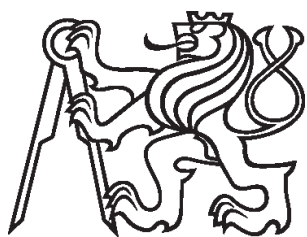


Bakalářská práce



České  
vysoké  
učení technické  
v Praze

**F3**

Fakulta elektrotechnická

# Návrh inteligentní elektroinstalace při rekonstrukci dvougeneračního rodinného domu

David Drechsler

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Vít Klein, Ph.D  
2022





## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Drechsler** Jméno: **David** Osobní číslo: **483849**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Specializace: **Aplikovaná elektrotechnika**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh inteligentní elektroinstalace při rekonstrukci dvougeneračního rodinného domu**

Název bakalářské práce anglicky:

**Design of smart wiring in the reconstruction of a two-generation family house**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popište základní princip inteligentní elektroinstalace.
- 2) Porovnejte komerčně dostupné systémy inteligentní elektroinstalace.
- 3) Navrhněte připojení domu k elektrické distribuční síti.
- 4) Navrhněte inteligentní elektroinstalaci v domě s ohledem na sníženou mobilitu jeho obyvatel.

Seznam doporučené literatury:

- 1) BAKKER, Ron. Smart buildings: technology and the design of the built environment. London: RIBA Publishing, [2020]. ISBN 978-1-85946-870-8.
- 2) GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. Praha: BEN - technická literatura, 2012. ISBN 978-80-7300-440-8.
- 3) GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D., katedra elektroenergetiky FEL**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.09.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

Platnost zadání bakalářské práce: **19.02.2023**

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, 3.1.2022

David Drechsler



## Poděkování

Děkuji panu Mgr. Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D., za zpětnou vazbu na konzultacích a za svižnou komunikaci při vypracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat rodině za podporu ve všech směrech během celého studia.





## **Abstrakt**

První část bakalářské práce je teoretická a zabývá se základním porovnáním a popsáním klasické a inteligentní elektroinstalace, dostupnými technologiemi a připojením objektu k distribuční síti. Dále je podrobněji popsán evropský standard v automatizaci budov, který je použit při návrhu inteligentní elektroinstalace ve dvougeneračním domě ve druhé části práce.

## **Klíčová slova**

Inteligentní elektroinstalace, automatizace budov, rekonstrukce, KNX



## **Abstract**

The first part of the bachelor thesis is theoretical and deals with a basic comparison and description of conventional and intelligent wiring, available technologies and connection of the building to the distribution network. Furthermore, the European standard in building automation is described in more detail, which is used in the design of intelligent wiring in a two-generation house in the second part of the thesis.

## **Keywords**

Smart wiring, building automation, reconstruction, KNX

## Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. ELEKTROINSTALACE V BUDOVÁCH .....	3
2.1. Klasická elektroinstalace .....	3
2.2. Inteligentní elektroinstalace .....	4
2.3. Základní topologie sítí.....	5
2.4. Prvky inteligentní elektroinstalace.....	6
2.5. Typy systémové elektroinstalace .....	6
2.5.1. Centralizovaný řídicí systém.....	6
2.5.2. Hybridní řídicí systém.....	7
2.5.3. Decentralizovaný řídicí systém.....	8
3. AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY BUDOV NA TRHU .....	9
3.1. Standardizované systémy .....	9
3.1.1. BACnet a Modbus.....	9
3.1.2. Lonworks .....	10
3.1.3. KNX/EIB .....	10
3.2. Systémy komerční .....	11
3.3. Porovnání .....	12
4. TECHNOLOGIE KNX/EIB .....	14
4.1. Popis .....	14
4.1. Přenosová média .....	14
4.1.1. Twisted pair (kroucená dvojlinka) .....	14
4.1.2. Ethernetový kabel .....	15
4.1.3. Silové vedení pro komunikaci .....	15
4.2. Telegram na TP1 .....	16
4.2.1. Kontrolní pole.....	17
4.2.2. Převravní pole .....	18
4.2.3. Datové pole .....	19
4.2.4. Kontrola a zpětné hlášení.....	19
4.2.5. Adresa odesílatele a příjemce.....	19

4.3.	Topologie na TP1 .....	20
4.3.1.	Liniová spojka a rozhraní pro jiné systémy.....	21
4.3.2.	IP router.....	22
4.3.3.	Napájecí zdroj.....	23
4.4.	Software ETS.....	23
4.5.	Osvětlení.....	23
4.5.1.	Řízení na stálou osvětlenost.....	24
4.5.2.	Řízení otevřenou smyčkou .....	25
4.5.3.	Řízení Master/Slave.....	26
4.1.	Zabezpečení .....	26
4.2.	Vytápění.....	27
4.2.1.	Regulace teploty.....	27
5.	PŘIPOJENÍ K DISTRIBUČNÍ SÍTI A VNITŘNÍ ROZVODY .....	28
5.1.	Elektrická přípojka.....	28
5.2.	Hlavní domovní skříň .....	30
5.3.	Elektroměrový rozváděč .....	31
5.4.	Hlavní domovní vedení.....	32
5.5.	Vnitřní rozvody elektrické energie .....	32
5.5.1.	Zásuvkové obvody .....	32
5.5.2.	Světelné obvody .....	33
5.5.3.	Ostatní obvody .....	33
6.	NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....	34
6.1.	Situace.....	34
6.2.	Rozvody nízkého napětí .....	34
6.2.1.	Zásuvky .....	34
6.2.1.	Osvětlení.....	34
6.2.1.	Spotřebiče s třífázovým zapojením .....	37
6.1.	Dimenzování HDV .....	37
6.2.	Nastavení inteligentní elektroinstalace .....	39
6.3.	Finanční náklady.....	40

7. ZÁVĚR.....	41
8. SEZNAM LITERATURY.....	43
9. SEZNAM PŘÍLOH .....	45

## Seznam obrázků

Obr. 2.1: Schéma klasické elektroinstalace

Obr. 2.2: Řídící schéma inteligentní elektroinstalace (sběrnice systém)

Obr. 2.3: Blokové schéma centralizovaného řídicího systému

Obr. 2.4: Schéma hybridního systému

Obr. 4.1: TP1 kabel

Obr. 4.2: Přenos telegramu

Obr. 4.3: Schéma sběrnice KNX/EIB

Obr. 4.4: Schéma liniové spojky

Obr. 4.5: Regulační schéma osvětlení

Obr. 4.6: Řízení osvětlenosti uzavřenou smyčkou s cyklickým telegramem

Obr. 4.7: Dvoustupňové řízení teploty v místnosti

Obr. 5.1: Příklad zapojení hlavní domovní skříně

Obr. 5.2: Příklad indukčního elektroměru



## Seznam tabulek

Tab. 4.1: Struktura odeslaného kontrolního pole

Tab. 6.1: Počet zásuvek v jednotlivých patrech

Tab. 6.2: Počet svítidel v jednotlivých patrech

Tab. 6.3: Světelný tok vyzářený LED svítidly

Tab. 6.4: Rozdělení svítidel podle místností

Tab. 6.5: Celkový instalovaný a maximální výkon spotřebičů

## Seznam zkratek

BACnet	Building Automation and Control Network – Automatizace a řídicí síť budovy
BCC	Bus Coupling Controller – kontrolér liniové spojky
BCU	Bus coupler unit – sběrniceová spojka
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization Evropský
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Acces/ Collison Avoidance – Vícepřístupové
DPT	Data Type point – typ datového bodu
EIB	European Installation Bus – evropská instalační sběrnice
ETS	Engineering Tool Software – inženýrský softwarový nástroj
HDKS	Hlavní domovní kabelová skříň
HDMI	High-Definition Multimedia Interface – Multimediální rozhraní s vysokým rozlišením
HDO	hromadné dálkové ovládání
HDPS	Hlavní domovní pojistková skříň
HDV	hlavní domovní vedení
IP	Internet Protocol – internetový protokol
LAN	Local Area Network – lokální síť
LonWorks	Local Operating Network – Místní operační síť
LSB	Least Significant Bit – nejméně významný bit
MSB	Most Significant Bit – nejvýznamější bit
NN	Nízkonapěťové nebo Nízké Napětí
PC	Personal Computer – osobní počítač
SELV	Safety Extra Low Voltage – bezpečné velmi nízké napětí snímání nosné sítě s vyhýbáním se kolizí
TZB	technická zařízení budov
UART	Universal asynchronous receiver-transmitter - univerzální asynchronní přijímač-vysílač
UPS	Uninterruptible power supply – nepřerušitelný zdroj energie výbor pro normalizaci v elektrotechnice





# 1. ÚVOD

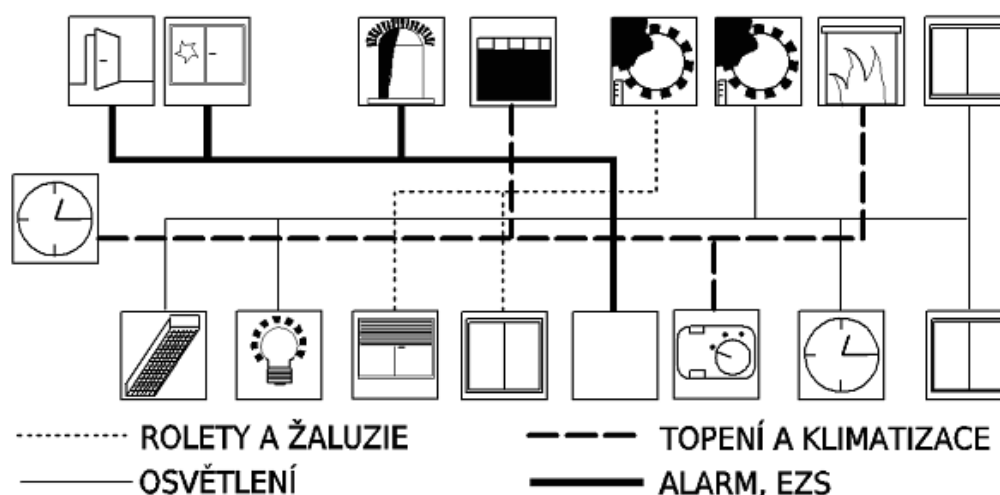
V globalizovaném světě, kdy se stále zvyšuje životní úroveň člověka, se neúměrně zvyšují požadavky na energie a další úrovně automatizace zasahující do běžného života. Jedním z pomyslných stupňů je minimalizace práce s řízením procesů v budovách a zlepšení samostatného fungování systémů v nich. Tím se zabývá obor automatizace budov. Očekávaným výstupem je ekonomičtější, ekologičtější a pohodlnější pobyt, ať krátkodobý, či stálý. Tato bakalářská práce se zabývá automatizací v rodinných domech, zhodnocením standardů a dostupných systémů, které v sobě integrují všechny důležité funkce, jako je řízení osvětlení, zabezpečení či protipožární ochrana. Dále je vypracována modelová část, kde je navrženo rozmístění a zapojení prvků inteligentní elektroinstalace s použitím evropského standardu KNX s přihlédnutím k obyvatelům se sníženou schopností pohybu, tedy zejména staršími lidmi. Je také navrženo připojení k distribuční síti. Jelikož je modelový dům postaven jako dvougenerační, je tomu návrh přizpůsoben.



