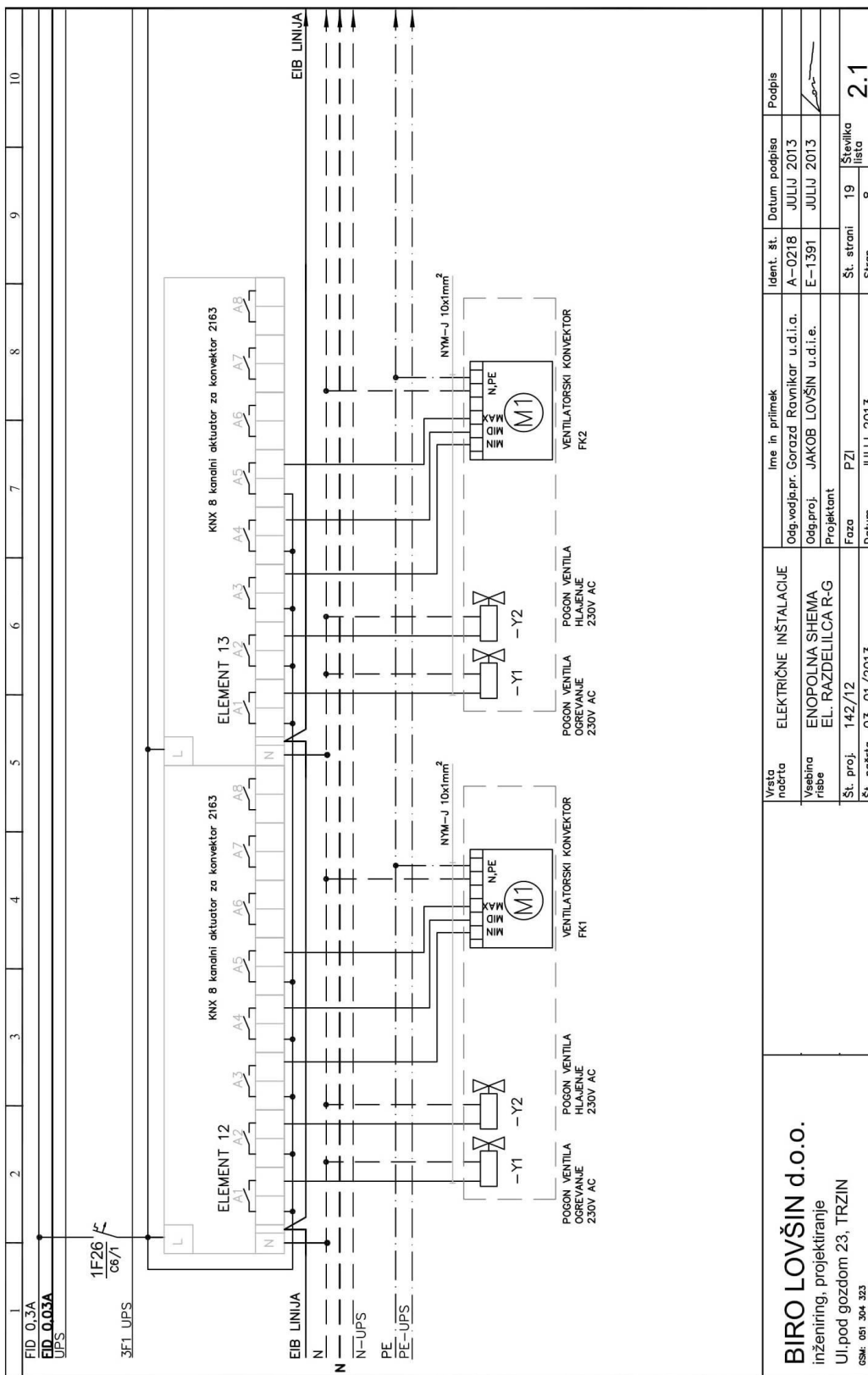


<b>BIRO LOVŠIN d.o.o.</b> inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSM: 061 304 323		Vrsta nabara	ELEKTRONE INSTALACIJE		Ident. št.	Datum podpisa	Podpis
		Vsebina nabe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G		A-0218	JULIJ 2013	
Št. proj. 142/12 Št. nabara 03-01/2013		Odg.vodja/pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.o. Odb.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e. Projektant		E-1391	JULIJ 2013		
		Faza	PZI	Datum	JULIJ 2013	Št. strani	19
						Številka lista	6
						Stran	2.1

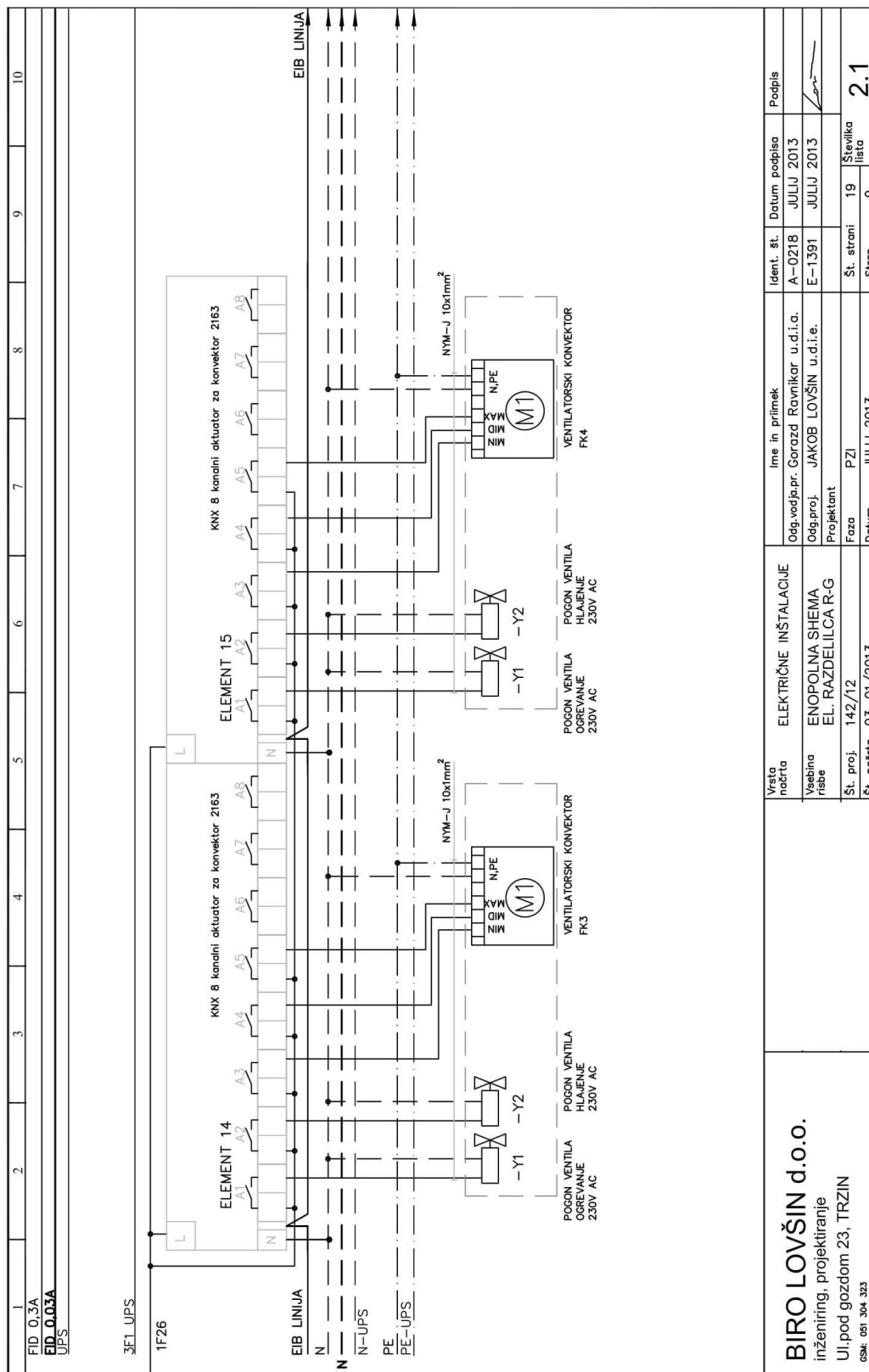


**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul.pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 051 304 323

Vrsta načrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	Ime in priimek	Podpis
Vsebina risbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.	A-0218
Št. proj.	142/12	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.	E-1391
Št. načrta	03-01/2013	Projektant	
		Faza	PZI
		Datum	JULIJ 2013
		Št. strani	19
		Številka lista	2.1
		Stran	7

