



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE BYTOVÉHO DOMU

DESIGN OF SMART WIRING OF APARTMENT BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michaela Ločárková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Janík

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Studentka: Michaela Ločárková

ID: 197719

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Návrh inteligentní elektroinstalace bytového domu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Provedení podrobné literární rešerše v současné době používaných inteligentních systémů v ČR a v zahraničí
2. Seznámení se s požadavky norem na jednotlivé typy místností
3. Zpracování projektové dokumentace pro realizaci stavby bytového domu (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 10.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Daniel Janík

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá inteligentními instalacemi v budovách. Uvádí rozbor klasické a systémové instalace, přibližuje možnosti systémové instalace, její jednotlivé funkce a typy. Pojednává také o normách důležitých pro návrh elektroinstalace v obytných budovách. Dále představuje konkrétní řešení elektroinstalace s využitím systémových prvků ABB free@home v bytovém domě se 16 byty.

Klíčová slova

Klasická elektroinstalace, systémová elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, systém, KNX, ABB free@home®, iNELS, normy, bytový dům.

Abstract

This bachelor thesis deals with intelligent installations in buildings. Analyses of a classic and system installation are included as well as the specification of the options of system installation and its individual functions and types. The thesis also discusses norms that are important for the design of electrical wiring in residential buildings. Furthermore, it presents specific solutions for the electrical wiring using ABB free@home components in a 16-apartment house.

Keywords

Classic installation, system installation, smart installation, systém, KNX, ABB free@home®, iNELS, standards, apartment buildings.

Bibliografická citace:

LOČÁRKOVÁ, Michaela. *Návrh inteligentní elektroinstalace bytového domu* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124094>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Daniel Janík.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou závěrečnou práci na téma Návrh inteligentní elektroinstalace bytového domu jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autorka uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne **10. června 2020**

.....
podpis autora

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Danielovi Janíkovi za trpělivost, dobré vedení, konzultaci a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za obrovskou podporu a pomoc v průběhu studia, tak i při tvorbě bakalářské práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat firmě DATEL ELEKTRO s.r.o. za propůjčení softwaru EPLAN Electric P8.

V Brně dne **10. června 2020**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	1
2	Systémová elektrická instalace	2
2.1	Od klasické instalace k systémové	2
2.2	Systémová instalace neboli inteligentní dům	3
2.2.1	Osvětlení.....	3
2.2.2	Vytápění.....	4
2.2.3	Ventilace a rekuperace.....	4
2.2.4	Stínění.....	4
2.2.5	Klimatizace	4
2.2.6	Závlaha	5
2.2.7	Monitorování spotřeby energií.....	5
2.2.8	Nadstandardní funkce.....	6
2.3	Typy systémů	7
2.4	Používané systémy u nás a v zahraničí	9
2.4.1	KNX.....	9
2.4.2	iNELS.....	13
2.4.3	ABB-free@home®	16
2.4.4	Další mezinárodní systémy	18
3	Seznámení se s požadavky norem na jednotlivé typy místností.....	19
3.1	Silové zásuvky	19
3.2	Světelné obvody	20
3.3	Koupelna	21
3.4	Umývací prostor (umyvadlo a kuchyňské dřezy)	23
3.5	Osvětlení společných prostor	24
4	Návrh projektové dokumentace	25
4.1	Připojení objektu na rozvod elektrické energie	26
4.1.1	Výpočet hlavního domovního vedení a jeho jištění.....	26
4.1.2	Odbočky od hlavního vedení k elektroměrům	30
4.1.3	Vedení od elektroměrů k rozvodnicím	31
4.2	Obvody za rozvodnicemi	32
4.2.1	Světelné obvody.....	33
4.2.2	Zásuvkové obvody	35
4.2.3	Rolety.....	35
4.2.4	Vytápění.....	36
4.2.5	Datové zásuvky	38
4.2.6	Společná televizní anténa	38
4.2.7	EZS (Elektronický zabezpečovací systém).....	38

4.2.8	EPS (Elektronický požární systém)	38
4.2.9	Komunikační systém Welcome-Midi.....	38
4.2.10	Strojovna výtahu.....	40
4.2.11	Nouzové osvětlení.....	40
4.3	Uzemnění a ochranné vodiče	41
5	Závěr.....	44
	Literatura	45
	Seznam příloh.....	49

Seznam obrázků

Obr. 1 Příklady funkčních oblastí řízených systémovou instalací [13].....	6
Obr. 2 Příklad systému s centrální řídicí jednotkou [13].....	8
Obr. 3 Prvky na sběrnici v decentralizovaném systému [13].....	8
Obr. 4 Sběrnice kabel [11].....	11
Obr. 5 Příklady uspořádání sběrnice v systémové instalaci EIB/KNX [21].....	12
Obr. 6 Jednosměrná a obousměrná komunikace [23].....	14
Obr. 7 Komunikace MESH [23].....	14
Obr. 8 Prostup radiofrekvenčních signálů různými stavebními materiály. [23].....	15
Obr. 9 Vymezení zón 0, 1 a 2 v prostorech s koupací nebo sprchovou vanou [35].....	22
Obr. 10 Vymezení zón 0 a 1v prostorách se sprchou bez sprchové vany [35].....	22
Obr. 11 Vymezení zón 0 a 1v prostorách se sprchou bez sprchové vany [35].....	22
Obr. 12 Umyvací prostor [34].....	23
Obr. 13 Přívod z DS a hlavní pojistková skříň.....	29
Obr. 14 Zapojení od pojistkové skříně po podružný rozváděč.....	31
Obr. 15 Systémový modul.....	32
Obr. 16 Napájecí zdroj.....	32
Obr. 17 Spínací akční člen.....	33
Obr. 18 Ukázka zapojení spínacího akčního členu.....	34
Obr. 19 Stmívací akční člen.....	34
Obr. 20 Ovládací prvky.....	35
Obr. 21 Žaluziový akční člen.....	36
Obr. 22 Akční člen topení.....	36
Obr. 23 Meteorologická stanice.....	37
Obr. 24 Termostat.....	37
Obr. 25 Tablo systému Welcome Midi.....	39
Obr. 26 Řídicí jednotka komunikačního systému Welcome Midi.....	39
Obr. 27 Ukázka zapojení komunikačního systému Welcome Midi s dotykovými panely.....	40
Obr. 28 Příklad uspořádání uzemnění a ochranných vodičů [39].....	41