## 2. ELEKTROINSTALACE V BUDOVÁCH

### 2.1. Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace je plně závislá na ovládní uživatelem a postrádá prvky automatizace. Skládá se z oddělených obvodů určených pro osvětlení, napájení velkých spotřebičů a zásuvek. Každý obvod jistí v rozváděči jističe, nadřazené jističům jsou proudové chrániče a hlavní vypínač. Jejich zapínání a vypínání v neporuchovém stavu realizuje člověk mechanickou spouští. Tyto obvody jsou napájeny obvykle nízkým napětím, a nepřenáší se jimi žádným způsobem informace. Realizace je provedena obvykle tři až pěti-žilovými kabely z mědi či hliníku o různých průřezech. Další jsou obvody pro zabezpečovací a protipožární techniku, ovládní vytápění a tak dále. Fungují odděleně, vzájemně se neovlivňují, ani je neřídí centralizovaná jednotka. Jsou obvykle napájeny bezpečným 24V napětím.

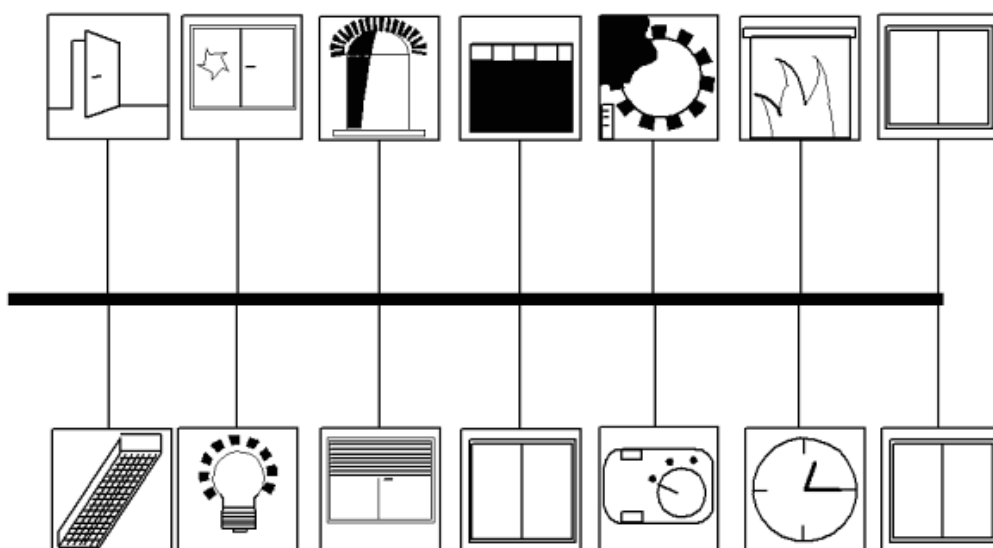


Obr. 2.1: Schéma klasické elektroinstalace<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. *Tzb.info* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011, 19.9.2011 [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>

## 2.2. Inteligentní elektroinstalace

Inteligentní elektroinstalace pracuje na principu jednotného systémového řízení všech komponent pomocí tzv. instalační sběrnice, ke které jsou připojeny veškerá elektrická zařízení, jako jsou například sensory a akční členy a dochází na sběrnici k výměně informací. Sensory snímají veličinu (například teplotu v místnosti) a následně posílají informaci do rozhodovací jednotky, která akčnímu členu (servomotor kohoutku na topení) pošle po sběrnici informaci, zda-li má zvýšit/snížit teplotu (povolit/utáhnout termoregulační ventil). Elektrická zařízení na sběrnici mají vlastní inteligenci a také existuje centrální jednotka.<sup>2</sup>



Obr. 2.2: Řídicí schéma inteligentní elektroinstalace (sběrnice systém)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> VAŇUŠ, Jan. Systémová technika budov a bytů [online]. 2003, , 17 [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://fe1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>

<sup>3</sup> HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. *Tzb.info* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011, 19.9.2011 [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>



Hlavní výhody inteligentní elektroinstalace jsou komfort uživatelů budovy, při správném návrhu a optimalizace úspora energií a možnost centrálního jednotného ovládání TZB (Technického zařízení budovy) uživatelem v budově pomocí panelu, či pomocí aplikace v počítači nebo telefonu na dálku. Další výhodou je lepší možnost rozšíření o další prvky.

Hlavní nevýhodou je naopak velká vstupní investice, častější poruchovost oproti konvenční elektroinstalaci a kratší životnost.

### 2.3. Základní topologie sítí

Topologie je geometrické uspořádání prvků v síti. Způsoby zapojení se vyznačují jinými rychlostmi přenosu dat v síti, zároveň určuje důležitost některých prvků.

Sběrníková topologie:

Jednotlivé prvky jsou připojeny odbočkami k hlavnímu informačnímu vedení – sběrnici.

Stromová topologie:

k jedné hlavní sběrnici jsou připojeny sběrnice dalších sítí se sběrníkovou topologií, které tedy reprezentují větve stromu.

Hvězdicová topologie:

přenosová média se od všech prvků sítě sbíhají do jednoho uzlu, nebo do centrální jednotky, která se nazývá Hub (Most) nebo Switch (přepínač)

Kruhová topologie

Jednotlivé prvky jsou připojeny přenosovým médiiem k předchozímu a následujícímu prvku sítě. Tvoří tak uzavřený kruh.

Úplná/částečná polygonální síť:

Každý prvek sítě je připojen ke všem zbylým prvkům, nebo alespoň k několika.

## 2.4. Prvky inteligentní elektroinstalace

Fyzikální veličiny snímají sensory pracující na různých principech. V budovách je požadavek na snímání osvětlení, teploty, vlhkosti atd. Informace o stavu sensor převede do elektrického signálu v binární formě a odešle sběrníkovým systémem rozhodovacím členům, aktorům.

Aktor je prvek, který vykonává akci v důsledku přichozí informace ze sensoru, kterou sám vyhodnotil. Má tedy vlastní inteligenci. V systému budovy plní typické funkce, jako například řízení žaluzií, stmívání osvětlení, řízení vytápění atd.

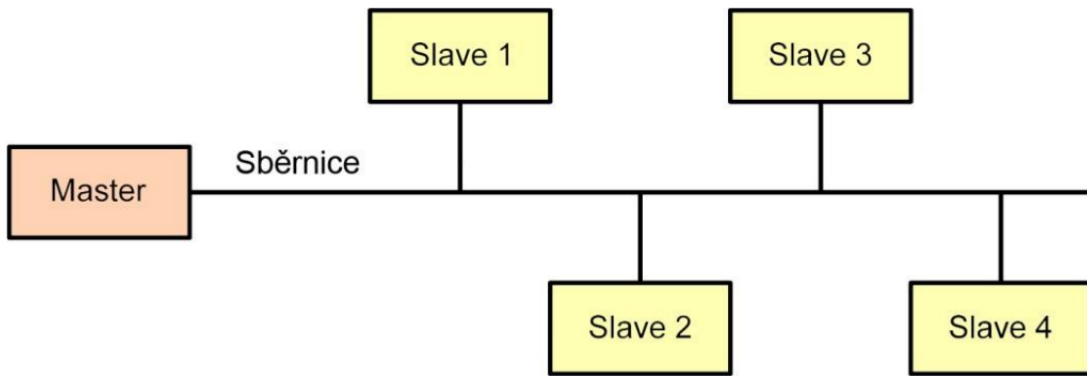
## 2.5. Typy systémové elektroinstalace

### 2.5.1. Centralizovaný řídicí systém

U tohoto systému se používá sběrníkový systém zapojený do hvězdy, kdy jedna řídicí jednotka přijímá informace od připojených sensorů a aktorů a nazpět i odesílá.. Každý prvek obsahuje programovatelný obvod, který umožňuje komunikaci s ostatní prvky zapojenými ve hvězdě. Aby nedocházelo k překrývání signálů, centrální jednotka vymezuje časy pro komunikaci s jednotlivými prvky, tedy má funkci v síti jako Master. Aktory a sensory mají funkci Slave.<sup>4</sup>

---

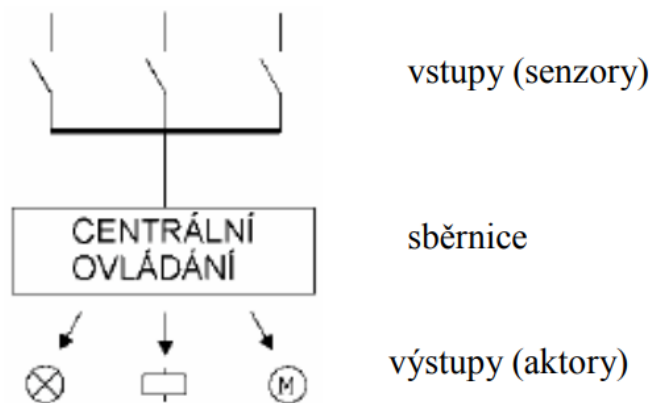
<sup>4</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>



Obr. 2.3: Blokové schéma centralizovaného řídicího systému<sup>4</sup>

### 2.5.2. Hybridní řídicí systém

Jedná se o kompromis mezi centrálním a decentralizovaným systémem. Aktory jsou připojeny na sběrnici a výstupy k centrální řídicí jednotce hvězdicově.



Obr. 2.4: Schéma hybridního systému<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> VAŇUŠ, Jan. Systémová technika budov a bytů [online]. 2003, , 17 [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>

### **2.5.3. Decentralizovaný řídicí systém**

Každý prvek v této síti má vlastní inteligenci a není potřeba centrální řídicí jednotka. Pro ovládání stačí jedna sběrnice propojená se všemi prvky instalace. Z toho vyplývá, že je třeba menší počet přenosových cest a vyšší náklady na prvky.

# 3.AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY BUDOV NA TRHU

## 3.1. Standardizované systémy

Systémy zajišťující určitou funkci (vytápění, osvětlení, zabezpečení) a jsou řízeny manuálně či elektricky. Pro automatizaci je nutné tyto systémy spojit do jednoho. Je tím dosaženo jednotným zapojením (sběrníkové systémy) a stejnými komunikačními protokoly.