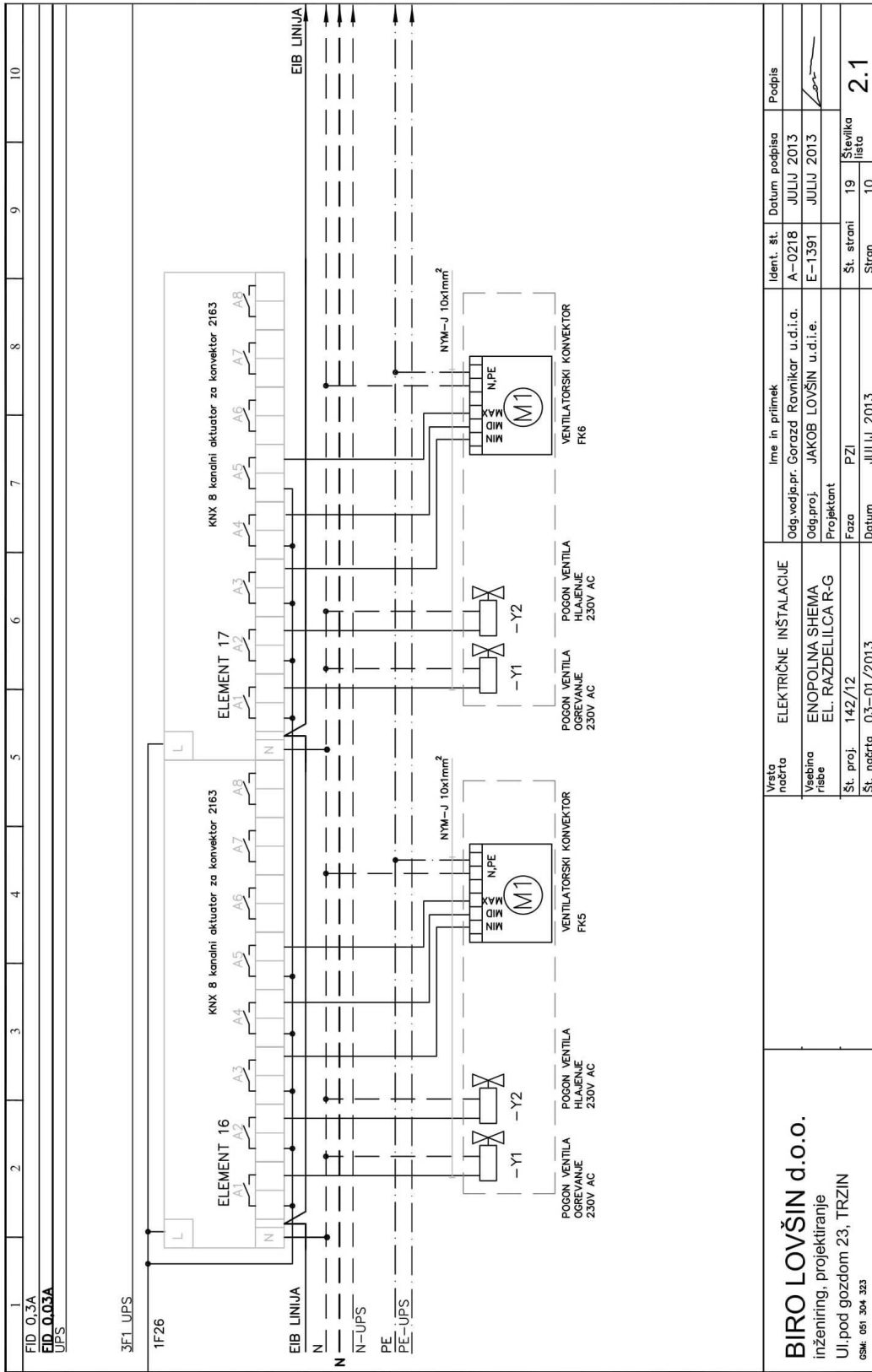


<p><b>BIRO LOVŠIN d.o.o.</b> inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSK: 051 304 323</p>		<p>Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE</p>		<p>Ime in priimek: Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.</p>		<p>Ident. št.: A-0218</p>		<p>Datum podpisa: JULIJ 2013</p>		<p>Podpis: </p>	
<p>Vsebina risbe: ENOPOLNA SCHEMA EL. RAZDELILCA R-G</p>		<p>Odg.proj: JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.</p>		<p>Projektant:</p>		<p>Ident. št.: E-1391</p>		<p>Datum podpisa: JULIJ 2013</p>		<p>Podpis: </p>	
<p>Št. proj: 142/12</p>		<p>Faza: PZI</p>		<p>Datum: JULIJ 2013</p>		<p>Št. strani: 19</p>		<p>Številka lista: 2.1</p>		<p>Stran: 8</p>	
<p>Št. načrta: 03-01/2013</p>		<p>Datum: JULIJ 2013</p>		<p>Št. strani: 19</p>		<p>Številka lista: 2.1</p>		<p>Stran: 8</p>		<p>Stran: 8</p>	



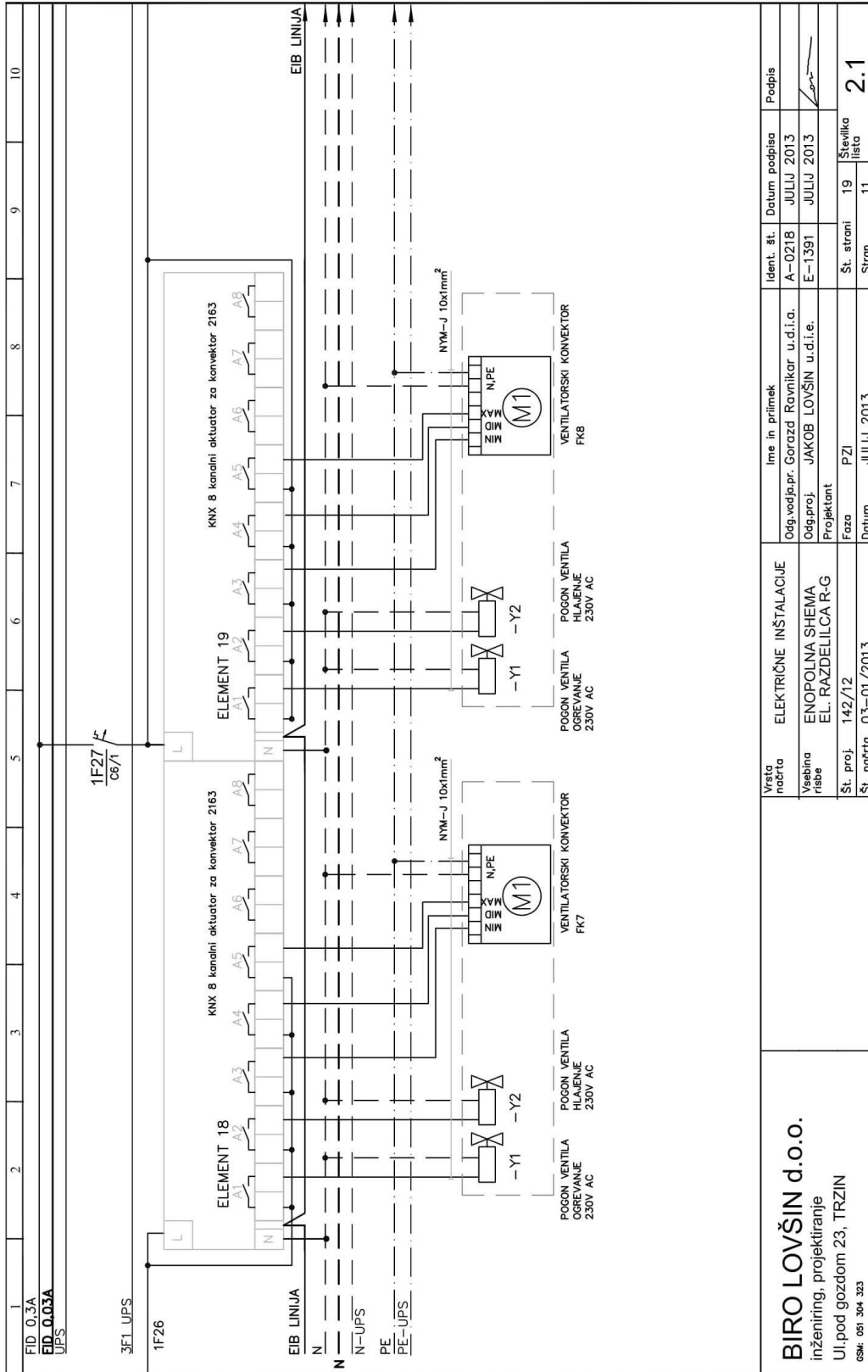
**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul. pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 051 304 323

Vrsta načrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	Ime in priimek	Ident. št.	Datum podpisa	Podpis
Vsebina risbe	ENOPOLNA SCHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja.pr. Gorazd Rovnikar u.d.i.o.	A-0218	JULIJ 2013	
Št. proj.	142/12	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.o.	E-1391	JULIJ 2013	
Št. načrta	03-01/2013	Projektant			
		Faza	PZI	Št. strani	19
		Datum	JULIJ 2013	Stran	9
				Številka lista	2.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FID_0.3A EIB_0.03A UPS									