Seznam tabulek

Tab. 1 Porovnání nejčastěji používaných systémů [6].....	7
Tab. 2 Oblasti použití médií [19]	10
Tab. 3 Typy přístrojů [28]	17
Tab. 4 Počet zásuvkových vývodů v jednotlivých typech místností [34]	20
Tab. 5 Počet světelných vývodů v jednotlivých typech místností [34].....	21
Tab. 6 Určení způsobu osvětlení [34]	24
Tab. 7 Informativní hodnoty soudobosti pro skupinu bytů [34]	27
Tab. 8 Počet a minimální průřezy vodičů hlavního domovního vedení v bytových domech s byty stupně elektrizace A a B [34].....	27
Tab. 9 Průřez jader vodičů podle stupně elektrizace a max. soudobého příkonu [34]	30
Tab. 10 Minimální jmenovité proudy jističů pře elektroměrem s byty stupně elektrizace A a B [34].....	30
Tab. 11 Minimální rozměry ocelových zemničů s ohledem na mechanickou a korozní odolnost [39].....	42
Tab. 12 Minimální průřezy ochranných vodičů [39]	42

1 ÚVOD

Snižování energetické náročnosti budov a objektů je v dnešní době velkým trendem, na který budou kladeny stále vyšší nároky. V objektech se instalují systémové elektrické instalace, které těmto požadavkům vyhovují, na rozdíl od klasických neúsporných elektrických instalací. K rozhodnutí, zda objekt vybavit inteligentní elektroinstalací, pomáhá fakt, že objekt má být zařazen do třídy podle energetické náročnosti. Evropská norma udává, jakými vzájemně provázanými funkcemi má být vybavena budova dané energetické třídy. Čím vyšší energetická třída, tím větších úspor v rámci energií lze dosáhnout. Tím také vzrůstá hodnota nemovitosti, která je takovouto instalací vybavena.

Poptávka po inteligentních elektroinstalacích vzrostla především v době energetické krize v 70. letech minulého století. V ekonomicky vyspělých zemích tehdy došlo ke změnám norem v rámci stavebnictví v souvislosti se zateplením budov a tyto státy celkově podporovaly ekonomičtější hospodaření s energií. U nás v této době naopak došlo k dvacetiletému období útlumu v hospodářském rozvoji, s čímž je spjatý také útlum v rozvoji elektroinstalací. [1]

Informace k této problematice je možné dohledat například v publikaci Inteligentní dům od Miroslava Valeše [2], dalšími autory jsou Karel Dvořáček, Josef Kunc a jiní. Právě Josef Kunc publikuje mnoho článků v odborném tisku zaměřeném na systémové elektrické instalace, ale působí také jako školitel kurzů systému KNX. Jako zdroj informací ohledně jednotlivých systémů posloužily příručky vybraných firem.

Tato bakalářská práce je rozdělena do tří kapitol. První z nich se zabývá rozbohem klasické a systémové instalace, přibližuje možnosti systémové instalace, její jednotlivé funkce a typy. Obsahuje také podrobnou rešerši tří odlišných systémů, jde o systém KNX, iNELS RF Control a ABB free@home®. Druhá kapitola pojednává o normách důležitých při návrhu elektroinstalace v obytných budovách. Důležitou součástí práce je kapitola třetí, kterou tvoří návrh dokumentace elektroinstalace s využitím systémových prvků ABB free@home v bytovém domě se 16 byty. Tato dokumentace se skládá z technické zprávy a výkresové části, kde je návrh napájecího přívodu, elektroměrového rozváděče, rozvodnice pro společné prostory a bytových rozvodnic. V návrhu bytových rozvodnic je zakresleno jištění obvodů a zapojení systémových a akčních členů systému ABB free@home. Ve výkresové dokumentaci jsou zpracovány také půdorysy jednotlivých pater objektu, na kterých je zakresleno zapojení obvodů světelných, zásuvkových a slaboproudých. Tato dokumentace může sloužit jako podklad pro realizaci elektrických rozvodů v daném objektu.

2 SYSTÉMOVÁ ELEKTRICKÁ INSTALACE

Velmi důležitou součástí každého objektu je kromě stavebního uspořádání i jeho elektrická instalace. Při realizaci nové elektroinstalace či její rekonstrukci je podstatné klást důraz na nároky uživatele a ty skloubit s dostupnými technickými možnostmi na trhu. Tento obor se neustále, velmi rychle posouvá vpřed a v současné době je obzvláště populární využití možnosti systémové elektrické instalace. [3]

2.1 Od klasické instalace k systémové

Elektrická instalace se skládá z připojovacího místa objektu, kde se nachází přípojková skříň. Hlavním domovním vedením je připojen elektroměrový rozvaděč, ve kterém je mimo jiné instalován hlavní jistič. Vedení k podružným rozvaděčům je konečnou částí přívodního vedení objektu. Dalším úsekem je domovní či bytová instalace, ve které lze nalézt ovládání svítidel, silové zásuvky, různé slaboproudé obvody a pevně připojené spotřebiče. [4]

Problematika vnitřní elektrické instalace je velmi rozsáhlá a základním předpokladem pro její správné, a hlavně bezpečné zhotovení je dodržení všech platných norem. Je třeba dbát na vhodné způsoby ukládání elektrických rozvodů, na volbu přístrojů do rozvodnic a rozvaděčů a vybavit jednotlivé typy místností domovními přístroji (zásuvkami apod.). Uspořádání a počet těchto prvků poskytuje uživatelům požadovaný stupeň komfortu. [5] Je ale nutné dobře zvážit rozmístění ovladačů, svítidel, zásuvek apod. již při návrhu projektu, neboť jednou z nevýhod klasické elektroinstalace je náročnost při změnách v jejím zapojení. Z velké části je potřeba instalovat nové kabely, a to zahrnuje stavební úpravy, jako je sekání omítek, jejich následná oprava a malování. [6] U klasických elektroinstalací se v současné době také velmi dbá na sladění vzhledu viditelných částí těchto domovních přístrojů s příslušným interiérem. [5]

Přístroje klasické domovní elektroinstalace mohou být seskupeny do větších funkčních celků, čímž je vytvořen lokální řídicí systém, který dovolí pohodlné a současně i úsporné ovládání jedné funkce. Příkladem může být využití elektronických impulzních relé pro spínání světelných obvodů nebo využití možnosti centrálního vypnutí osvětlení přídatným tlačítkovým ovladačem. Běžně je též možné se setkat se systémy vytápění nebo chlazení. Takovýchto podobných mini systémů je celá řada a pokud se spojí v jeden společný systém pro řízení elektroinstalace, lze hovořit o systémové instalaci nebo ji pojmenovat velmi rozšířeným populárním pojmem inteligentní instalace. [5]

První „inteligentní dům“ byl prezentován v Japonsku v 60. letech minulého století. Veškeré funkce domu řídil počítač. Vzhledem k nízkým cenám energií však nebyl důvod snižovat provozní náklady domů. Toto začalo být aktuální počátkem 70. let, kdy prudce vzrostla cena ropy a vznikla energetická krize. V té době byly v Německu prezentovány kvalitnější topné systémy a s rozvojem výpočetní techniky nově koncipovány elektrické instalace. K řízení provozu vytápění byl použit centrální počítač a praxe postupně ukázala

snížení energií na vytápění o 30 %. K dalšímu snížení spotřeby přispěla možnost komunikace přístrojů pomocí sběrnice. [7]