### 3.1.1. BACnet a Modbus

Standardizovaný komunikační protokol BACnet (Building Automation and Control Network) byl vyvinut za účelem spojení již existujících systémů. Používá se v rozlehlých instalacích, kde je velké množství přístrojů, které je třeba spojit do jednotného řídicího centra. Nasbíraná data od sensorů putují do centralizované jednotky, kterou je počítač. Nastavování parametrů a programování probíhá v software s grafickou reprezentací. Celý systém se rozděluje na úrovně provozně procesní (sensory a aktory), automatizační (podstanice) a manažerské (řízení a hlášení). Na centrální server (počítač) se lze přihlásit a obsluhovat systém.

Připojení od provozně procesní do manažerské je realizováno nejčastěji pomocí technologie LAN, jelikož s velikostí systému roste požadavek na objem přenesených dat. V procesní úrovni jde zejména o rychlost a objem dat je malý. Podřazenými systémy bývají také sběrníkové systémy KNX/EIB nebo LonWorks.

Modbus se používá především v automatizaci, dopravě a energetice, například pro vzájemnou komunikaci PLC. Data se předávají pomocí klientem a serverem.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> HÜBNER, Christof. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN ISBN978-80-247-2367-9.

### 3.1.2. Lonworks

Technologie LonWorks (Local Operating Network) byla vyvinuta americkou soukromou společností Echelon. Je to decentralizovaný systém, každý člen má tedy vlastní inteligenci. LonWorks zahrnuje všechny prvky v automatizace místností, jako je osvětlení, vytápění, ventilace, zabezpečení atd. Systém se dá rozšířit do celých budov, ale hlavní uplatnění má v průmyslové automatizaci a řízení technického zabezpečení budov. Autor LonWorks technologii zpřístupnil všem výrobcům již v osmdesátých letech, proto je tato technologie rozšířená po celém světě a přímo konkuruje evropské sběrnici KNX/EIB.

Komunikace mezi neuronovými čipy prvků systému zajišťuje protokol LONTALK, který je integrován do firmware čipu. K programování a nastavení parametrů se používá program LONWORKS Tools.<sup>7</sup>

### 3.1.3. KNX/EIB

Uplatnění KNX je především v nových obytných a účelových budovách a i při rekonstrukcích, kdy se dá využít stávajícího vedení ve zdích. Standard KNX/EIB je normován evropskou technickou komisí CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice) od počátku 21. století. Byla založena i asociace, která sdružuje výrobce, jako je ABB, Schneider nebo Siemens. V instalaci je tedy možné využívat přístrojů od různých výrobců. Dále je možné systém ovládat pomocí několika aplikací, které jsou zdarma, jako například Home assistant. Tato aplikace má nejmodernější atributy, jako je ovládání hlasem. V asociaci KNX je přes 500 výrobců a přes 100 000 partnerů. Technologie je podrobněji rozebrána v kapitole 4 a je také použita při modelovém návrhu v kapitole 6.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> HÜBNER, Christof. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN ISBN978-80-247-2367-9.

<sup>8</sup> tamtéž

## 3.2. Systémy komerční

### 3.2.1. Loxone

Na Českém trhu s domácí inteligentní elektroinstalací operuje mnoho komerčních výrobců. Jedním z nich je rakouský centralizovaný systém LOXONE, který vyniká v nižší ceně. Splňuje všechny požadavky na to, aby byl dům chytrý.

Hlavní řídicí jednotka Loxone miniserver vyhodnocuje data ze sensorů a posílá pokyny aktorům. Pro větší instalace se dá spojit více řídicích jednotek – miniserverů. Další výhodou tohoto systému je velké množství rozhraní, jako do KNX, Modbus, DALI, LAN atd. Nevýhodou je často nesprávně fungující oficiální aplikace pro správu instalace. Alternativou je aplikace 1home, která je kompatibilní i s KNX. Systém Loxone není členem asociace KNX a nemá výhradního distributora v České republice.

### 3.2.2. Gira

Tento německý systém vyniká vysoce moderním designem ovládacích komponent a je aplikován v luxusních nemovitostech především. Hlavní výhodou je velká podpora kombinace s KNX systémem. Je také členem v asociaci KNX. Produktová řada Gira obsahuje základní funkce, ale i pokročilé, jako například ovládání obrazovek a zvuků pomocí aplikace, nebo hlasu. Některé sensory mohou být připojeny pomocí Wi-Fi a napájeny integrovanou baterkou, což je vhodné pro dodatečné rozšíření instalace. V České republice je společnost SBS ELEKTRO s.r.o. výhradním zástupcem systému Gira.

### 3.2.3. Control4

Tato společnost vyniká v možnostech audiovizuálních zážitků. Řídicí jednotky mají několik HDMI (High-Definition Multimedia Interface), Ethernet, 3,5 mm analog. výstupů. Nechybí ani řídicí modul pro ovládání LED pásků, které jsou moderním doplňkem v designových domech a bytech.

### 3.3. Porovnání

Na trhu je velké množství výrobců systémů automatizace budov, které využívají své vlastní komunikační protokoly a pro připojení ostatních přístrojů od jiných výrobců s jinými protokoly je třeba dokoupit převodníky (pokud existují), které jsou další nákladnou položkou. Velké firmy, jako Apple, Amazon, Google, Samsung atd. vyvíjejí vlastní systémy. Pro zákazníka nastává problém se vyznat ve velkém množství firem. Proto je nejjednodušší zvolit automatizaci s otevřeným komunikačním protokolem, který zastává všechny funkce dostupné na trhu. Firmy jako Loxone například nabízí převodníky z KNX do Loxone systému, nebo systém osvětlení DALI – KNX.

Dále například v případě firmy Gira a dalších je nutné pro pořízení domácí automatizace jednat s autorizovanými partnery. Pokud dojde k poruše v systému, pouze jediná firma je autorizována k opravě, kde mohou vzniknout velká časová zpoždění a vysoké ceny. Poruchu v systému KNX může opravit ten, kdo vlastní software ETS (Engineering Software Tools) a má potřebné paragrafy vyhlášky 50.

Další nevýhodou komerčních systémů je ukončení provozu firmy, která přestane vyrábět své komponenty. Skončí tak uživateli možnost opravy a v nejhorším případě je třeba nahradit kompletní instalaci.

Řešením všech těchto nevýhod je nový unifikovaný standard Matter vyvíjený Apple, Amazon, Google, Huawei, Schneider, Texas Instruments Somfy a mnoho dalších. Do konce roku 2022 by měl dostupný.

System BACnet je nadřazený systémům Lonworks a KNX/EIB, je moderní, otevřený, široce rozšiřitelný a podporuje IoT (Internet of Things). Dominuje v komerčních budovách. Často se kombinuje se standardem Modbus.

KNX/EIB je oproti Lonworks modernější a úspornější, nicméně je méně rozšířený mimo Evropu, kde dominuje na poli inteligentní elektroinstalace s otevřeným protokolem. Má také velkou podporu od evropských výrobců elektroinstalačního materiálu a v asociaci KNX je více než 500 společností.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> WHICH IS “BETTER”? BACNET, LONWORKS, MODBUS, OR KNX. Optigo.net [online]. 2019 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://optigo.net/blog/which-better-bacnet-lonworks-modbus-or-knx>



Pro nejlepší zážitek a pohodlí z inteligentní elektroinstalace je vhodné se obrátit na projektanta specialistu, který má přehled o možnostech a kvalitě výrobců komponentů. Nejčastěji dochází ke kombinacím, jako je KNX-DALI pro pokročilé řízení ovládání nebo KNX-Gira pro designová řešení. Systém Loxone se používá tam, kde je kladen důraz na cenu a stromové zapojení instalace pomocí miniserverů. Komerčních výrobců řešení pro inteligentní elektroinstalaci je velmi mnoho a většina splňuje ty stejné funkce a nevynikají ničím speciálním. Proto zde byli vybráni tři výrobci výjimečných komponent, kteří jsou na českém trhu. V budoucnosti lze očekávat další rozšíření technických možností díky internetu věcí, umělé inteligenci a strojového učení.

## 4. TECHNOLOGIE KNX/EIB

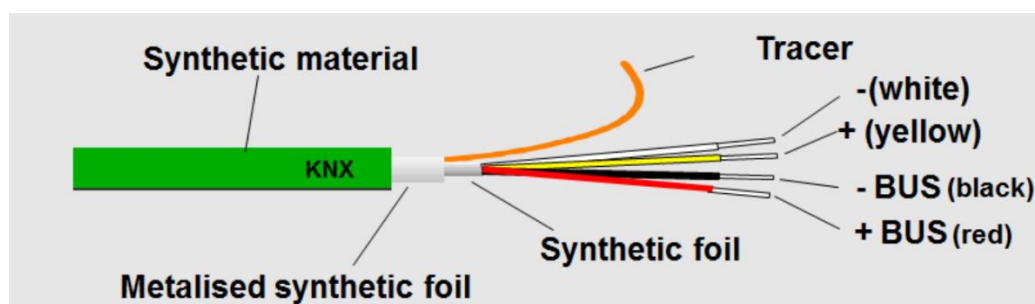
### 4.1. Popis

Jedná se o lokální síť vzájemně propojených decentralizovaných prvků přes sběrnici. Komunikace probíhá pomocí tzv. telegramů, což je posloupnost diskretních dat vedených obvykle TP1 (Twisted Pair - kroucenou dvojlinkou) bezpečným napětím SELV (Safety Extra Low Voltage) napájenou 30 V DC (Direct Current – stejnosměrný proud). Řízení tedy neprobíhá spínáním silových kontaktů. Projektování a programování telegramů se řeší na počítači v software ETS (Engineering Tool Software). Každý modul má BCU (Bus coupler unit – sběrniceová spojka) a jejím úkolem je rozkódování posloupnosti dat do aplikačního modulu přes aplikační rozhraní.

### 4.1. Přenosová média

#### 4.1.1. Twisted pair (kroucená dvojlinka)

Za účelem snížení vlivu elektromagnetického záření kabelů mimo sběrnici KNX se dva kabely při výrobě zakrucují a jsou obaleny hliníkovou folií. Ve většině aplikací se používá kabel s označením TP1, který má přenosovou rychlost 9600 bitů za sekundu. Průřez jedné žíly je 0,5 mm<sup>2</sup> a je vyroben z mědi.



Obr. 4.1: TP1 kabel<sup>10</sup>

---

10 KOMPLEXNÍ ŘÍZENÍ BUDOV BUDOVÁCH – APLIKACE KNX [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://doczz.cz/doc/394521/pdf-online---netfei>

Červený a černý vodič je vyhrazen pro komunikaci a žlutý a bílý je pár rezervní pro případ poruchy, nebo se používá pro ostatní pro ostatní obvody se SELV.

#### 4.1.2. Ethernetový kabel

Pro gigabitový přenos v počítačové síti (například LAN) se používá 4 párky kroucených dvojlinek. Je zakončen koncovkou RJ-45. Používá se při připojení linií přes IP routery v KNX instalaci, připojení počítače k internetu, směrovač od WiFi a prvků počítačové sítě, jako je opakovač.