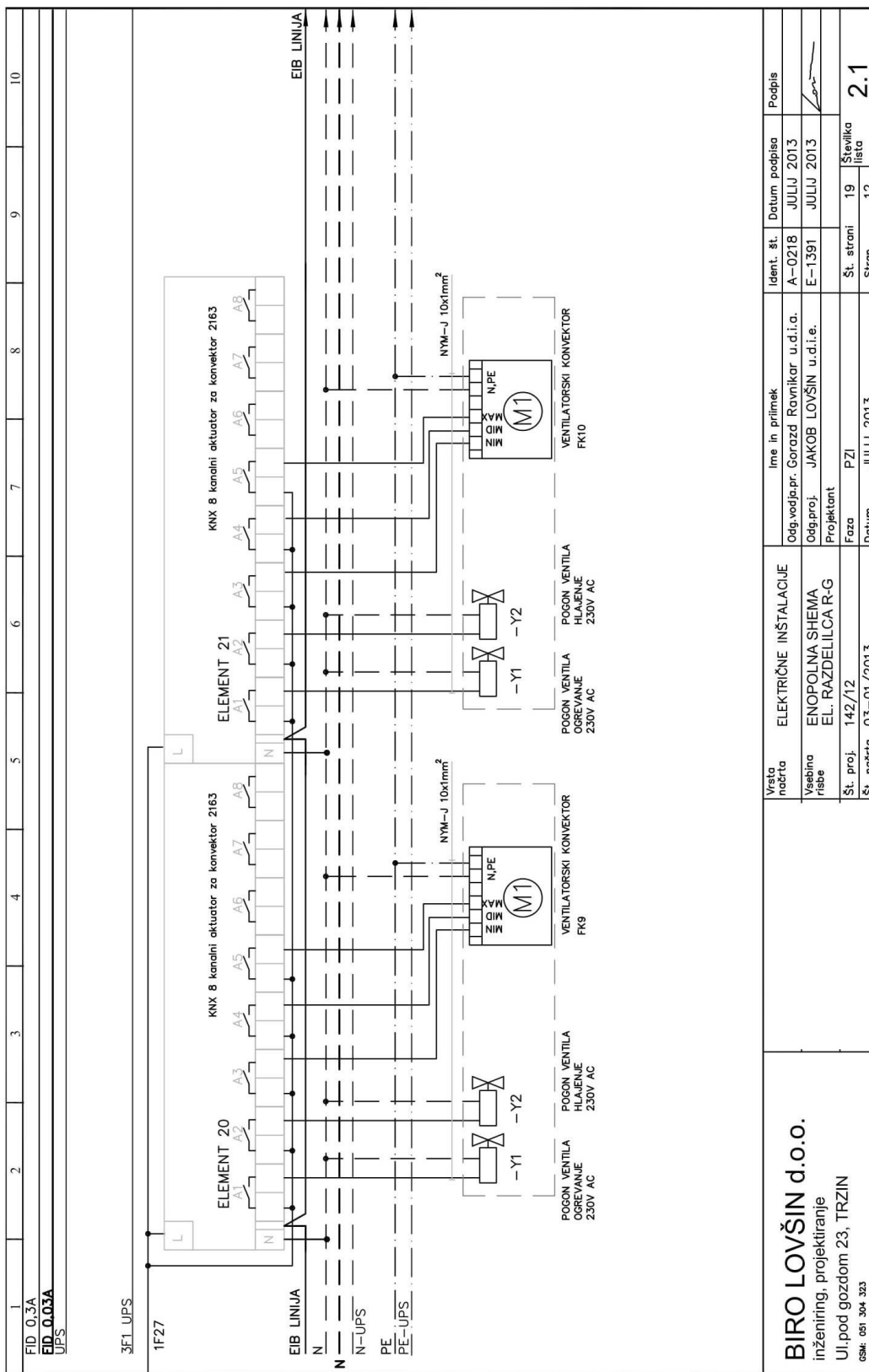
BIRO LOVŠIN d.o.o. inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSM: 051 304 323	Vrsta nacrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	ime in priimek	Ident. št.	Datum podpisa	Podpis	
	Vsebina risbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja/pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.o. Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.o.	A-0218 E-1391	JULIJ 2013 JULIJ 2013		
	Št. proj.	142/12	Projektant	Faza	Št. strani	Številka lista	
	Št. nacrta	03-01/2013	Datum	JULIJ 2013	19	10	2.1



**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul. pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 051 304 323

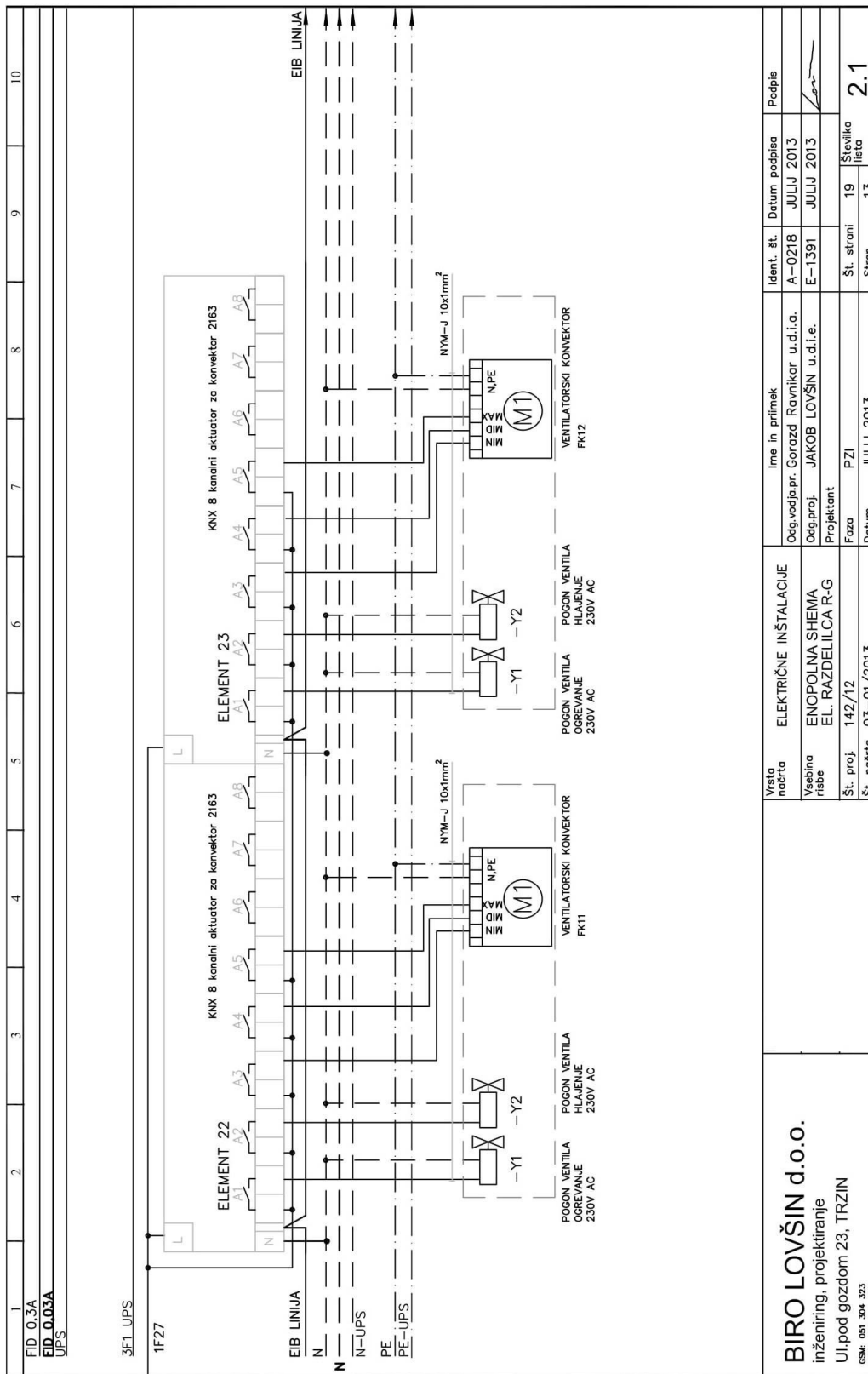
Vrsta risbe	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	Ime in priimek	Ident. št.	Datum podpisa	Podpis
Vsebinska risba	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.o.	A-0218	JULIJ 2013	
Št. proj.	142/12	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.o.	E-1391	JULIJ 2013	
Št. nabrta	03-01/2013	Projektant			
		Faza PZI	Št. strani	19	Številka lista
		Datum JULIJ 2013	Stran	11	2.1