2.2 Systémová instalace neboli inteligentní dům

Inteligentní dům umožňuje jednoduché a komfortní ovládání, monitorování a automatizaci elektrických spotřebičů a přístrojů nejen v obytných, ale i komerčních budovách. Na trhu je celá řada řídicích systémů od různých firem, kterými můžeme řídit například topení, osvětlení, klimatizaci, ventilaci, stínění, zavlažování, zabezpečovací zařízení. V současné době je populární řízení bazénových technologií, ovládání vysavačů, praček, ledniček či dokonce krmítek pro domácí zvířata, zalévání zahrádek a v neposlední řadě i ovládání domácího kina a hudby. Všechny systémy v domě i mimo něj lze snadno monitorovat, ovládat i automatizovat z místa nebo vzdáleně mobilním telefonem či tabletem. [8]

Tyto systémy z celého domu jsou propojeny do jednoho říditelného celku, díky kterému lze vytvořit režimy (scény) v jednotlivých místnostech nebo v celém domě. Například režim, který je nastaven pro dobu spánku, funguje tak, že na nastavený impuls zhasnou všechna světla, vypne se hudba, zatáhnou se závěsy, uzamknou se vchodové dveře a zapne se bezpečnostní systém. Jiný režim lze nastavit pro dobu sledování televize, návštěvy či dovolené. [2] Inteligentní instalace se tedy zavádí do domů, bytů i kanceláří a komerčních budov z důvodu zvýšení komfortu ovládání přístrojů, jejich automatizace, a převážně z důvodu úspory energií, přehledu nad celým objektem a bezpečnosti. [7]

V další části této kapitoly budou popsány jednotlivé funkční oblasti, jimiž lze objekty vybavit. Bude definováno jejich obecné použití a možnosti.

2.2.1 Osvětlení

Osvětlení patří mezi nejpoužívanější systémy v celém domě. V částech domu, jako jsou například chodby, schodiště, sklep, šatna, se svítí jen krátkou dobu a je nejvhodnější zde použít automatické spínání osvětlení pomocí snímače pohybu. Přináší to určité pohodlí a zároveň zajišťuje úsporu. V místnostech, kde je pohyb častější, je možné nastavit i intenzitu osvětlení. A to buď manuálně, nebo systém sám vyhodnotí situaci podle denního světla. Také v osvětlení je možné využít již zmiňované scény. Například během noci je lepší mít, z důvodu zabránění oslnění, na chodbách nastavenou nižší intenzitu osvětlení a postupné zesilování jasu světelných zdrojů, čímž bude delší i jejich životnost. Režimů může být nastavena celá řada podle požadavků uživatele. Výhodou systémové elektroinstalace v oblasti osvětlení je funkce vypnutí všech světel v jedné místnosti jedním tlačítkem nebo dálkovým ovladačem a vypnutí všech světel při odchodu z budovy centrálním ovladačem. [2]

2.2.2 Vytápění

Mezi systémy, u kterých dochází k největšímu úniku energie, patří vytápění budovy. Optimalizace spotřeby energie je možné dosáhnout změření teploty v jednotlivých místnostech zvláště a použitím elektricky ovládaných termoregulačních hlavice nebo ventilů. Další úspory energie se docílí blokadou vytápění při otevřených oknech. I u vytápění lze nastavit různé režimy, jako je komfort, útlum, noc nebo protinámrazová ochrana. Režimy lze přepínat manuálně nebo automaticky pomocí pohybového čidla nebo propojením s bezpečnostním systémem. V tomto případě systém vyhodnotí, že v budově nikdo není a automaticky sníží teplotu. Další možnosti jsou časové programy podle nastavené hodiny, dne v týdnu nebo nastaveného data. Pohodlí zajistí i možnost dálkového ovládní, kterým se zajistí zapnutí vytápění v době, kdy v budově nikdo není. [9]

2.2.3 Ventilace a rekuperace

Systém ventilace se stará o výměnu vzduchu v jednotlivých místnostech. V domě mohou být instalována čidla kvality vzduchu a stavu CO₂ v ovzduší, která aktivují ventilaci. K úsporám tepelné energie také přispěje užití větracích jednotek s rekuperací, které v zimě teplo vrací a v létě naopak chladí. Spíše v komerčních budovách lze sledovat počet osob v místnostech prostřednictvím pohybových čidel a na základě dat jimi získaných přizpůsobovat výměnu vzduchu dle potřeby. [10]

2.2.4 Stínění

V letním období, kdy jsou největší nežádoucí tepelné zisky díky slunečnímu záření, je nejúspornější regulovat teplotu v budovách pomocí vnitřních nebo venkovních žaluzií (rolet). Tato zařízení by měla být regulovatelná z důvodu omezení vstupu tepelných zisků do budovy, ale zároveň aby nedošlo k omezení úplného vstupu světelného záření, které je potřebné pro osvětlení místností. Toto zařízení může být osazeno motorovým pohonem, který zajistí dálkové ovládní žaluzií nebo clonícího zařízení. [2] Pokud vzroste teplota nad nastavený limit, okna se automaticky zastíní, je-li poté slunce za mrakem, nebo začne-li pršet, zastínění se samočinně odstraní. V chladnějších obdobích je výhodné mít v noci zatažené žaluzie nebo rolety z důvodu úspory tepelné energie. Žaluzie nebo rolety vytvoří další tzv. tepelněizolační vrstvu, která zamezí tepelným ztrátám budovy. Jestliže je využito například nastavených režimů (scén), lze do režimu spánku přidat i automatické zatažení rolet v celém domě. [11]

2.2.5 Klimatizace

Klimatizace úzce souvisí s vytápěním, neboť se týká tepelných energií. V kapitole o vytápění bylo uvedeno, jak tepelné zisky zvýšit. V souvislosti s klimatizací se pojednává naopak o snížení tepelných zisků, a to především v letním období. Největší bývají díky slunečnímu

záření, které lze snížit například žaluziemi, markýzami, foliemi viz. výše. Nezanedbatelnými zdroji tepla jsou lidé, svítidla a elektrospotřebiče. Pro získání maximálních úspor platí užití stejné strategie jako u vytápění, tj. měření a regulace teploty v každé místnosti zvlášť. I v tomto případě se dají využít snímače přítomnosti osob nebo skrze zabezpečovací systém určit, zda v budově někdo je nebo ne. Velké části úspory se dosáhne i blokováním klimatizace při otevřených oknech, kdy ochlazený vzduch zbytečně neutíká ven. Pomocí časových programů je možné nastavit hodinu nebo dny v týdnu, kdy má klimatizace sepnout. Lze například nastavit klimatizaci na noc, aby udržovala příjemných 20 °C. Klimatizace je tedy často využívána k chlazení, ale má také mnoho dalších funkcí – filtraci, zvlhčování, odvlhčování, ohřev a větrání. I u klimatizace je možnost využití dálkového ovládání a nastavování přes dálkový ovladač nebo chytrý telefon. [2]