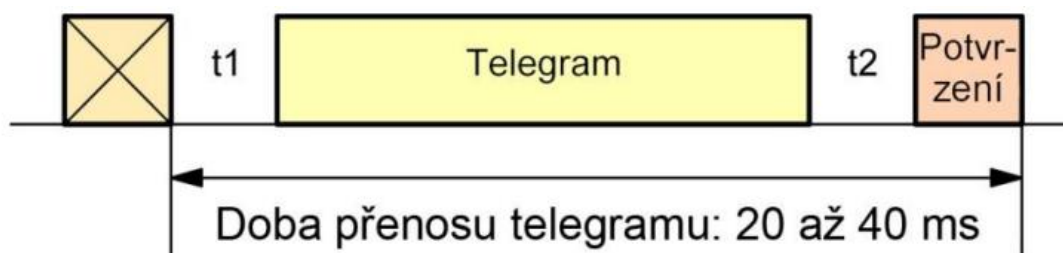
#### 4.1.3. Silové vedení pro komunikaci

Tato metoda se nejčastěji používá při rekonstrukcích, kdy lze využít již existující silové obvody pro přenos telegramů a také pokud je žádoucí nepoužívat další vodič pro přenos telegramů. Používá se střední a fázový vodič. Tato realizace se uplatňuje pouze v aplikacích neohrožujících lidské zdraví. Logická nula je realizována kmitočtem 105,6 kHz a logická jedna kmitočtem 115,5 kHz. Rychlost přenosu je limitována na 1200 bitů za sekundu kvůli správnosti odeslání telegramu. Pro přijímání signálu je třeba zvolit jiné linové spojky.<sup>11</sup>

<sup>11</sup>KOMPLEXNÍ ŘÍZENÍ BUDOV BUDOVÁCH – APLIKACE KNX [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://doczz.cz/doc/394521/pdf-online---netfei>

## 4.2. Telegram na TP1

Odesílání telegramu probíhá při nastalé události a pokud sběrnice není po určitou dobu obsazená (čas  $t_1$ ) vysíláním jiného telegramu ostatními moduly. Následuje kontrola správnosti odeslání telegramu a ta probíhá čas  $t_2$ , po kterém následuje potvrzovací telegram od ostatních modul, že vysílaný telegram přijali.<sup>12</sup>



Obr. 4.2: Přenos telegramu<sup>7</sup>

Struktura datového telegramu je následující<sup>13</sup>:

- a) Kontrolní pole – 1 byte
- b) Adresa odesílatele – 2 byty
- c) Adresa příjemce – 2 byte a 1 bit
- d) Přeprovádní pole (nebo také routingový čítač) – 3 bity
- e) Údaj o délce datového pole – 4 bity
- f) Datové pole – 1 až 16 bytů
- g) Zkušební pole – 1 byte

Kontrola správnosti odeslaného telegramu se nazývá zpětné hlášení a má délku 1 byte. Datový telegram a zpětné hlášení se přenáší po sběrnici v podobě paketů znaků UART (Universal asynchronous receiver-transmitter - univerzální asynchronní přijímač-

<sup>12</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>

<sup>13</sup> HÜBNER, Christof. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN ISBN978-80-247-2367-9.

vysílač). Jedná se o počítačovou sběrnici sloužící k asynchronnímu sériovému přenosu dat na jedné lince, v našem případě TP1. Znak obsahuje 1 startovací bit (SB) s hodnotou 0, 8 datových bitů, paritní bit a koncový bit (EB) s hodnotou 1. Před odesláním tohoto paketu dat je mezera dvou bitů. Znak má celkem má tedy délku 11 bitů nesoucích informaci. Před a za každý odeslaný znak je přidána navíc pauza o délce jednoho bitu.<sup>8</sup>

Přenosová rychlost v KNX/EIB je 9600 bitů za sekundu. Jeden znak UART se tedy odesílá 1,35 ms a celý telegram včetně zpětného hlášení 20 až 40 ms.<sup>14</sup>

#### 4.2.1. Kontrolní pole

Kontrolní pole určuje pořadí telegramu v přístupu na sběrnici. Konflikty v přístupu na sběrnici jsou vyřešeny protokolem CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Acces/ Collison Avoidance – Vícepřístupové snímání nosné sítě s vyhýbáním se kolizí). Základní princip spočívá v rozeznávání dominantních a recesivních telegramů. Při požadavku na odeslání telegramu se testuje sběrnice, zda je volná či zaneprázdněná. Sběrnice se považuje za volnou v případě, že posledních 50 bitů (bitových intervalů) nebyl žádný telegram odeslán. Pokud se již nějaký telegram odesílá, počká modul na dokončení odesílání. Pokud je i poté sběrnice volná, modul telegram odešle. Pokud se objeví požadavek na odeslání dvou a více telegramů, pak přednost určují hodnoty kontrolních polí všech telegramů ve frontě. Moduly začnou ve stejný okamžik vysílat telegramy, které začínají kontrolním polem. Pokud nastane shoda v bitu kontrolního pole, pokračuje se v porovnávání dál až do momentu, kdy se bity nebudou shodovat. Například porovnávaný bit o hodnotě 1, který je v dominantním telegramu, potlačí telegram, jež měl bit o hodnotě nula, čímž se stává recesivním a ve frontě se upozadí. Informaci o potlačení nese zpětné hlášení. Pro opětovný pokus o odeslání potlačeného telegramu se změní v kontrolním poli opakovací bit D5 z hodnoty 0 na 1, čímž se mu zvýší priorita. Dalším prvkem porovnávání telegramů z hlediska priorit jsou bity adresy odesílatele.

---

<sup>14</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>

	LSB							MSB			
SB	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	PB	EB	
0	X	X	P1	P2	X	R	X	X	X	1	
systémová pr.→			0	0		0				← bez opakování	
poplachová pr.→			0	1		1				← s opakováním	
vysoká priorita→			1	0							
nízká priorita→			1	1							

Tab. 4.1: Struktura odeslaného kontrolního pole

Zpracování kontrolního pole probíhá startovacím bitem a následně od MSB (Most Significant Bit – nejvýznamější bit) sestupně až po LSB (Least Significant Bit – nejméně významný bit), následuje paritní bit a poté koncový bit.

Telegramy se rozdělují do tříd za účelem snížení chyb. Systémové, poplachové a opakované telegramy jsou v třídě 1. Telegramy s vysokou a nízkou prioritou jsou ve třídě 2. Třída 1 má přednost před třídou 2.<sup>15</sup>

#### 4.2.2. Přepravní pole

Funkcí tohoto pole je čítání přenosů skrz liniové spojky, oblastní spojky a liniové opakovače (více v TP1 topologie). Má velikost právě tři bity, může tedy nabývat celkem osmi hodnot. Tyto bity se nachází v 6. bytu telegramu. Na počátku odesílání telegramu je hodnota nastavena hodnotu (maximálně 6) ve dvojkové soustavě a každým průchodem spojkou se hodnota snižuje dekadicky o 1. Tím je omezen počet přenosů telegramu v síti. Hodnoty 1-1-1 znamenají, že počet přenosů není omezen a 0-0-0 že přenos již dále není povolen.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVOY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>

<sup>16</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVOY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>

### 4.2.3. Datové pole

Toto pole může být v rozsahu 1 až 16 bytů. Obsahuje uživatelská data, zejména pro spínání a regulaci (osvětlení), která jsou normována DPT (Data Type point – typ datového bodu) pro jednotná pravidla komunikace mezi všemi moduly.

### 4.2.4. Kontrola a zpětné hlášení

V každém odeslaném znaku telegramu se nachází právě jeden partitní bit, který může být 0 nebo 1. Využívá pro tzv. křížovou kontrolu, kdy součet bitů přijatého znaku telegramu musí být sudý (sudá parita). Dále se také odesílá dodatečný znak s jedním bytem, jehož bity jsou nastaveny tak, aby součet bitů ostatních znaků telegramu vyšel lichý, tedy na lichou paritu.

Ve zpětném hlášení mohou nastat tři stavy:

1. ACK = telegram úspěšně přijat
2. BUSY= telegram nemohl být zpracován
3. NACK= telegram byl chybně přijat – selhala křížová kontrola

Jestliže nastane chyba a telegram se nepřečte, pak se odešle zpětné hlášení a telegram se z vysílajícího modulu pošle znovu.

### 4.2.5. Adresa odesílatele a příjemce

Adresa příjemce má velikost 2 bytů, tedy 16 bitů. Pro rozlišení, zda se jedná o individuální či skupinovou adresu, přidává se 17 bit, kdy 0 je pro individuální adresu (oslovuje se jeden modul na sběrnici) a 1 pro skupinovou adresu (oslovují se všechny moduly na sběrnici).

První 4 bity adresy číslují oblasti 1 až 15, pokud koduje nulu, pak adresuje všechny účastníky. Další čtyři bity adresují linie 1 až 15 v oblasti a pokud mají hodnotu 0, pak

adresují všechny linie. Zbylých 8 bitů v hodnotách 1 až 255 adresuje jednotlivé moduly linie, pro hodnotu nula opět adresuje všechny moduly na linii.<sup>17</sup>

### 4.3. Topologie na TP1

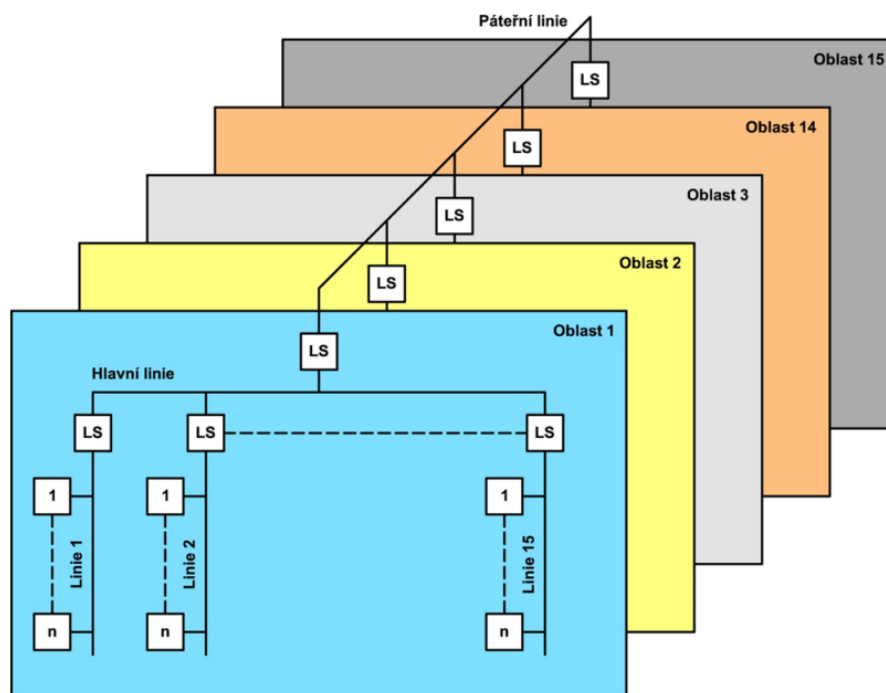
Ze společného napájecího zdroje lze nejvýše napájet 64 modulů připojených na sběrnici TP1 a její maximální délka je 1000 m. Při požadavku na větší počet modulů je nutno navrhnout druhou větev s vlastním napájením, avšak spojení pro přenos telegramů zajišťují liniové spojky (LS), pro které vymezují komunikaci filtrační tabulka. Obě větve jsou galvanicky oddělené. Maximální počet paralelně připojených větví s vlastním napájením jsou čtyři a nazývá se úplná linie a obsahuje maximálně 256 modulů. Spojení je realizováno liniovými opakovači, které jsou shodné s liniovými spojkami až na obousměrné toky telegramů a chybějící filtrační tabulku. Nicméně stále se musí uvažovat výkon zdroje a spotřeba modulů, proto může být maximální počet modulů na sběrnici limitován na méně než 64.