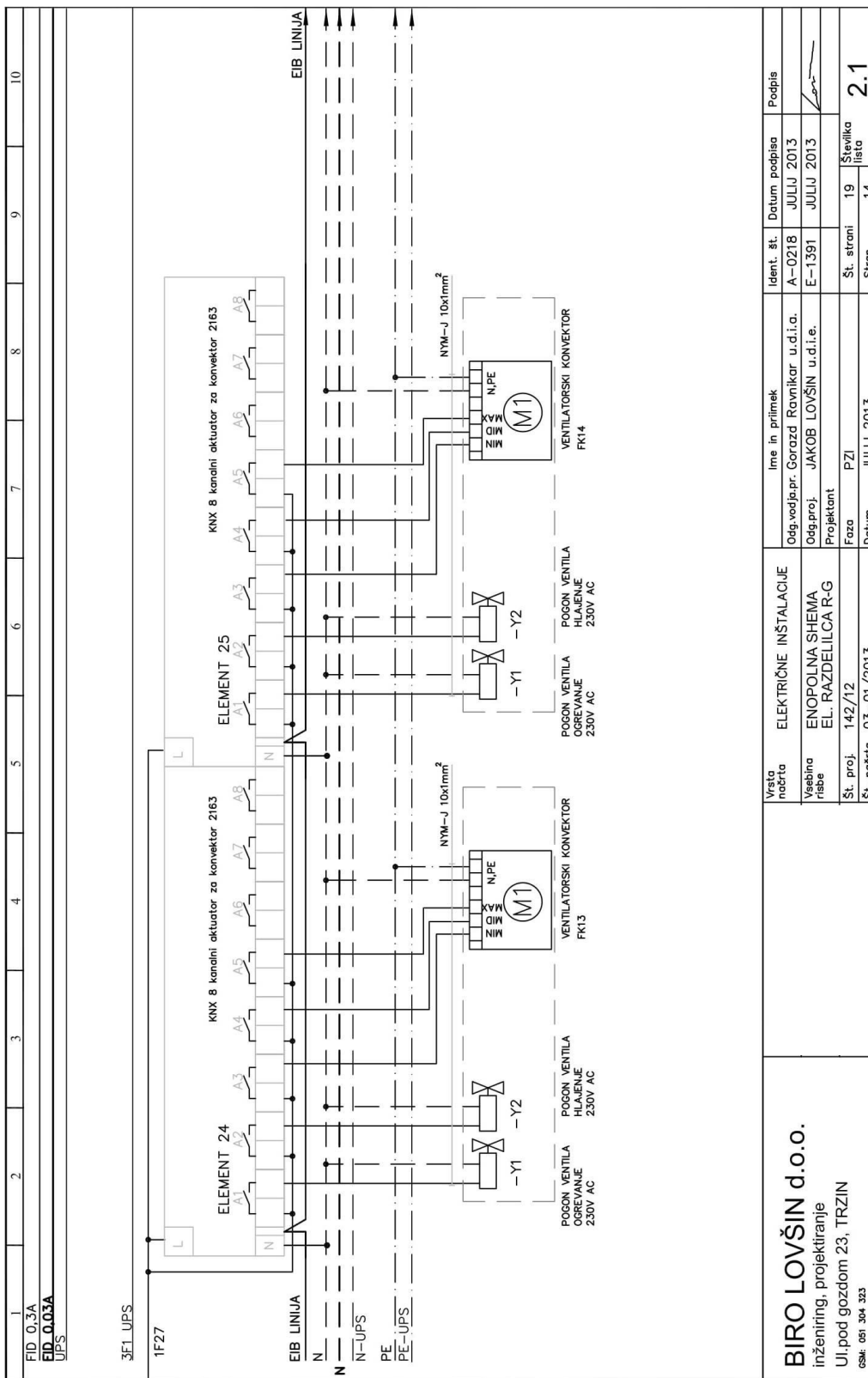


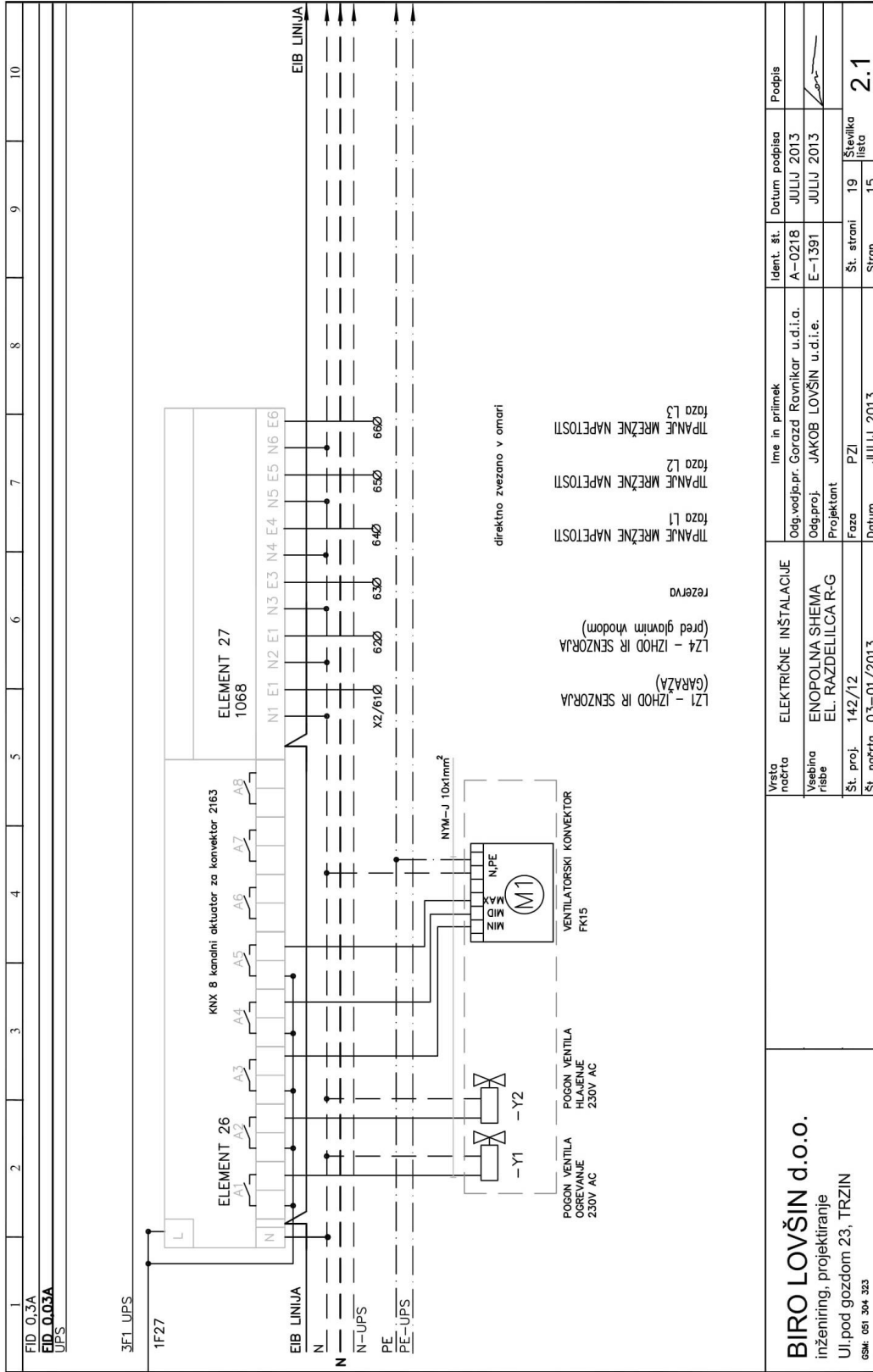
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FID_0_3A ED_0.03A UPS									

BIRO LOVŠIN d.o.o. inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN OŠN: 151.304.323		Vrsta načrta ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	Ime in priimek Odb.vodj.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a. Odb.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e. Projektant Faza PZI	Ident. št. A-0218 E-1391	Datum podpisa JULIJ 2013 JULIJ 2013	Podpis 
		Št. nabrta 03-01/2013	Datum JULIJ 2013	Št. strani 19	Številka lista 12	2.1



<b>BIRO LOVŠIN d.o.o.</b> inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSM: 051 304 323		Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE Vsebina risbe: ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G Št. proj.: 142/12 Št. nacrta: 03-01/2013	Ime in priimek: Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a. Odg.proj.: JAKOB LOVŠIN u.d.i.e. Projektant: PZI Datum: JULIJ 2013	Ident. št.: A-0218 E-1391 Št. strani: 19 Stran: 13	Datum podpisa: JULIJ 2013 JULIJ 2013 Številka lista: 2.1
---	--	---	--	---	--