2.2.6 Závlaha

I automaticky řízená soustava zavlažování je již běžnou věcí. Výhodné je vybudování retenční¹ nádrže pro dešťovou vodu, kterou je možné využít pro řízené zavlažování zahrady. K přesnému dávkování lze využít čidla pro měření vlhkosti půdy, teploty vzduchu a propojit systém s vlastní meteorologickou stanicí. Do zavlažovací vody je možné automaticky přidávat hnojivo podle potřeby, roční doby nebo počasí. [2]

2.2.7 Monitorování spotřeby energií

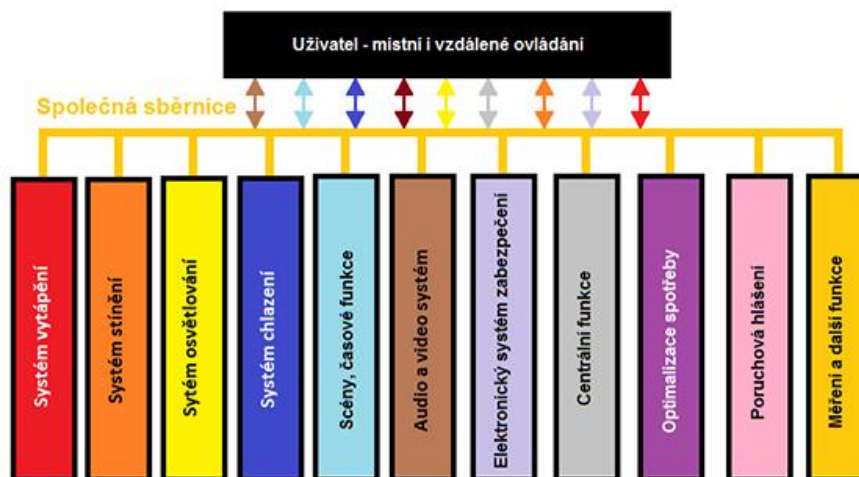
Inteligentní systémy, kromě funkcí zvyšující komfort bydlení, mohou být nástrojem ke snížení nákladů na provoz domácnosti. Tyto výdaje se hlavně týkají elektřiny a plynu, neboť ceny těchto energií neustále rostou. [12] K pozitivnímu ovlivnění úspory energie přispívá možnost sledování spotřebované energie na monitoru. Například u elektrické energie se dá zobrazit jak celková spotřeba, tak odběr jednotlivých spotřebičů. Zjištěná data lze využít k rozhodnutí o spínání některých spotřebičů v levnějším tarifu. [2] Nelze zapomenout ani na vodovodní systém, kde je možné k zamezení plýtvání vodou přispět napojením hlavního ventilu na inteligentní instalaci. Díky propojení vodovodního systému a inteligentní instalace je možnost zaznamenávat spotřebu vody a následným zpracováním těchto údajů odhalit případné ztráty. Hlavní ventil se například v případě špatně dotažených kohoutků, nebo protékání vody na WC uzavře a zabrání dalšímu úniku vody. Ochrání uživatele také před vytopením budovy z důvodu havárie. Tohoto lze využít jak při každodenním opuštění budovy, tak při odjezdu na delší dobu např. na dovolenou.

Přehled nad veškerými spotřebovanými energiemi je výhodný i díky automatickému odečítání měřících zařízení a odeslání informací k vyúčtování. [2]

¹ zadržovací

2.2.8 Nadstandardní funkce

Je patrné, že v budovách, kde je použita inteligentní instalace, je velká škála funkcí, které poskytnou úsporu energií, komfort a bezpečnost. Výše popsané funkce lze zařadit mezi běžně používané tedy standardní. Lidé si je pořizují zejména za účelem úspory energií. Je možné využít i další rozšiřující funkce, kam patří například vyhřívání venkovních komunikačních tras, vyhřívání okapových žlabů při nízkých teplotách, řízení provozu elektricky ovládaných vrat a bran a řízení provozu sauny, bazénu a vířivé vany či zahradní fontány.



Obr. 1 Příklady funkčních oblastí řízených systémovou instalací [13]

2.3 Typy systémů

Systémy a protokoly lze dělit podle několika základních pravidel:

- Otevřené a uzavřené
- Centralizované, decentralizované a hybridní
- Komplexní a specializované
- Podle přenosového média

Tab. 1 Porovnání nejčastěji používaných systémů [6]

Název systému inteligentní elektroinstalace	Systémy									
	Podle otevřenosti		Podle centralizovanosti řízení			Komplexní systém (vykonávající všechny základní funkce v domě)	Podle přenosového média			
	Otevřený	Uzavřený	Centralizovaný	Decentralizovaný	Hybridní		Sběrníkové vedení	Powerline (230 V)	Ethernet	Rf-bezdrátové spojení
KNX	✓			✓		✓	✓	✓		
LonWorks	✓			✓		✓	✓	✓		
XComfort		✓		✓		✓				✓
NIKOBUS		✓			✓	✓	✓			
Ego-n		✓	✓			✓	✓			
iNELS a iNELS RFControl		✓	✓			✓	✓			✓
OpenTherm	✓				✓					
DALI	✓				✓					

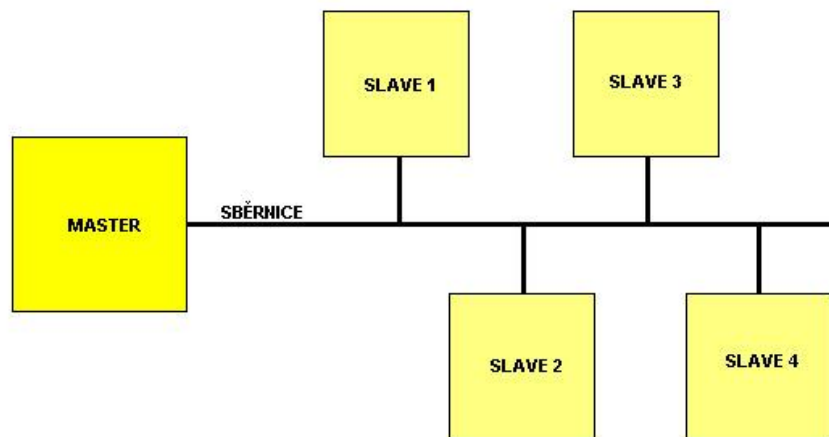
Otevřený protokol je standardizován podle společných celosvětově platných norem (ISO, IEC) a je nezávislý na výrobci. Výhodou je velké množství komponentů a nevýhodou je vyšší pořizovací cena pro rodinné domy a byty. Systémy, které patří mezi otevřené, jsou KNX, LON, DALI a OpenTherm. Opakem je systém uzavřený, který se používá pro malé budovy a byty. Použité komponenty vyrábí pouze jeden výrobce. Nedají se tedy propojit se systémy jiných výrobců. Nevýhodou je malý výběr prvků a výhodou je příznivější pořizovací cena než u otevřených protokolů. Uzavřené systémy jsou Ego-n, Nikobus, XComfort, Foxtrot CIB. [14]