Pokud je dán požadavek na více, než 4 linie, pak se toto uspořádání nazývá oblast. Maximální počet linií v oblasti je 15, tedy maximálně 3840 modulů na oblast. Spojení linií se říká hlavní linie. Více oblastí v instalaci propojuje páteřní linie, s hlavními liniemi spojená přes oblastní liniové spojky.<sup>11</sup>

---

<sup>17</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVOY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>





Obr. 4.3: Schéma sběrnice KNX/EIB<sup>18</sup>

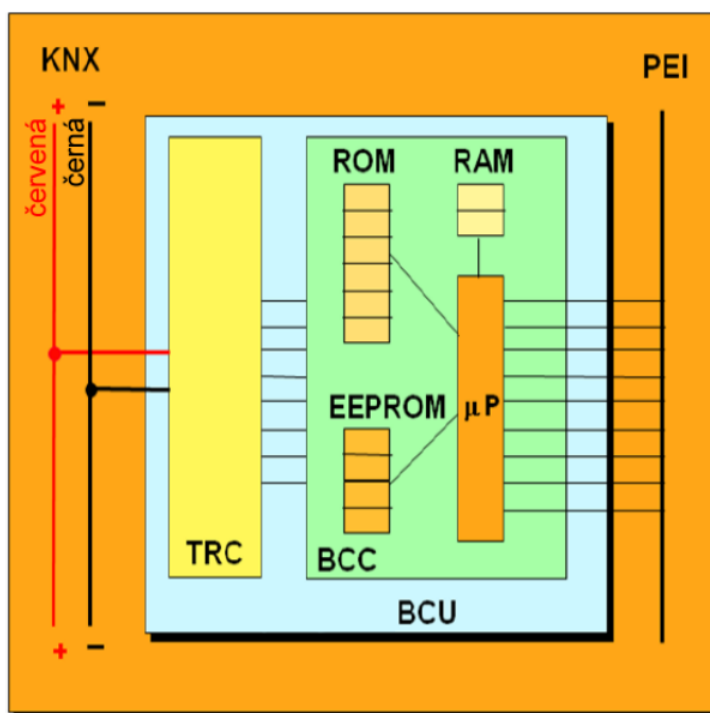
#### 4.3.1. Liniová spojka a rozhraní pro jiné systémy

Základní funkce liniové spojky (oblastní spojky) je možnost filtrace telegramů na úrovni hlavní (pátevní linie). To zajišťuje filtrační tabulka nastavená a uložená do paměti spojky při návrhu. Díky tomu může každá linie fungovat samostatně. Liniová spojka také při každém průchodu telegramu sníží routingové číslo o 1.

Univerzálnost systému KNX rozšiřují spojky otevřené vůči jiným systémům, jako například Powerline, ethernet (internet), BACnet atd. Požadavkem může být vyšší rychlost přenosu telegramů, která se dá realizovat ethernetovým spojením.

Liniová spojka se skládá ze dvou funkčních částí, a to z přenosového modulu (TRC-transceiver) a kontroléru liniové spojky (BCC-bus coupling controller).

<sup>18</sup> GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>



Obr. 4.4: Schéma liniové spojky<sup>19</sup>

V pamětech kontroleru jsou uložena data. Systémový software je uložen v paměti ROM a je nepřepisovatelný. Aplikační program přiřazuje individuální a skupinové adresy, které jsou uloženy v EEPROM nebo Flash paměti. Adresy jsou přepisovatelné.

#### 4.3.2. IP router

Umožňuje propojení KNX linie s internetem pomocí internetového protokolu. Plní stejnou funkci, jako liniová či oblastní spojka. Způsob přenosu telegramů zajišťuje standard KNXnet/IP, který zároveň umožňuje komunikaci s počítačem. Mezi hlavní výhody IP (Internet Protocol – internetový protokol) routeru patří snadné propojení s nadřazeným systémem, ovládání na velké vzdálenosti a přístup ke KNX sběrnici z jakéhokoli bodu sítě.

<sup>19</sup> VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>

### 4.3.3. Napájecí zdroj

Výstupním napětím zdroje je 29V a 640 mA, které spadá do SELV. Jeden zdroj se dá použít k napájení jednoho a více segmentů linie, nicméně spotřeba energie musí být menší, než výkon zdroje. Napájecí zdroj může mít k sobě připojené záložní 12V baterie, které mohou sloužit k napájení zabezpečovací techniky. K úplnému chodu bez napětí sítě se používá UPS (Uninterruptible power supply – nepřerušitelný zdroj energie), hlavně k odesílání telegramů o výpadku sítě.

## 4.4. Software ETS

Pro návrh a programování instalací na standardu KNX se používá program ETS (Engineering Tool Software – inženýrský programovací nástroj). Software byl vyvinut asociací KNX a je nezávislý na jednotlivých výrobcích. Programování jednotlivých komponent je možné pomocí příruční jednotky nebo ovladačů v režimu Easy. V Systémovém režimu je pro naprogramování prostředků potřeba speciální program ETS. Režim Easy se používá při montáži, kde není třeba softwarových znalostí, jako v Systémovém režimu. Mezi základní funkce programu patří nahrávání softwaru od jednotlivých výrobců do komponentů, nastavování parametrů, přiřazování adres a diagnostiku chyb. ETS je zpoplatněný.

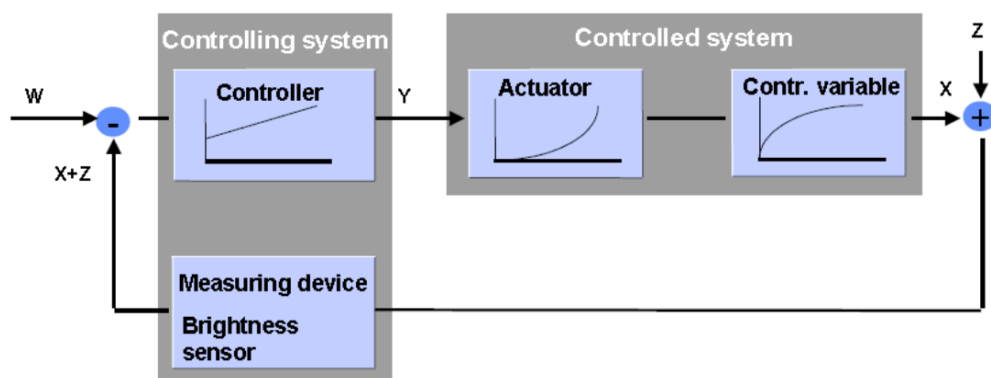
## 4.5. Osvětlení

Spínání světel dvěma stavy v klasické elektroinstalaci postrádá možnosti úspor energie a optimalizaci osvětlenosti v místnosti. Proto jednou z hlavních výhod řízeného osvětlení pro zrak je možnost kombinace s denním světlem. Lze tak dosáhnout energetických úspor a zvýšit pohodlí pro člověka při zrakově náročných pracích, jako je práce na počítači, na obráběcích strojích apod. Další výhodou je automatická elektrická ochrana svítidel a tedy prodloužení jejich životnosti.

Čidla osvětlení se umísťují většinou na strop a pracují na princip infračerveného záření. Vypínače se umísťují obvykle u dveří v tzv. instalačních zónách.

### 4.5.1. Řízení na stálou osvětlenost

V místnosti je nastavená hodnota osvětlení. Pokud dojde k rozdílu osvětlení žádaného a změřeného (např. infračerveným čidlem) a rozdíl přesáhne rozsah hystereze, začnou se odesílat cyklické telegramy do akčního členu a světlo se více rozsvítí o definovanou hodnotu. Měří se hodnota osvětlení dodaného zvenku a zevnitř.



Obr. 4.5: Regulační schéma osvětlení <sup>20</sup>

$W$ ... žádaná hodnota

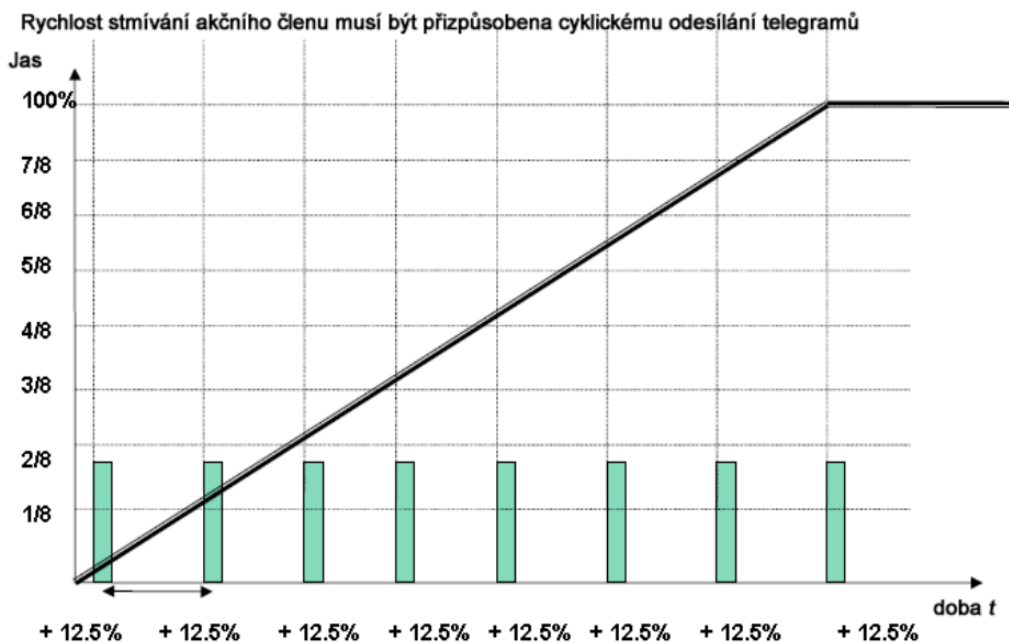
$Y$ ...řízená hodnota (osvětlení 0-100%)

$Z$ ...vnější hodnota (venkovní světlo v místnosti)

$X$ ...aktuální hodnota

---

<sup>20</sup> VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>



Obr. 4.6: Řízení osvětlenosti uzavřenou smyčkou s cyklickým telegramem<sup>21</sup>

Reakcí na změnu požadavku osvětlení je odpověď integrálního regulátoru, tedy postupné lineární zvýšení osvětlenosti. Stmívání je realizováno osmibitovým řídicím výstupem s krokem 1/32 nebo 1/64 (na obrázku 4.5 je uveden příklad s krokem 1/8). Řízení na stálou osvětlenost je integrováno ve většině akčních členů.