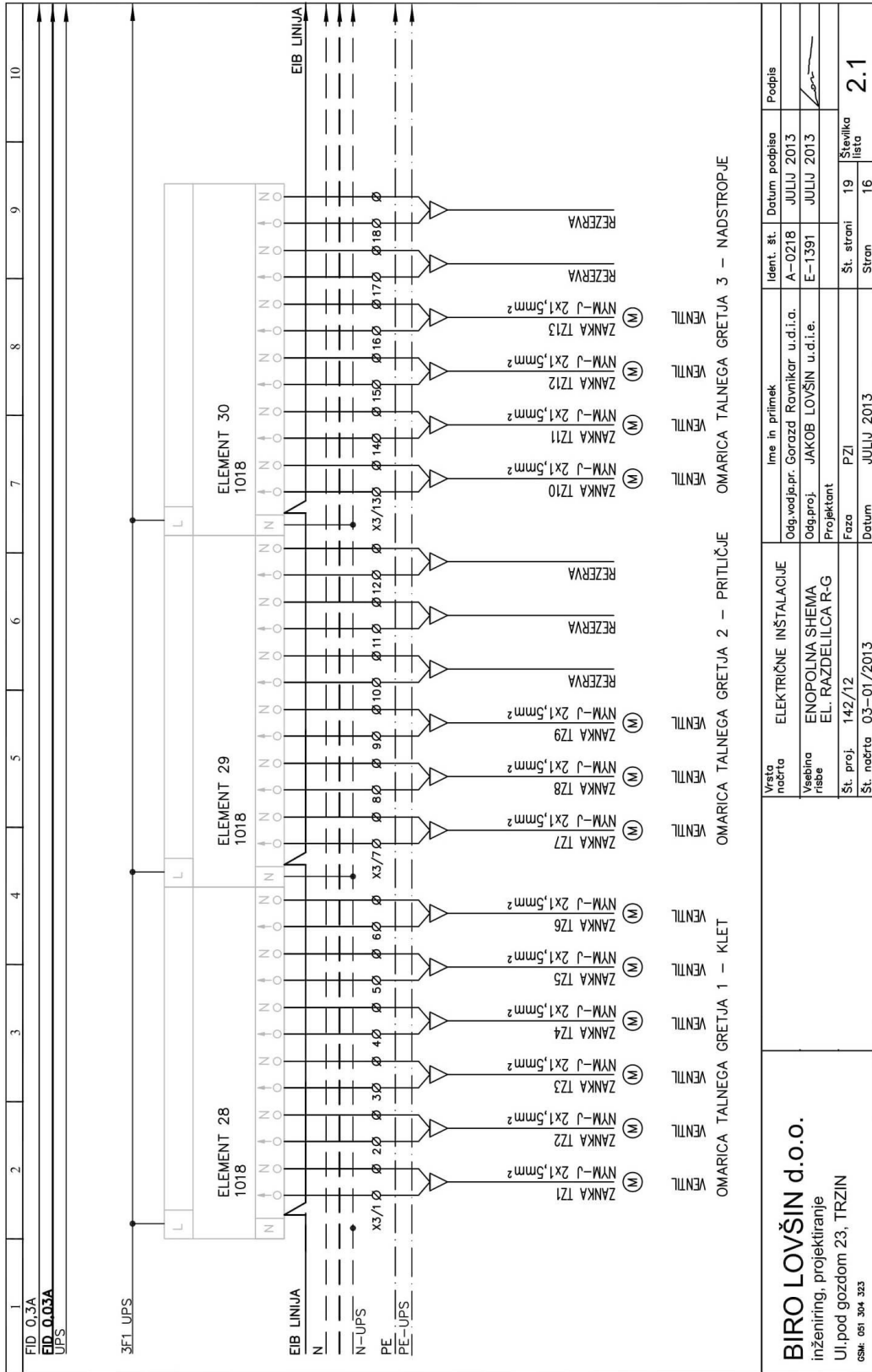




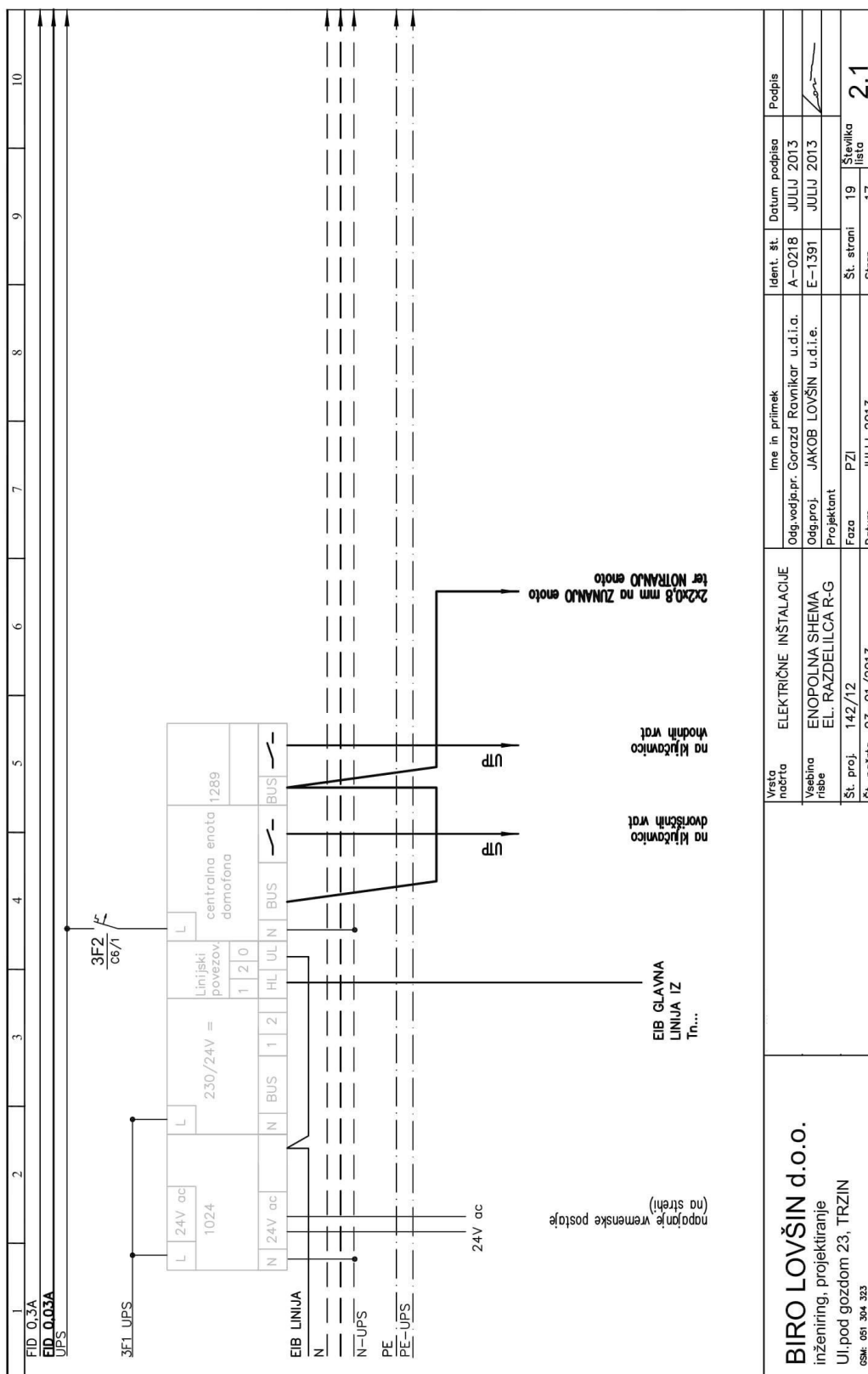
**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul.pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 051 304 323

Vrsta nacrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE
Vsebina risbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G
Št. proj.	142/12
Št. nacrta	03-01/2013

Ime in priimek	JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.	Ident. št.	E-1391	Datum podpisa	JULIJ 2013	Podpis	
Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.	JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.	A-0218	E-1391	JULIJ 2013	JULIJ 2013		
Projektant	PZI	Št. strani	19	Številka lista	15		
Faza	JULIJ 2013	Stran					2.1



<b>BIRO LOVŠIN d.o.o.</b> inženiring, projektiranje Ul.pod gozdom 23, TRZIN GSK 051 304 323		Vrsta načrta ELEKTRIČNE INŠTALACIJE		Ime in priimek Odg.vodja.pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.		Ident. št. A-0218		Datum podpisa JULIJ 2013		Podpis	
		Vsebine risbe ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILICA R-G		Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.		E-1391		JULIJ 2013		St. strani 19	
		Št. proj. 142/12		Faza PZI		Datum JULIJ 2013		Št. strani 16		Številka lista 2.1	
		Št. načrta 03-01/2013		OMARICA TALNEGA GRETJA 1 – KLET		OMARICA TALNEGA GRETJA 2 – PRITLIČJE		OMARICA TALNEGA GRETJA 3 – NADSTROPJE			