Centralizovaný systém má jednu či více centrálních jednotek, které řídí činnost celého systému. Nevýhodou u tohoto systému je jeho nefunkčnost při výpadku centrální jednotky. Naopak výhodou je menší pořizovací cena z důvodu, že není nutné použít inteligentní senzory a akční členy. Zástupcem této skupiny je například systém Ego-n nebo iNELS. Decentralizovaný systém nemá žádnou centrální jednotku. Všechny prvky systému ví, co mají dělat a s kým mají komunikovat. Výhodou je, že případná porucha jednoho z prvků, nezpůsobí nefunkčnost celého systému, dochází pouze k výpadku těch funkcí,

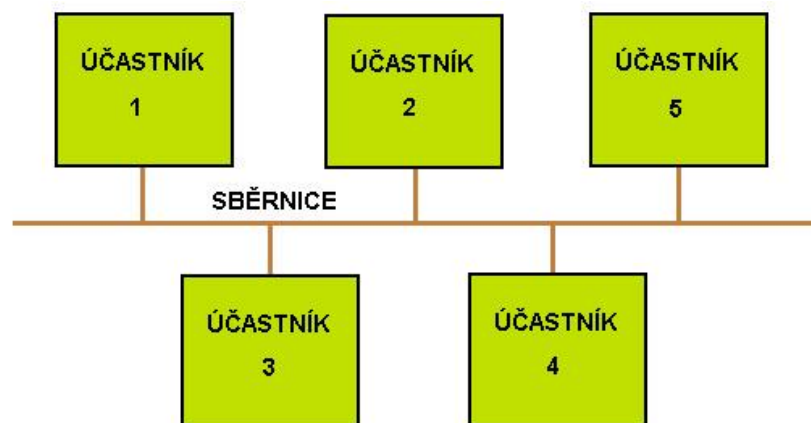
kteře zabezpečoval porouchaný prvek. Decentralizovaný systém je například KNX nebo XComfort. Pokud je systém z části centralizovaný a z části decentralizovaný jde o systém hybridní. Zástupcem je Nikobus nebo DALI. [14]

Dalším hlediskem rozlišování systémů je, zda se jedná o systém komplexní nebo specializovaný. Komplexní systém je určen pro řízení více úloh. Jsou to například řídicí systémy KNX, XComfort nebo Ego-n. Pokud je systém určen pro řízení pouze jedné oblasti, jde o specializovaný systém. Sem se řadí systém DALI, který je určen speciálně pro řízení zdrojů osvětlení, OpenTherm, který se zabývá ovládáním bojlerů a kotlů nebo M-Bus, který se využívá při sběru dat o spotřebě energií. [14]

Posledním kritériem je použité přenosové médium, neboť vzájemná komunikace mezi snímači (např. ovladače) a výkonovými prvky (akční členy) neprobíhá silovým spínáním, ale komunikací formou telegramů, které obsahují potřebné informace. Podle způsobu přenosu těchto informací jsou rozčleněny systémy s komunikací po samostatné sběrnici pracující na malém napětí (Nikobus, Ego-n, PHC), systémy s komunikací po silovém vedení (LCN), systémy s radiofrekvenční komunikací (X-Comfort, EnOcean) a v současné době systémy komunikující po sítích LAN. [1]



Obr. 2 Příklad systému s centrální řídicí jednotkou [13]



Obr. 3 Prvky na sběrnici v decentralizovaném systému [13]

2.4 Používané systémy u nás a v zahraničí

V současné době je na trhu velké množství výrobců, kteří se zabývají problematikou inteligentní elektroinstalace. V předešlé kapitole je popsáno rozdělení systémů podle různých hledisek. Z tohoto rozdělení je zřejmé, že systémy se prolínají do více kategorií. Z toho také vyplývá, že některé systémy pracují na podobném principu. Pro bližší seznámení s tím, jak tyto systémy pracují, jsou vybráni pouze zástupci.

Jde o jeden z nejrozšířenějších systémů, který patří do skupiny decentralizovaných, systém KNX. Jedním z výrobců je společnost ABB, systém se nazývá ABB i-bus® KNX. Ze studie britské společnosti BSRIA vyplývá, že systém KNX se propracoval do předních míst nejpoužívanějších systémů ve velké řadě zemí. Například v Německu se používá u 56 % rekonstruovaných či nových objektů. [15] Dále bude popsán systém ABB free@home® ze skupiny centralizovaných, který přišel na trh nedávno. Poslední systém, kterým se tato práce bude zabývat podrobněji, bude iNELS RF Control od firmy ELKO EP s.r.o., který spadá do skupiny radiofrekvenčních systémů. V krátkosti bude představen systém AMX, který umožňuje již zmíněné nadstandardní funkce a systém InHome, který je originální svou možností ovládnutí systému pomocí umělé virtuální inteligence.

2.4.1 KNX

EIBA² je sdružení velkých evropských firem zabývajících se oblastí elektrických instalací, které vzniklo roku 1990. Toto sdružení chtělo vyhovět náročným požadavkům na komfort obsluhy, bezpečnost, bezporuchovost a stavebnicovou flexibilitu. Tudíž sdružení začalo vyvíjet systém instalační sběrnice, který měl být na podobném principu jako průmyslové sběrnice pro řízení automatických průmyslových linek. Výsledkem tohoto záměru je jednotný systém instalační sběrnice pro řízení provozních procesů v budovách, který se označuje EIB³. [16]

V roce 1999 došlo ke sloučení tří asociací EIBA, BCI⁴ a EHSA⁵ a přijali název KNX. Z toho vyplývá, že všechny prvky nesoucí název KNX nebo starší název EIB jsou spolu kompatibilní, ačkoli jsou od různých výrobců. [17]

Mezi hlavní výhody systému KNX patří, že na výrobě vzájemně spolehlivě komunikujících prvků se podílí více než 420 výrobců. Tyto prvky jsou vyráběny podle

² European Installation Bus Association

³ European Installation Bus (Evropská instalační sběrnice)