#### 4.5.2. Řízení otevřenou smyčkou

Řízení osvětlení v místnosti se nastavuje při programování v ETS, protože v místnosti nejsou snímače osvětlení a tedy v regulační smyčce chybí zpětná vazba. Nastavení probíhá definováním přímky, která je stanovena maximální hodnotou osvětlení z venku, která zajistí maximální osvětlení místnosti a minimální hodnotou venkovního osvětlení,

<sup>21</sup> VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>

kdy se světla mají vypnout. Svítidla mohou být sepnuta nebo vypnuta, anebo je lze řídit po přímce cyklickými telegramy. Pro stmívání musí aktory obsahovat stmívače. Toto řízení nepřináší úspory energie, ale odpadájí náklady na snímače osvětlení.<sup>22</sup>

### 4.5.3. Řízení Master/Slave

Princip řízení spočívá v měření osvětlenosti čidlem a nastavení jednoho světla (Master) v místnosti na požadovanou úroveň. Další svítidla (Slave) nastaví svojí svítivost podle předem definované křivky. Pokud zvenku nepřichází svit, všechna svítidla svítí stejnou intenzitou.

## 4.6. Zabezpečení

Pro integraci zabezpečovacího systému do KNX instalace je třeba doplnit ústřednu o rozhraní. Samostatná čidla a aktory přímo připojitelné na KNX sběrnici jsou dražší, než systémy na trhu, pro které je vytvořené rozhraní.

---

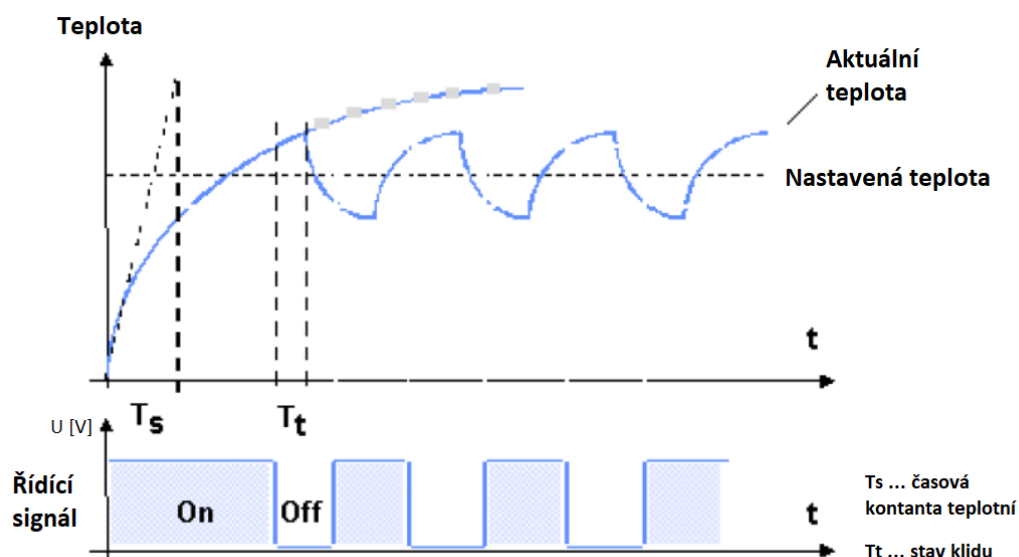
<sup>22</sup> VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>

## 4.7. Vytápění

Principy regulace vytápění a klimatizace jsou podobné těm u osvětlení. Regulační odchylka se přenáší v podobě telegramu jako spínací příkaz (dvoustupňová regulace) nebo jako řídicí příkaz (plynulá regulace) pro hlavice u radiátorů. Standartně se každá místnost řídí zvlášť.

### 4.7.1. Regulace teploty

Dvoustupňová regulace teploty v místnosti porovnává požadovanou a měřenou teplotu. Pro udržení nastavené teploty v tolerančním pásmu se odesílá elektrotepelné hlavici příkaz zapnout/vypnout a dochází tak ke kvaziustálené teplotě v místnosti.



Obr. 4.7: Dvoustupňové řízení teploty v místnosti<sup>23</sup>

Plynulá regulace teploty je realizována PI regulátorem, nastavení teploty v místnosti na požadovanou tedy probíhá přesně. Hlavice radiátorů mohou spojitě měnit vytápěcí teplotu dle požadavku.

<sup>23</sup> VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>

# 5. PŘIPOJENÍ K DISTRIBUČNÍ SÍTI A VNITŘNÍ ROZVODY

## 5.1. Podmínky pro připojení k distribuční síti

Pro připojení domu k distribuční síti je třeba podat žádost o trvalé připojení, kde je třeba podat osobní a kontaktní údaje a technické údaje o odběrném místě. Těmi jsou:

- a) Velikost hlavního jističe
- b) Počet fází
- c) Příkon spotřebičů
- d) U novostaveb katastrální mapu se stavbou

Následně distributor (v tomto případě ČEZ) posoudí žádost o připojení a navrhne smlouvu, kde část nákladů na připojení hradí majitel nemovitosti. Nadále je třeba provést revizi přípojkové skříně a smluvit termín připojení. Nakonec si majitel zvolí dodavatele elektřiny a podepíše smlouvu o dodávkách a montáži elektroměru.<sup>24</sup>

Stavbu hlavní elektroměrové skříně zajišťuje majitel a musí splňovat normy. Hlavní jističe musí mít vypínací charakteristiky typu B normalizovaných hodnot (maximálně 80 A), což definuje norma ČSN EN 60 898-1. Dále jmenovitá zkratová schopnost jističe musí být minimálně 10 kA, pokud není stanoveno jinak. Jistící prvek musí být nezaměnitelně označen jmenovitou hodnotou proudu.<sup>25</sup>

## 5.2. Elektrická přípojka

Elektricky vodivé odbočení od vedení elektrické energie z distribuční sítě do svornic přípojkové skříně se nazývá elektrická přípojka nízkého napětí. Součástí přípojky jsou i svorky a šrouby použité pro připojení kabelu.

---

<sup>24</sup> ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ [online]. ČEZ DISTRIBUCE [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/pro-odberatele/zadost-o-pripojeni>

<sup>25</sup> GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2



Lze ji dělit podle způsobu provedení:

- a) Venkovním vedením
- b) Kabelovým vedením
- c) Smíšeným vedením (kdy část přípojky je provedena kabelovým a část venkovním vedením)

Přípojka končí v přípojkové skříni v případě venkovního vedení, anebo v domovní kabelové skříni při použití kabelového vedení. Pro jednu nemovitost je obvyklá jedna přípojka, pokud je jich více, musí být tento fakt vyznačen na všech přípojkových skříních na objektu. Není-li zřízena na pozemku nemovitosti přípojková skříň, končí elektrická přípojka nízkého napětí na svorkách hlavního jističe objektu a v případě větších pozemků se umísťuje přípojková skříň na hranici pozemku a to v případě domů lvy s distributorem<sup>26</sup>.

Minimální povolené průřezy jedné žíly jsou zemního kabelového vedení 16 mm<sup>2</sup> pro drát z hliníku a 10 mm<sup>2</sup> pro drát z mědi. V případě venkovního vedení je to 16 mm<sup>2</sup> pro holý hliníkový drát se železným jádrem (tzv. "AlFe lano") a 10 mm<sup>2</sup> pro hliníkový drát. Pro jednu nemovitost je obvyklá jedna přípojka, pokud je jich více, musí být tento fakt vyznačen na všech přípojkových skříních na objektu.

Pokud vlastník nemovitost využívá pouze pro bydlení a přípojka je kratší, než 50 m, přípojku se všemi ostatními náklady hradí provozovatel distribuční soustavy a zůstává jeho majetkem. V případě komerčního využití nemovitosti či nadstandartní požadavky hradí přípojku vlastník v plné výši a je i jejím majitelem. V případě nedostatečné kapacity v zastavěném území je nucen provozovatel distribuční sítě vedení rozšířit na náklady vlastníka nemovitosti<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2

<sup>27</sup> Tamtéž

### 5.3. Hlavní domovní skříň

HDS se dělí na dva druhy, a to podle způsobu vedení přípojky:

- a) Hlavní domovní kabelová skříň pro přípojku provedenou zemním kabelem
- b) Hlavní domovní pojistková skříň pro přípojku provedenou venkovním vedením.

Umístění HDKS (Hlavní domovní kabelová skříň) je obvykle zabudována v konstrukci z cihel a je umístěna 0,6 m nad zemí a musí mít závěr na klíč. Nad HDKS je obvykle elektroměrová skříň. Poloha HDPS (Hlavní domovní pojistková skříň) je ve výšce 2,5-3 m nad zarovnanou zemí a musí být zaplombovatelná bez nutnosti závěru na klíče.



Obr. 5.1: Příklad zapojení hlavní domovní skříně<sup>28</sup>

Hlavní domovní skříň obsahuje tři svorkovnice pro tři pojistky, každá pro jednu fázi a uzemnění pro ochranný vodič. Zapojení přípojky může být:

- a) Koncové připojení
- b) Připojení do smyčky

---

<sup>28</sup> <https://www.banky.cz/clanky/zasitovani-pozemku-elektricka-pripojka/>

Pokud je více přípojek, zapojují se přípojky do smyčky a odbočka jde k další HDS. Připojení posledního HDS se nazývá koncové připojení.<sup>29</sup>

Na obrázku 5.1 je přípojka provedena kabelem s žilami z hliníku a zapojena do smyčky. Svorkovnice je z plechu s obvyklými popiskami fází (u,v,w). Bílé kvádry zapojené ve svorkách jsou pojistky. Měděný kabel odbočuje do elektroměrové skříně a poté do rozváděče.