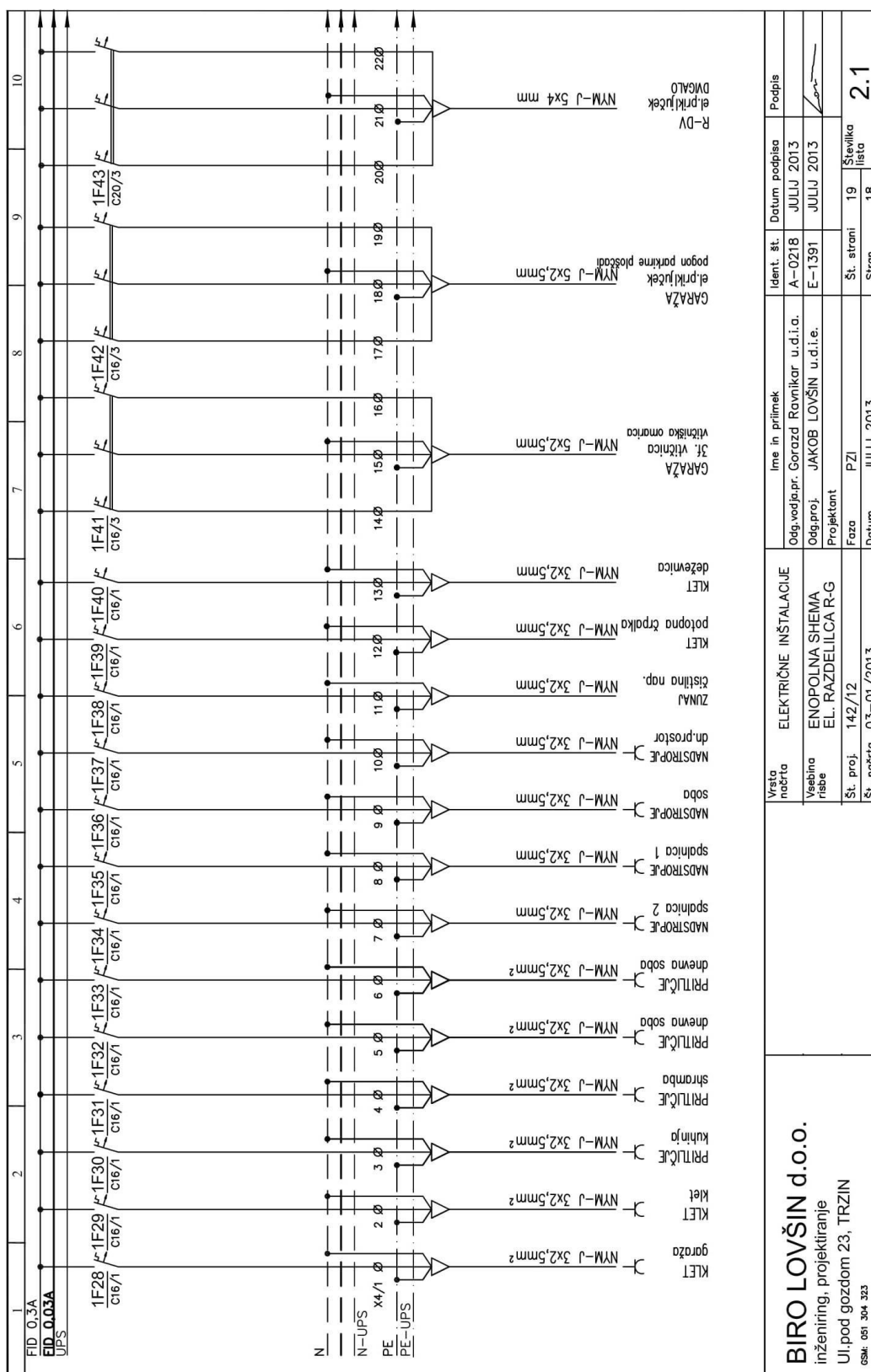


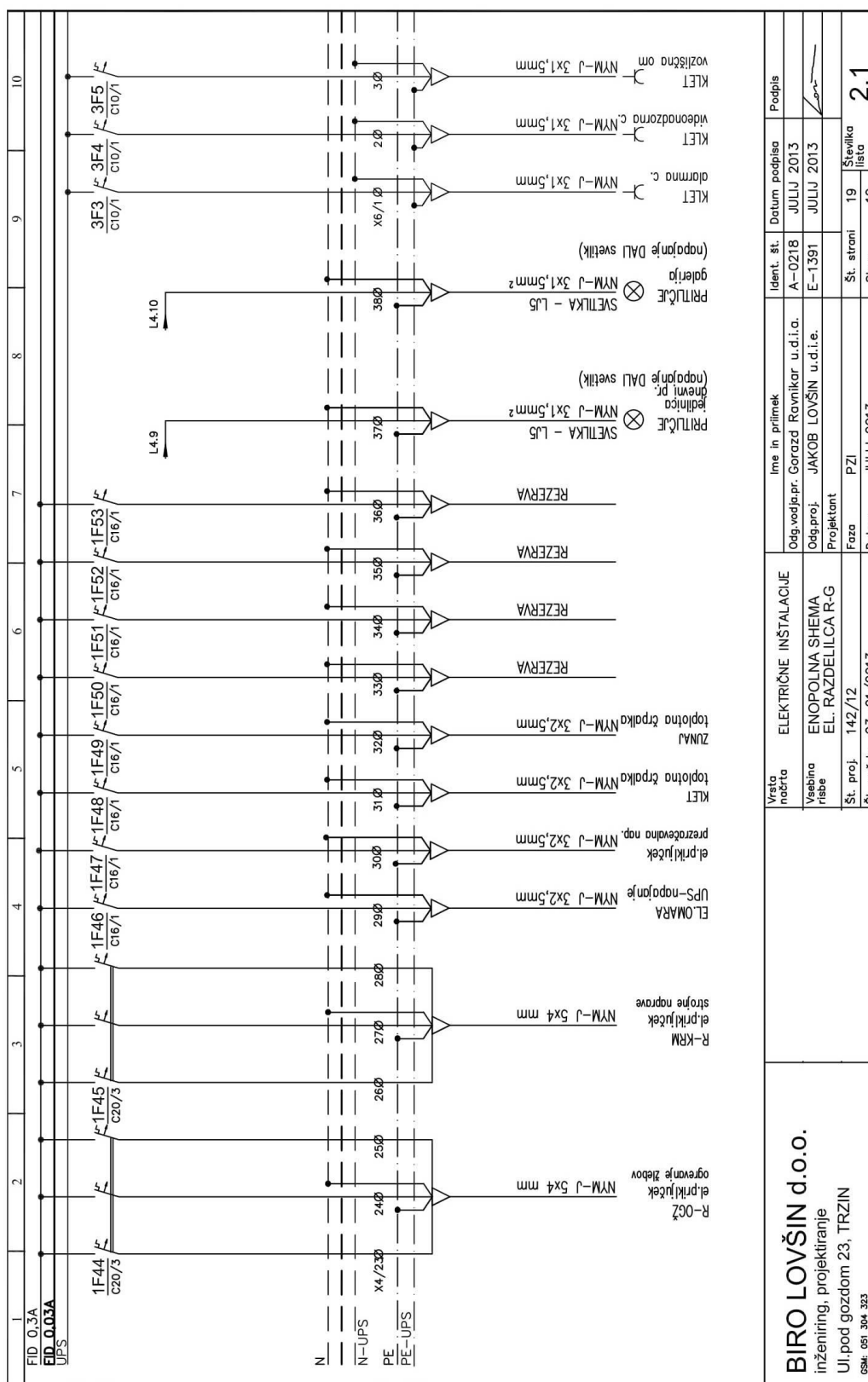
**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Uli.pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 061 304 323

Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE  
 Vsebina risbe: ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G  
 Št. proj.: 142/12  
 Št. načrta: 03-01/2013

Ime in priimek: ODG.VODJA PR. GORAZD RAVNIKAR U.D.I.O.  
 ODG.PROJ. JAKOB LOVŠIN U.D.I.E.  
 Projektant: FAZA PZI  
 Datum: JULIJU 2013

Ident. št.: A-0218  
 Datum podpisa: JULIJU 2013  
 E-1391  
 JULIJU 2013  
 Št. strani: 19  
 Št. listov: 17  
 Številka lista: 2.1