⁴ Batibus Club International

⁵ Asociace pro evropský domovní systém

společných celosvětově platných norem řady ČSN⁶ ISO⁷/IEC⁸ 14543 a evropských norem řady ČSN EN⁹ 50090. Aby mohly být označeny logem KNX musí být odzkoušeny v certifikovaných zkušebnách a musí splňovat požadavky kladené na elektrickou bezpečnost i elektromagnetickou kompatibilitu. Dále jsou podrobeny zkouškám prověřující jejich spolehlivost a životnost. [11]

Pro výměnu dat mezi přístroji v KNX systému lze využít různá komunikační média:

- KNX TP komunikuje přes kroucený pár v datovém kabelu,
- KNX PL využívá ke komunikaci 230 V silovou síť,
- KNX RF komunikuje pomocí rádiového signálu,
- KNX IP komunikuje přes Ethernet¹⁰. [17]

Tab. 2 Oblasti použití médií [19]

Médium	Přenos informace	Doporučená oblast využití
TP-Twisted pair (kroucená dvoulinka)	Samostatný sběrníkový kabel	Pro nové instalace a rozsáhlé renovace-nejvyšší úroveň spolehlivosti přenosu.
PL-Powerline (přenos po silovém vedení)	Existující silové vedení (230 V), fázový vodič, nulový vodič (PL110)	V prostorech, ve kterých není doporučeno vést samostatný sběrníkový kabel.
RF-Radiofrekvenční přenos	Vysokofrekvenční přenos	V místech, kde není možné umístit kabely (rekonstrukce stávající elektroinstalace).
IP	Ethernet	V rozsáhlých elektroinstalacích, v nichž je nezbytný velmi rychlý přenos dat po páteřní linii.

2.4.1.1 KNX TP

Nejrozšířenějším komunikačním médiem je dvoužilový kroucený pár v datovém kabelu. Nejčastěji se používá kabel YCYM 2x2x0,8, respektive JY(St)Y 2x2x0,8. Jsou stíněné a izolace pláště je testována napětím 4 kV. [20] Tyto kabely nejsou nákladné a lze je snadno instalovat. Slouží nejen k napájení přístrojů, ale i k přenosu dat. [17]

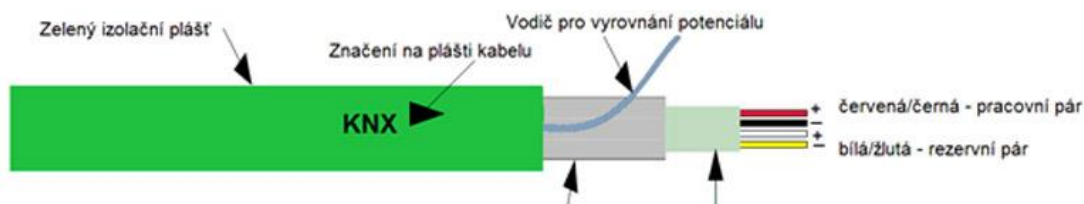
⁶ Česká technická norma

⁷ International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)

⁸ International Electrotechnical Commission (Mezinárodní elektrotechnická komise)

⁹ Evropská norma

¹⁰ Lokální datová síť se sériovým přenosem pro rychlosti 10 Mb/s (dříve), 100 Mb/s, nebo 1 Gb/s.



Obr. 4 Sběrníkový kabel [11]

Jmenovité napětí sběrníkového systému je 24 V. Z důvodu kompenzace úbytků napětí je výstupní napětí napájecích zdrojů 30 V. Sběrníkové přístroje bezchybně pracují při napětí 21 V až 30 V. Přenosová rychlost dat je $9600 \text{ bit}\cdot\text{s}^{-1}$. Přenos signálů po sběrnici je symetrický, neuzemněný, což znamená, že příjemce nezaznamenává napětí proti zemi nýbrž vyhodnocuje změny rozdílu napětí mezi dvěma datovými vodiči. Informace se vyměňují tzv. telegramy. [17]

Telegram tvoří více znaků, kde v každém znaku je osm nul a jedniček, tedy osm bitů neboli jeden byte. Telegram obsahuje čtyři pole – kontrolní, adresové, datové a ověřovací. Každé pole může být tvořeno kombinací znaků. Priorita telegramu je dána kontrolním polem a určuje, zda telegram bude opakován. V adresovém poli se udává individuální adresa odesílatele a cílová adresa, užitečná zátěž telegramů (až 16 bytů) je v datovém poli. Pro ověření hodnot parity slouží ověřovací pole. Telegram může být přenášen, jen když v téže době není přenášen jiný telegram. Pokud dva přístroje současně odesílají telegram (jeden odesílá nulu, zatímco druhý chce odeslat jedničku) pak přístroj odesílající jedničku vyhodnotí, že po sběrnici je přenášena nula a detekuje chybu, musí tedy přerušit přenos dat a ponechat prioritu druhému přenosu. Po ukončení prioritního přenosu se obnoví přenos přerušovaných dat. Úroveň priority určuje projektant. Jsou-li dva telegramy o stejné prioritě má přednost telegram s nulou. [17]

Jednotlivé přístroje se připojují k datovému kabelu přes sběrníkovou svorkovnici. Ty umožňují připojit až čtyři KNX kabely a odpojit přístroj od sběrnice bez přerušování sběrníkové linie. Nezpůsobí tedy ukončení komunikace ostatních přístrojů. [17]

2.4.1.2 KNX PL

Finančně výhodné může být využití stávajících silových kabelů v budově jako přenosového média při pořízení KNX systému. V tomto systému nejsou potřebné již žádné napájecí zdroje, napájení zajišťuje síť 230 V AC. Přenosová rychlost systému je $1200 \text{ bit}\cdot\text{s}^{-1}$. Logické nuly a jedničky se přenáší šířkovým kmitočtovým klíčováním. Logické nule odpovídá kmitočet 105,6 kHz a logickou jedničku představuje kmitočet 115,2 kHz. Jako vztažnou frekvenci lze považovat hodnotu 110 kHz, tudíž je možné setkat se s tímto systémem pod označením PL110. [17]

2.4.1.3 KNX RF

Pokud nelze v budovách instalovat nové kabely, nabízí se možnost radiofrekvenčního přenosu. KNX RF je vhodný především k rozšíření sběrníkových instalací. [17]

Napájení snímačů, které jsou v místech, kde není napájecí síť, je vyřešeno bateriemi. Akční členy jsou obvykle napájeny ze sítě 230 V, protože musí být schopny kdykoli signál přijímat i vysílat. Snímače při dané potřebě signál pouze vysílají. [17]

KNX RF využívá frekvenční modulace, kde změny kmitočtu nosné vlny vytvářejí stavy logické nuly a jedničky. Právě kmitočet nosné vlny je důležitý pro dosah přenosu. Systém má dvě verze KNX Ready a KNX Multi. Verze KNX Ready má nosný kmitočet 868,3 MHz s jediným komunikačním kanálem a je snadno ovlivnitelná rušením od jiných radiových systémů. KNX Multi má možnost přepnout z obsazeného kanálu na jiný radiový kanál. [17]