#### 5.4. Elektroměrový rozváděč

U HDS se nachází prostor pro měření spotřeby objektu. Je to oddělená skříň od HDS a uvnitř se nachází elektroměr pro 3 fáze. V dnešní době se používají výhradně indukční elektroměry a nově se začínají zavádět inteligentní elektroměry s dodatečnými funkcemi, jako například intradenní měření okamžitého odebíraného činného výkonu.<sup>30</sup>



Obr. 5.2: Příklad indukčního elektroměru<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2

<sup>30</sup> Tamtéž

<sup>31</sup> <https://shop.elektro-sychra.cz/ex9em-3p-4m-ct-1t-elektromer-3-polovy-4-modulovy-neprime-mereni-1-tarifni-lcd-displej-noark-p1479/>

Pokud se uvažuje při návrhu odebrání elektřiny ve dvou tarifech (dříve denní a noční proud), musí se umístit k elektroměru HDO, které spíná obchodník na dálku po kabelech či vedení. Dvousazbový tarif se navrhuje obvykle pokud zákazník používá elektřinu na ohřev vody nebo vytápění.

## 5.5. Hlavní domovní vedení

HDV je připojení od přípojkové skříně do elektroměrového rozváděče. V případě rodinného domu je toto vedení jedno, u domů bytových se jedná o více vodičů pro více elektroměrů. Minimální průřezy jsou 10 mm<sup>2</sup> pro měděné vodiče a 16 mm<sup>2</sup> pro hliníkové.

Domy a bytové domy dělí na 3 stupně elektrizace:

- Stupeň A – elektřina se užívá k osvětlení a ostatní spotřebiče do maximálního příkonu 3,5 kVA
- Stupeň B – elektřina se kromě užití jako ve stupni A používá pro spotřebiče o maximálním výkonu nad 3,5 kVA
- Stupeň C – elektřina se kromě výše uvedených se používá pro regulaci teploty obytných prostor<sup>32</sup>

## 5.6. Vnitřní rozvody elektrické energie

### 5.6.1. Zásuvkové obvody

Zásuvky se obvykle umísťují v tzv. instalačních zónách u země, kde se do zdi vyvrtá otvor pro krabici, jež se následně zasádruje a protáhne se kabel. Na ní se po nanesení omítky upevní zásuvka a zapojí se. Kabel se skládá ze tří žil a každá má průřez 2.5 mm<sup>2</sup>. Jištění je obvykle 16A či 10A v případě použití zásuvky pro jeden spotřebič, například pro lednici.

---

<sup>32</sup> GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2

### 5.6.2. Světelné obvody

Od světelného akčního členu domovního rozváděče vede až do svítidla. Kabel se skládá ze tří vodičů. Obvykle je žíla z mědi o průřezu 1,5 mm<sup>2</sup>. Jističe jistící světelné okruhy v rozváděči jsou obvykle 10A, vyšší normované hodnoty jističů se užívají v zásuvkových obvodech a obvodech se zařízeními s větším odběrem elektrického výkonu.

### 5.6.3. Ostatní obvody

To zahrnuje vývody pro pozdější montáž ventilátorů, digestoře, bojleru a podobně. Zakončují se vývodem do krabice ve zdi či se nechá viset kabel a při montáži se kabel zkrátí podle potřeby a tak, aby poté nebyl vidět.

## ELEKTROINSTALACE

## 6.1. Situace

Dvojpatrový rodinný dvougenerační dům se nachází na Dobříši 40 km od Prahy. Je dvougenerační a kolaudace proběhla v roce 1988. V domě proběhly z důvodu šetření energií a ekologie opatření. V roce 2020 byla vyměněna všechna okna za plastová a v roce 2021 byl vyměněn kotel na uhlí za kotel na dřevěné pelety. Zateplení se neplánuje, jelikož je dům postaven z pórobetonu. V budoucnosti se bude rekonstruovat a zateplovat střecha. Proto byla tato nemovitost byla vybrána jako model pro návrh inteligentní elektroinstalace, která se dále promítne do energetických nákladů.

## 6.2. Rozvody nízkého napětí

## 6.2.1. Zásuvky

Veškeré rozvody k zásuvkám jsou realizovány kabelem CYKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> a v domovním rozváděči jištěné 16A jističi. Na jeden obvod může být maximálně zapojeno 10 zásuvek.

	Zásuvka [ks]	Dvojitá zásuvka [ks]	Venkovní 1-fáz. zásuvka [ks]	Venkovní 3-fáz. zásuvka [ks]
Přízemí	12	4	1	1
1. patro	14	7	1	0
2. patro	10	3	0	0

Tab. 6.1: Počet zásuvek v jednotlivých patrech

## 6.2.1. Osvětlení

Návrh svítidel záleží na množství denního světla v objektu. Pro účely výpočtu instalovaného výkonu bylo uvažováno pouze orientační osvětlení místností. Kvůli vyššímu požadavku na úsporu energií jsou veškerá svítidla (včetně těch zářivkových) provedena v LED technologii, která se vyjímá i nižší cenou.

	Stropní svítidla [ks]	Svítidla venkovní [ks]	Zářivka [ks]	Nástěnná svítidla [ks]	Nástěnná svítidla u umyvadel [ks]
Přízemí	11	3	2	2	0
1. patro	10	0	2	2	2
2. patro	9	0	0	0	2

Tab. 6.2: Počet svítidel v jednotlivých patrech

Podle následující tabulky<sup>33</sup> a doporučené osvětlenosti pro jednotlivé místnosti<sup>34</sup> byl zjištěn potřebný výkon LED svítidla pro dostatečnou osvětlenost místnosti.

LED žárovka	Světelný tok
3 W	210 - 240 lm
5 W	400 - 450 lm
9 W	700 - 740 lm
15 W	1300 - 1500 lm

Tab. 6.3: Světelný tok vyzářený LED svítidly

V garáži má svítidlo tvar zářivky, ale funguje na principu LED, stejně jako zářivky nad dřezem a linkou o výkonu 9W. V kuchyni a jídelně jsou stropní svítidla o výkonu 15 W.

Aktory, které spínají svítidla, jsou jističeny 10A jističem. Povel pro sepnutí svítidla přichází z naprogramování podle požadovaného osvětlení, nebo inteligentním vypínáním.

Následující tabulka obsahuje doporučené osvětlení místností podle jejich plochy potřebný výkon a počet LED svítidel dle tabulky 6.3.

<sup>33</sup> Co je to světelný tok a intenzita osvětlení? *Svět svítidel* [online]. 10.6.2021 [cit. 2021-08-19]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/clanky-svetelny-tok-a-intenzita-osvetleni/>

<sup>34</sup> SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, et al. *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN ISBN 978-80-01-04941-9.

## Údaje LED svítidel pro vhodné osvětlení jednotlivých místností

Přízemí	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Min. osvětlení [lx]	Potřebná svítivost [lm]	Výkon LED svítidla [W]	počet LED svítidel [ks]
Chodba 1	6,66	100	666	9	1
Chodba 2	6,17	100	617	5	2x1
Hala	8,60	100	860	5	2
Garáž	18,89	75	1417	9	2
Dílna	5,65	300	1695	15	2
Kotelna	12,95	150	1943	9	3
Sklad 1	3,86	100	386	5	1
Sklad 2	5,61	100	561	9	1
Prádelna	14,59	300	4377	15	4
Posilovna	11,11	300	3333	15	3
Schodiště	4,04	150	606	5	2x1
1. patro	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Min. osvětlení [lx]	Potřebná svítivost [lm]	Výkon LED žárovky [W]	počet LED žárovek [ks]
Hala	12,13	100	1213	15	1
Pokoj 1	10,48	300	3144	9	3
Pokoj 2	9,62	300	2886	9	3
Koupelna	4,19	200	838	5	2
WC	1,40	200	280	5	1
Kuchyně	11,24	500	5620	9 & 15	2 & 3
Jídelna	7,96	200	1592	9	3
Ložnice	12,45	150	1868	9	3
Obývací pokoj	27,94	300	8382	15	3x2
Schodiště	4,04	150	606	5	2x1
2. patro	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Min. osvětlení [lx]	Potřebná svítivost [lm]	Výkon LED žárovky [W]	počet LED žárovek [ks]
Hala	10,92	100	1092	15	1
Pokoj 1	14,32	300	4296	15	3
Pokoj 2	12,45	300	3735	15	3
Sklad 1	9,24	100	924	9	2x1
Sklad 2	5,61	100	561	9	1
WC	2,70	200	540	9	1
Chodba	9,87	75	740	9	2x1
Koupelna	4,09	200	818	15	1
Pracovna	27,30	300	8190	15	3x2
				Potřebný výkon	807 W

Tab. 6.4: Rozdělení svítidel podle místností



### 6.2.1. Spotřebiče s třífázovým zapojením

Jediný spotřebič uvnitř objektu s třífázovým připojením je indukční varná deska s troubou. Dále je jedna venkovní třífázová zásuvka pro venkovní použití, například pro okružní pilu. Jištění zásuvky je 32A a jištění varné desky s troubou je 16 A. Délka vedení od rozváděče v prvním patře k troubě je cca 15 metrů a k třífázové zásuvce 25 metrů, počítáno s rezervou v ohybech etc.

## 6.1. Dimenzování HDV

Uvažovaný rodinný dům spadá do stupně elektrizace B, vytápění je řešeno kotlem na pelety a ohřev vody je elektrickým bojlerem, spínaným z HDO. Následující tabulka ukazuje spotřebiče v domácnosti.

El. Vaření	počet	inst. výkon [W]
Elektrická varná deska	1	7000
Trouba	1	2700
<b>Osvětlení</b>		
LED svítidla	45	807
<b>El. Ohřev vody</b>		
Bojler 200l	1	2200
<b>Ostatní</b>		
Mrazák	1	100
Mikrovltnka	1	1600
Lednice	1	100
Pračka	1	2400
Myčka	1	1600
Sušička	1	2400
Rychlovarná konvice	1	2000
Vysavač	1	1000
Digestoř	1	400
Víceúčelová pila	1	5500
	<b>P<sub>inst</sub> [W]</b>	<b>29807</b>

Tab. 6.5: Celkový instalovaný a maximální výkon spotřebičů

Hodnota  $P_{MAX}$  je maximální výkon, které spotřebiče mohou být reálně spuštěné najednou. V potaz se bral den o víkendu, kdy se řeže dřevo pilou, vaří se pro celou rodinu, pere se a suší prádlo, myje se nádobí a je den. K tomu stále běží lednice a mraznička. Instalovaný výkon je tedy roven:

$$P_{inst} = P_{osvětlení} + P_{el.vaření} + P_{bojler} + P_{ostatní} = 29\,807\,W. \quad (6.1)$$

Činitel soudobosti pro dvě bytové jednotky (jedná se o dvougenerační dům)<sup>35</sup>:

$$\beta = 0,77 \quad (6.2)$$

Soudobý výkon:

$$P_p = P_{inst} * \beta = 23\,kW \quad (6.3)$$

Výpočtový proud:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U_s * \cos\varphi} = \frac{23\,000}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 36,89\,A \quad (6.4)$$

Vypočtená hodnota zátěžového proudu je 36,89 A a odpovídá průřezu HDV 16 mm<sup>2</sup> pro jednu žílu z mědi při jistění 40 A, což je hodnota normovaná a na trhu existují spotřebiče s danou hodnotou<sup>36</sup>.