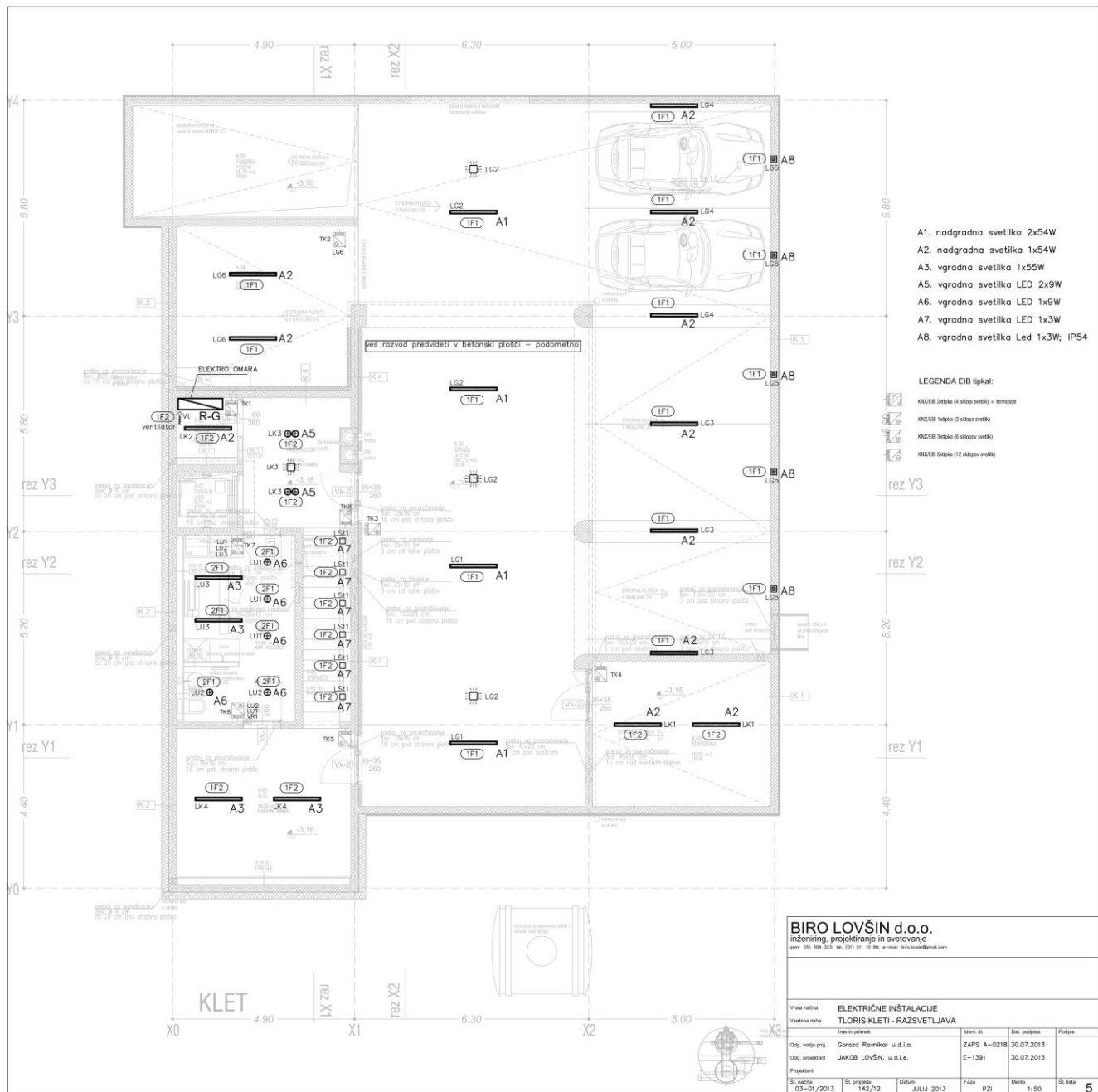




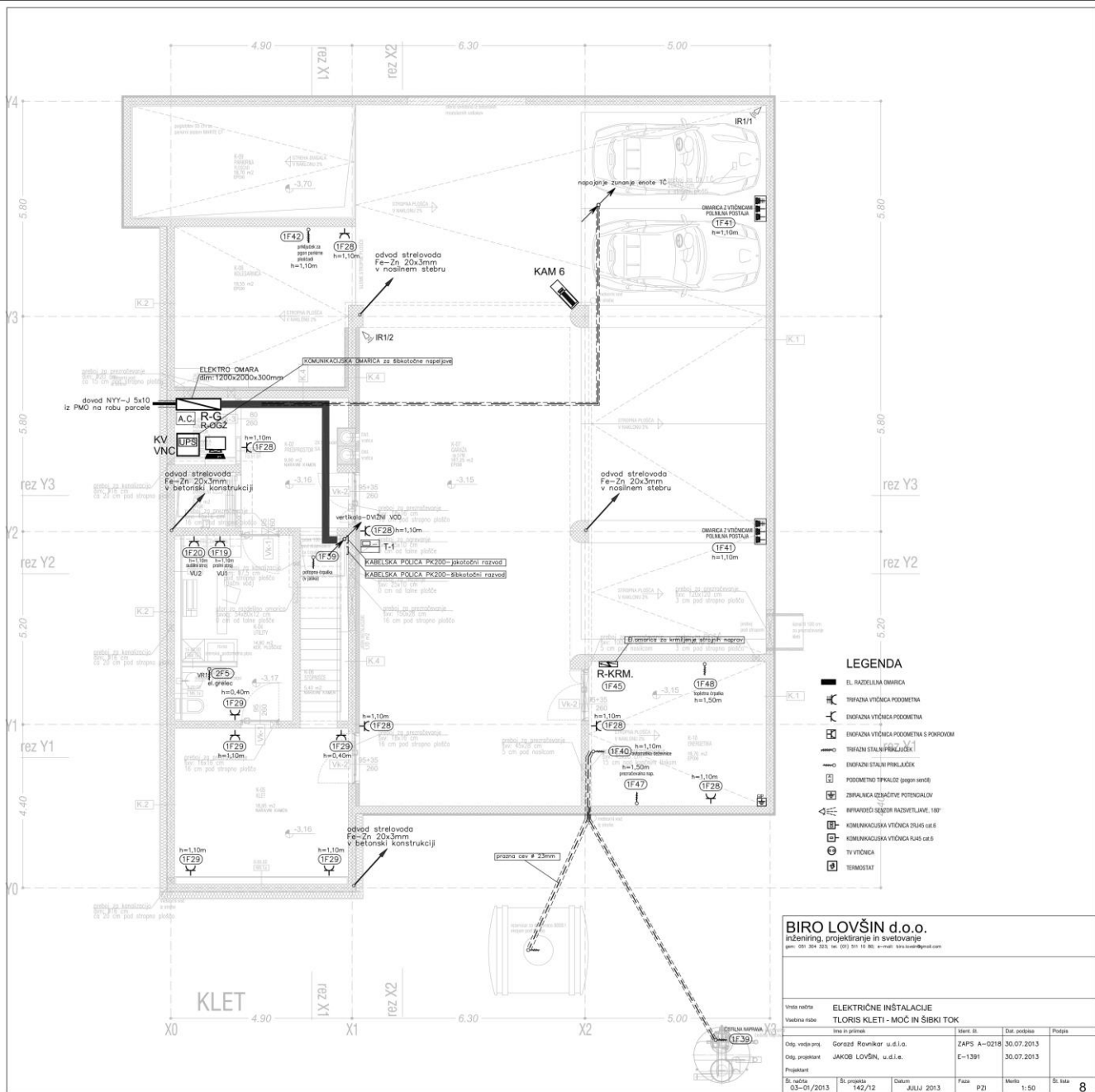
**BIRO LOVŠIN d.o.o.**  
 inženiring, projektiranje  
 Ul.pod gozdom 23, TRZIN  
 GSM: 051 304 323

Vrsta nacrta	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE	Ime in priimek	
Vsebina risbe	ENOPOLNA SHEMA EL. RAZDELILCA R-G	Odg.vodja/pr. Gorazd Ravnikar u.d.i.a.	A-0218
Št. proj.	142/12	Odg.proj. JAKOB LOVŠIN u.d.i.e.	E-1391
Št. nacrta	03-01/2013	Projektant	
		Faza	PZI
		Datum	JULIJU 2013
		Št. strani	19
		Številka lista	2.1
		Stran	19
		Datum podpisa	JULIJU 2013
		Podpis	