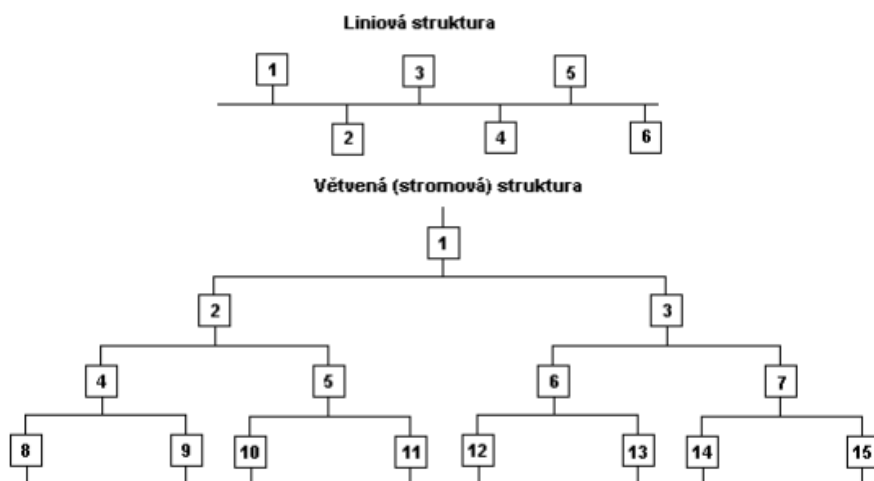
Přístroje systému KNX RF mohou být v provedení zapaštěném, nástěnném nebo vestavném. [17]

2.4.1.4 KNX IP

Připojení KNX na Ethernet má mnoho výhod. Jako hlavní linii lze využít existující síťovou infrastrukturu, dále lze monitorovat a řídit budovy přes Ethernet odkudkoli ve světě. Z řídicího místa lze dohlížet na několik na sobě nezávislých instalací a projektant může kontrolovat a programovat KNX instalace u zákazníků vzdáleně. [17]

2.4.1.5 Topologie

KNX systémy musí dodržovat specifické topologie. Základní jednotkou je linie, která obsahuje napájecí zdroj a ne více než 64 sběrniceových přístrojů. Sběrniceový kabel tyto přístroje propojuje a může být rozvětven v kterémkoli bodu. Výslednou topologií je volná stromová struktura. Dále je možná struktura liniová nebo paprsková a jejich kombinace, zakázaná je struktura kruhová. [17]



Obr. 5 Příklady uspořádání sběrnice v systémové instalaci EIB/KNX [21]

Linie lze rozšířit o dalších 64 přístrojů vložení liniového opakováče a napájecího zdroje. V linii mohou paralelně pracovat až tři opakováče, maximální počet přístrojů v linii je 256. Instalaci lze také dále rozšířit použitím liniových spojek. Patnáct linií, které spolu

spolupracují, vytvoří celek, který se nazývá oblast. V jedné sběrníkové instalaci KNX může spolupracovat více než 58 000 přístrojů uspořádaných do patnácti oblastí, každá s nejvýše patnácti liniemi. [17]

KNX instalaci lze programovat ve dvou režimech:

- Easy režim – systém není konfigurován přes PC, ale použitím příruční jednotky, tlačítkových ovladačů apod.
- Systémový režim – ke konfiguraci je použit speciální program – software ETS¹¹. ETS lze použít k připojení a nahrávání KNX přístrojů, dále nabízí diagnostiku systému a vyhledávání chyb. [17]

2.4.2 iNELS

Systém iNELS vyrábí ryze český výrobce elektronických přístrojů. Na rozdíl od již zmíněného KNX systému, jde o centralizovaný a uzavřený systém. Inteligentní elektroinstalace iNELS dokáže řídit provoz celého domu od regulace vytápění, klimatizace a rekuperace, ovládání spotřebičů, rolet a žaluzií, až po zabezpečení domu. Má dvě různá řešení. Drátová elektroinstalace iNELS BUS je určená pro novostavby domů a větších bytů. Základem tohoto systému je datový kabel neboli sběrnice. Druhou variantou je bezdrátové řešení iNELS RF control, které je vhodné především do stávajících domů, bytů a při jejich rekonstrukci. [22]

2.4.2.1 iNELS RF Control

Jedná se o bezdrátový systém, který vznikl roku 2008 a od té doby prošel značným vývojem. Jednotlivé verze jsou od roku 2009 mezi sebou kompatibilní. Současná verze má název iNELS RF Control 2. Tento systém je vhodný při rekonstrukci elektroinstalace, lze ho postupně rozšiřovat dle požadavků nebo financí. Aby byl systém spolehlivý, doporučuje se v objektu instalovat maximálně 40 až 50 prvků. [23]

Mezi výhody tohoto systému patří, že nastavení komunikace mezi prvky není podmíněno počítačem nebo internetovým připojením. K RF modulu se nevážou žádné licenční poplatky spojené se softwarem. Jednotlivé verze systému iNELS RF jsou kompatibilní mezi sebou a data jsou uložena ve výrobcích. Povel je vyslán pětkrát a pokud prvek odpoví napoprvé, systém již pásmo zbytečnou komunikací nezahlučuje. [23]

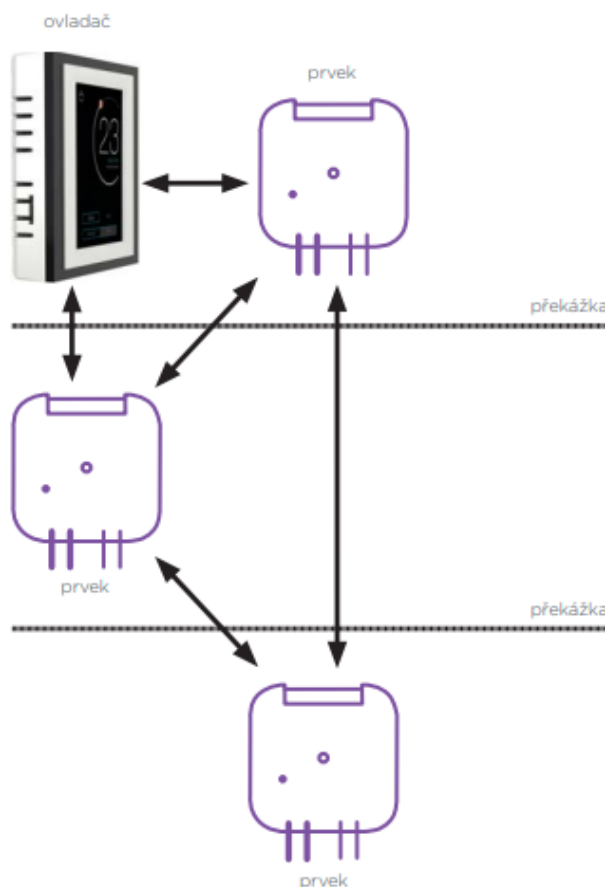
Komunikace mezi prvky může být jednosměrná, obousměrná nebo MESH. U jednosměrné je nevýhodou, že není jasné, zda zpráva dorazila do prvku či ne. U obousměrné komunikace dochází k výměně informací pouze mezi prvkem a ovladačem, ale již v obou směrech. Komunikace MESH využívá k výměně informací i další prvky, což je vhodné v případě nedostatečného signálu. Jde o nejvyspělejší druh komunikace v těchto