Vzdálenost od přípojkové skříně k prvnímu domovnímu rozváděči je 15 metrů, tedy kabel zvolíme alespoň 18 metrů dlouhý.

---

<sup>35</sup> GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2

<sup>36</sup> Tamtéž.

## 6.2. Nastavení inteligentní elektroinstalace

Programování KNX členů probíhá v programu ETS. Zabezpečovací technika Integra od firmy Satel se nastavuje v programu GuardX.

Zabezpečení je realizováno připojením KNX sběrnice přes rozhraní INT-KNX-2 k ústředně, ke které je připojena klávesnice se sirénou. Napájení 12 V rozhraní, ústředny a klávesnice zajišťuje KNX modul v rozváděči.

Druhy poplachů jsou TÍSEŇ, POŽÁR a POMOC. Poplach TÍSEŇ se spustí, pokud se v režimu zabezpečení rozepne magnetický kontakt nebo se roztříští sklo. Tyto akce jsou realizovány čidly od firmy Satel a jsou připojeny přímo k ústředně přes dvojlinkový drát. Dále lze propojením na KNX sběrnici snímat pohyb snímači pro osvětlení. Poplach POŽÁR vznikne, pokud snímače oxidu uhelnatého zachytí částice mimo toleranci. Poplach POMOC je realizován tlačítky SOS ve druhém patře, kde bydlí starší obyvatelé. Tlačítko SOS je umístěno v úrovni zásuvek u schodů a v části domu, kde starý člověk bydlí pro případ, že upadne. Zabezpečovací systém umožňuje hlásit poplach přes GSM síť s použitím SIM karty, nebo přes mobilní telefon či počítač pomocí internetu.

Osvětlení je nastaveno na stálou osvětlenost. Pomocí časového modulu lze nastavit časy, kdy zapadá slunce a tak automaticky zatemňovat žaluzie a povolit rozsvěcení na základě osvětlenosti a přítomnosti osob v místnosti. Nadřazené ovládání je pomocí tlačítek na vypínačích. Moduly osvětlení jsou vhodné pro řízení osvětlení pro všechna svítidla, která jsou stmívatelná a i pro ta, která nemají elektronický předřadník. Díky aplikačnímu modulu lze nastavit logické funkce. Spínat světla na schodištích je žádoucí, pokud snímač v chodbě detekuje osobu. Jestliže osoba vyjde z prvního do druhého patra, je zbytečné, aby světla na schodišti z přízemí do prvního patra svítila. Dále je vhodné nastavit zpoždění zhasínání.

Snímače teploty jsou integrovány do inteligentních vypínačů. Termoelektrické hlavice jsou řízeny aktory v rozváděči.

Zásuvky pro internetové a televizní zásuvky jsou vedeny od střechy, kde se nachází anténa. Nyní v domě je pouze jedna zásuvka pro televizní vysílání a žádná pro připojení k internetu. V každém patře v chodbě na stropě je WiFi router pro možnost připojení v každém místě domu. V přízemí je router především pro připojení chytrých spotřebičů, jako boiler, pračka, sušička, které často mají integrovanou možnost chytrých funkcí. Je také třeba vést datový kabel do rozváděče v přízemí, kde je rozhraní KNX/IP pro připojení instalace k síti.

V koupelnách jsou detektory vlhkosti, které se nastaví na úroveň, kdy se sepnou větráky. Na záchodech dojde k sepnutí ventilátorů při příchodu osoby a po odchodu zůstane aktivní s definovaným časem. Spínací aktory jsou zapuštěné ve zdi a spínají zátěže (ventilátory) na 230 V. U ventilátorů je tedy i vyveden sběrní kabel KNX.

Elektroměrový modul v rozváděči v přízemí slouží záznam údajů z kompatibilního elektroměru od stejného výrobce (ABB). Rozhraní usb slouží k připojení počítače pro programování funkcí.

### **6.3. Finanční náklady**

Největší náklady jsou za řídicí moduly, které jsou od firmy ABB, stejně jako většina dalších výrobců. Ceny většiny výrobků jsou z internetového obchodu elima.cz a jsou aktuální k datu 23.12.2021. Tabulky s cenami jednotlivých výrobků jsou v příloze. Celková cena je přibližně 930 994 Kč (včetně DPH) mimo cen žaluzií, montážních materiálů a lidské práce. V porovnání s cenou klasické elektroinstalace navržené v semestrálním projektu (89 736 Kč) jde o významný skok.

## 7.ZÁVĚR

Účelem této bakalářské práce bylo vysvětlit pojem inteligentní elektroinstalace a aplikovat do praktického návrhu, porovnat komerční systémy a standardizované systémy a také navrhnout připojení domu k distribuční síti.

K návrhu byl použit sběrnicev standard KNX, který je univerzální, otevřený a v Evropě na poli domácí automatizace nejrozšířenější. Byly také porovnány ostatní systémy inteligentních elektroinstalací včetně jejich aplikací a výhod. Nevýhodou tohoto zaměření je malý počet knih a materiálů, ze kterých lze čerpat. Pokud se má člověk vzdělávat v oblasti inteligentní elektroinstalace, je nejlepší absolvovat certifikované kurzy. Závěrem porovnání komerčních i standardizovaných systémů je, že nejvhodnější volbou pro inteligentní elektroinstalaci v rodinných domech je standardizovaný systém. Pokud instalace není limitována rozpočtem, je další možností zvyšovat komfort připojení komerčních systémů, které vynikají v určitém směru, jako je design, multimediální možnosti nebo pokročilé ovládání, například kávovaru.

V této práci bylo procvičeno zejména kreslení v programu AutoCAD, kde byla navržena schémata domu s rozmístěním jednotlivých snímačů, aktorů a ovladačů. Dále bylo navrženo zapojení rozváděčů v každém patře budovy. Byl zvolen jeden rozváděč na každé patro zejména kvůli snadnější budoucí rozšiřitelnosti elektroinstalace a prezentování zapojení KNX sběrnice do více větví. Nad druhým patrem se nachází nevyužívaná půda, která se časem může rekonstruovat. Při návrhu bylo uváženo bezpečí osob starších a pohybově omezených. Proto jsou u každého schodiště zásuvky pro možnost dodatečného připojení schodišťových výtahů. Dále jsou v kritických místech, kde by osoba mohla upadnout (obytná část pro tyto osoby a schodiště), tlačítka pro přivolání pomoci, které zajišťuje zabezpečovací systém pomocí sirény a volání na určená telefonní čísla.

Náklady na pořízení inteligentní elektroinstalace jsou vysoké, což brání ve větším využití v rodinných domech. Větší využití tedy najdeme v obytných domech, účelových budovách a průmyslových budovách, kde se sníží náklady za energie více, než

v rodinném domě. Závěrem lze tedy usoudit, že hlavním přínosem inteligentní elektroinstalace v rodinných domech je komfort vedlejším úspora energií.

Bylo také navrženo hlavní domovní a vybrán elektroměr, který komunikuje s elektroměrovým inteligentním modulem. V potaz při návrhu hlavního domovního vedení se bral nejvíce vytížený den v týdnu, kdy je v provozu nejvíce spotřebičů. Bylo také demonstrativně navrženo osvětlení podle místností. Celkový maximální výkon osvětlený se promítl do dimenzování hlavního domovního vedení minimálně, protože se uvažovala LED svítidla. Dále byl rozebrán administrativní postup pro připojení k distribuční síti, kterou ve středočeském kraji spravuje skupina ČEZ.

Při zpracování všech čtyř bodů zadání si autor rozšířil znalosti v oblasti automatizace budov a přidal tak další důležité téma mezi portfolio svých znalostí získaných studiem v oboru zaměřeném na elektrotechniku a elektroenergetiku. Nabyté znalosti budou zúročeny v magisterském studiu a v praxi. Jelikož se jedná o skutečný dům, vypracované plány mohou být znovu využity při dalších rekonstrukcích, což projektantům ušetří čas a majiteli peníze.

## 8. SEZNAM LITERATURY

- [1] BAKKER, Ron. Smart buildings: technology and the design of the built environment. London: RIBA Publishing, [2020]. ISBN 978-1-85946-870-8.
- [2] Co je to světelný tok a intenzita osvětlení? Svět svítidel [online]. 10.6.2021 [cit. 2021-08-19]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/clanky-svetelny-tok-a-intenzita-osvetleni/>
- [3] GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. Praha: BEN - technická literatura, 2012. ISBN 978-80-7300-440-8.
- [4] GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-0106342-2
- [5] GARLÍK, Bohumír. ELEKTROTECHNIKA A INTELIGENTNÍ BUDOVY [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-10-7]. Dostupné z: <http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/skripta-etb-garlik.pdf>
- [6] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. Tzb.info [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011, 19.9.2011 [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [7] HÜBNER, Christof. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [8] KOMPLEXNÍ ŘÍZENÍ BUDOV BUDOVÁCH – APLIKACE KNX [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://doczz.cz/doc/394521/pdf-online---netfei>
- [9] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, et al. Světelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.

- [10] VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov – projekce a instalace sběrníkových systémů v budovách [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3528-0. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125ebu/prednasky/125ebu-10.pdf>
- [11] VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, FEI, 2014 [cit. 2021-10-7]. ISBN ISBN 978-80-248-3529-7. Dostupné z: <https://adoc.pub/queue/komplexni-izeni-budov-zakladni-pehled-knx-system.html>
- [12] VAŇUŠ, Jan. Systémová technika budov a bytů [online]. 2003, , 17 [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>
- [13] WHICH IS “BETTER”? BACNET, LONWORKS, MODBUS, OR KNX. Optigo.net [online]. 2019 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://optigo.net/blog/which-better-bacnet-lonworks-modbus-or-knx>
- [14] ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ [online]. ČEZ DISTRIBUCE [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/pro-odberatele/zadost-o-pripojeni>



## 9. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Schéma přízemí-popis
- Příloha 2: Schéma přízemí-SELV rozvody
- Příloha 3: Schéma přízemí-NN rozvody
- Příloha 4: Schéma 1. patra-popis
- Příloha 5: Schéma 1. patra-SELV rozvody
- Příloha 6: Schéma 1. patra-NN rozvody
- Příloha 7: Schéma 2. patra-popis
- Příloha 8: Schéma 2. patra-SELV rozvody
- Příloha 9: Schéma 2. patra-NN rozvody
- Příloha 10: Schéma rozváděče v přízemí
- Příloha 11: Schéma rozváděče v 1. patře
- Příloha 12: Schéma rozváděče ve 2. patře
- Příloha 13: Náklady na realizaci inteligentní elektroinstalace