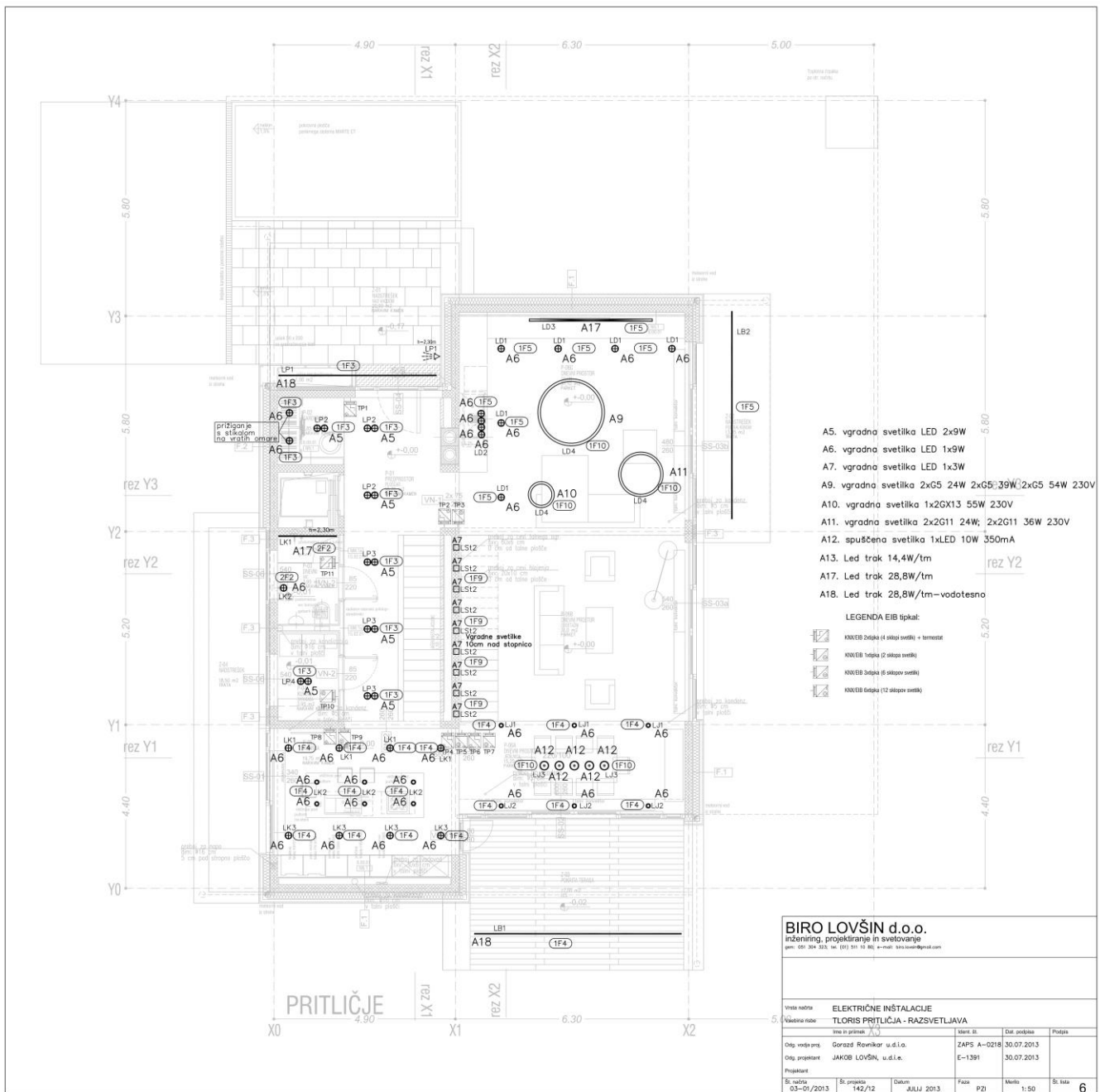




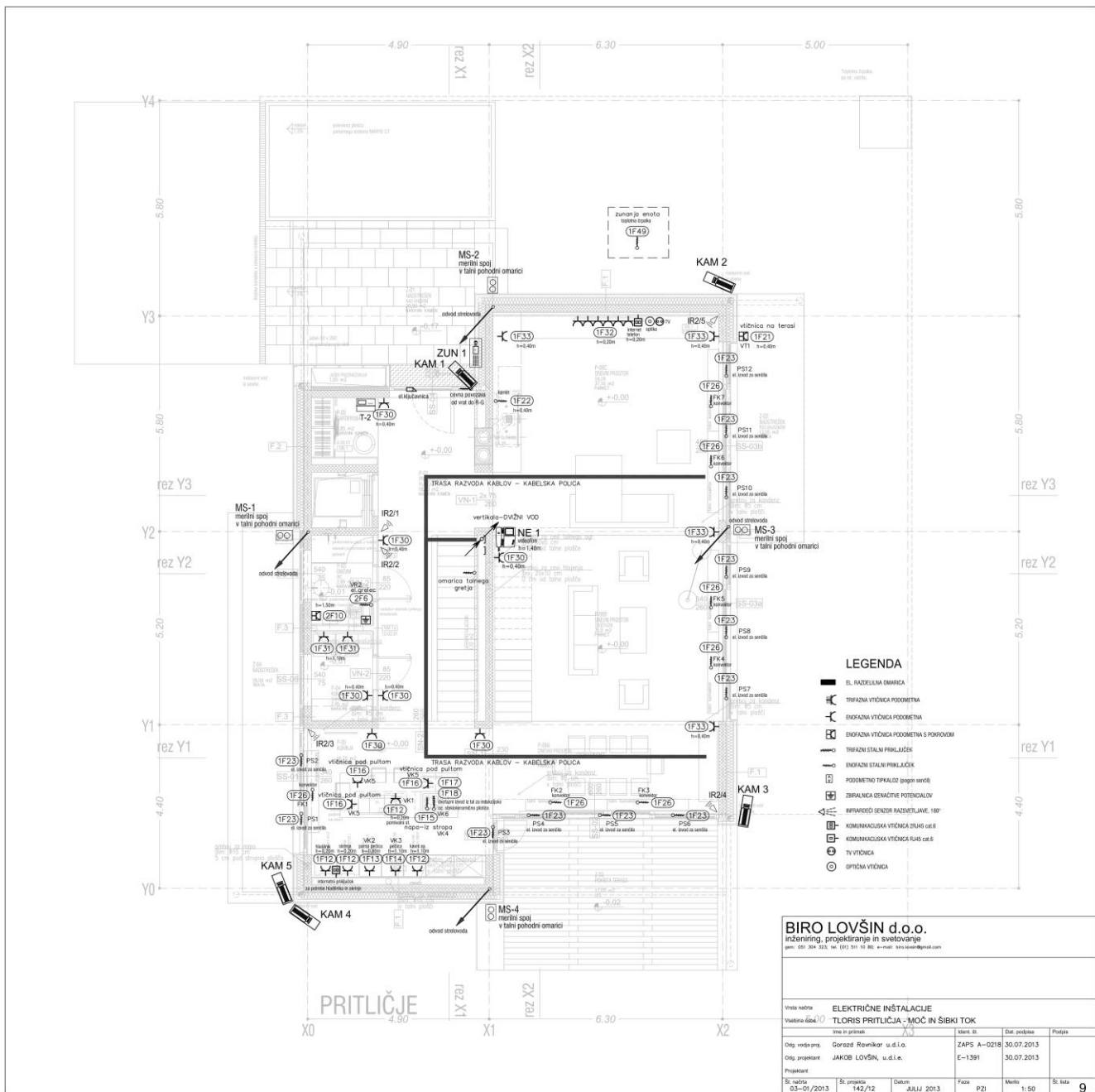
Priloga 4: Inštalacija moči - klet



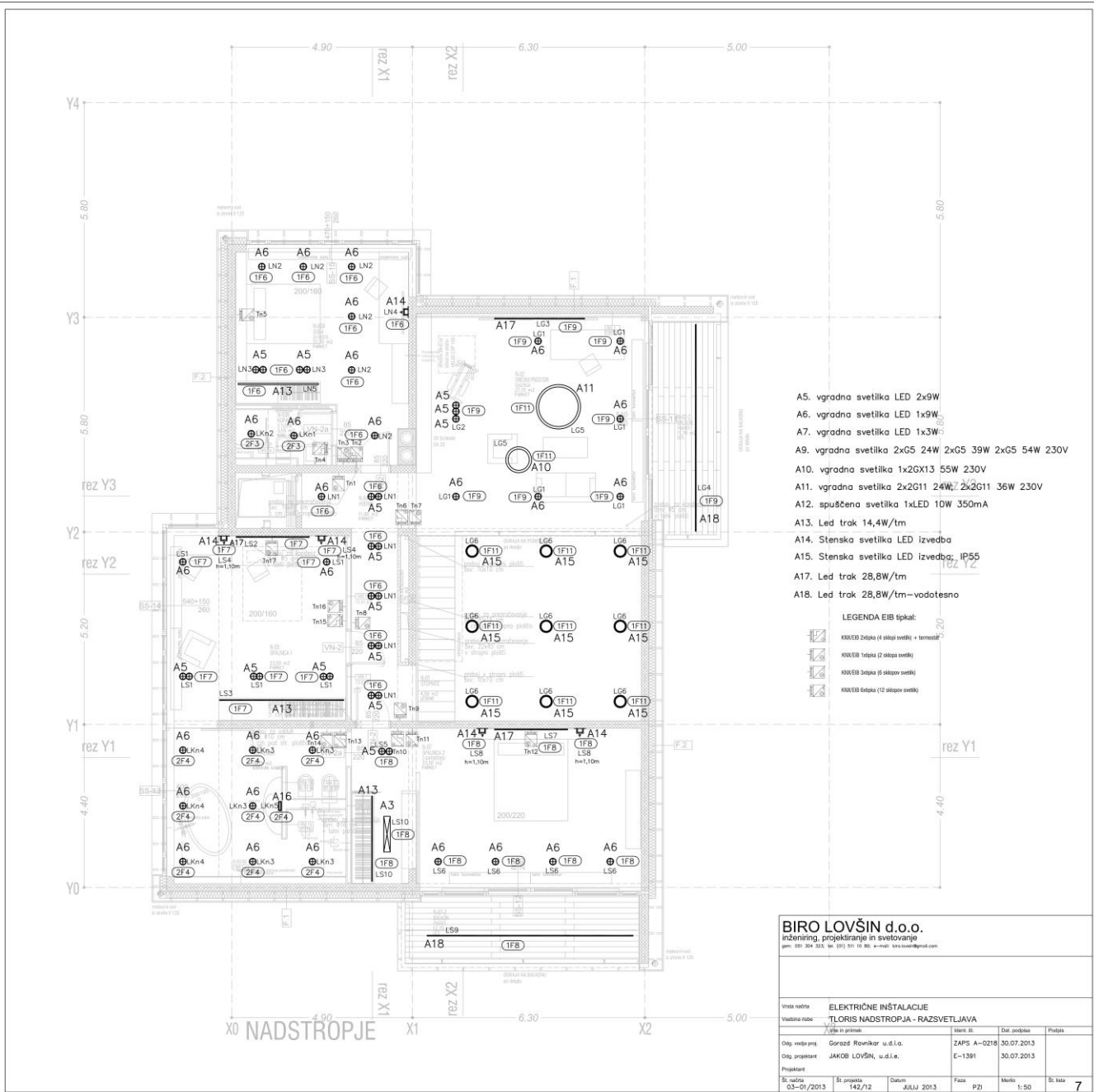
Priloga 5: Razsvetljava - pritličje



Priloga 6: Inštalacija moči - priljučje



Priloga 7: Razsvetljava - nadstropje



Priloga 8: Inštalacija moči - nadstropje