¹¹ EIB Tool Software (programové prostředky EIB)

bezdrátových systémech. Vzdálenost mezi prvky je dána kmitočtovým pásmem. Protože systém iNELS RF pracuje v pásmu 868 MHz, jde o středně velký dosah cca 200 m. [23]



Obr. 6 Jednosměrná a obousměrná komunikace [23]



Obr. 7 Komunikace MESH [23]

iNELS RF Control nabízí celou řadu prvků, které jsou v provedení modulovém nebo vestavném. Ovladače mohou být dvoutlačítkové i čtyřtlačítkové, mohou být na způsob klíčenky, nebo jako dálkový ovladač s displejem. Spínací prvky jsou jednofunkční i multifunkční, s jedním, dvěma nebo šesti výstupy pro vnitřní i venkovní použití. Systém nabízí i spínané zásuvky nebo spínací prvky pro žaluzie. Dále systém může obsahovat

stmívače pro barevné LED¹² pásy, univerzální stmívače v modulovém i vestavném provedení a soumrakové spínače. Systém zahrnuje barevné a bílé bezdrátové žárovky LED. Teplotu lze regulovat pomocí bezdrátové termohlavice nebo spínacích prvků s teplotním senzorem. Lze využít i záplavové detektory, detektory kouře, pohybové senzory, okenní a dveřní detektory a kamery. Každý prvek má své typové označení, z kterého vyčteme funkci, počet výstupů a způsob montáže. [23]

Při umístění těchto prvků je důležitá jejich vzdálenost a materiál, přes který signál prochází. Ve volném prostoru je dosah signálu až 200 m, ale v cihlové stavbě při přenosu signálu přes pět zdí klesne dosah na cca 40 m. Před instalací je vhodné kvalitu signálu změřit například dálkovým ovladačem. Naměřená hodnota by se neměla dostat pod 30 % kvality signálu. Jeli signál slabší než 30 % a prvek nelze přemístit, je možné využít repeater, ten signál přijme, zesílí a odešle dál. Z důvodu zpoždění se doporučují maximálně dva repeatry. [23]

Prvky je vhodné instalovat do krytů samotných spotřebičů, například svítidel. Dalším vhodným místem jsou instalační krabice nebo podhledy. [23]

 60-90%	 80-95%	 20-60%
cihlové zdi	dřevěné konstrukce se sádrokart. deskami	vyztužený beton
 0-10%	 80-95%	
kovové přepážky	běžné sklo	

Obr. 8 Prostup radiofrekvenčních signálů různými stavebními materiály. [23]

V praxi je možné se setkat s rušením signálu, jehož zdrojem může být několik sítí Wi-Fi¹³ v okolí, blízkost trafostanice, necertifikovaný bezdrátový zvonek nebo mikrovlnná trouba. Úbytek signálu způsobují i stavební výztuže, traverzy nebo ocelové pláště budovy. Nepropustným se může stát i sklo, zvláště pokud je opatřeno hliníkovou fólií. Vzdálenost prvků od zdrojů rušení a ostatních vysílačů by měla být minimálně 1,5 m. Minimální vzájemná vzdálenost prvků by měla být jeden centimetr, pokud to není možné, lze prvky oddělit třeba alobalem. Naopak k rušení nedochází, jsou-li umístěny vedle sebe dva systémy iNELS RF Control, a to díky unikátnímu protokolu RFIO. [23]

¹² Light Emitting Diode (luminiscenční dioda)

¹³ Wireless Fidelity (bezdrátová lokální počítačová síť s rychlostí do 20 Mb/s.)

Napájení spínacích prvků může být 230 V AC nebo 12 až 24 AC/DC¹⁴. Kontakty spínacích prvků jsou vyrobeny z materiálu AgSnO₂. Jsou proto vhodné ke spínání kapacitních i odporových zátěží. Jmenovitý proud kontaktů je 16 A, nebo 8 A. [23]

Stmívače nelze instalovat těsně vedle sebe z důvodu jejich chlazení. Obsahují tepelnou pojistku, která se aktivuje při teplotě nad 82 °C. Zátěž připojená na stmívač by neměla být větší než 70 % jeho výkonu. V úvahu je nutné brát i špičkovou hodnotu proudu zátěže, a to hlavně při větším počtu světelných zdrojů. [23]

Teplotní prvky posílají každých pět minut naměřenou teplotu do systémového prvku. Pokud se teplota náhle změní o více než 3 °C, do jedné minuty tuto informaci odešlou. Topné prvky na informace reagují po vyhodnocení systémovou jednotkou. Pokud má domácnost například dva tarify, zapne se topný prvek až v době levnějšího tarifu.

Každý spínací, stmívací a žaluziový prvek může být ovládán 32 tlačítky na ovladačích, tedy z 32 kanálů. Jeden kanál ovladače sepne až 10 prvků. [23]

Napájení všech systémových prvků může být 230 V AC, 110–230 V AC, 12–24 V AC/DC nebo pomocí baterií CR2032¹⁵, AA¹⁶ nebo AAA¹⁷. V případě výpadku elektrického proudu není nutné prvky znovu programovat. Po obnovení napájení se prvky opět zkontaktují se systémovou jednotkou. [23]

2.4.3 ABB-free@home®

Inteligentní elektroinstalace ABB-free@home® je instalace, která se v současné době dostává do popředí na českém trhu. Jako většina těchto chytrých instalací šetří energii, zvyšuje komfort a bezpečnost. Mezi moderní funkce patří možnost hlasového ovládání nebo funkce geofencing. Jde o ovládání prvků v domácnosti bez použití tlačítek a ovladačích prvků (telefon, tablet). Uživatel si nastaví okruh okolo svého domu a po jeho překročení se aktivuje nastavená funkce, například se otevře domovní brána, rozsvítí světla okolo domu apod. [24]

ABB je firma známá velkým výběrem ovladačů z designových řad a barev, které jsou důležitým faktorem při výběru systému uživatelem. Kromě spínačů umístěných na stěnách místností, lze jednotlivé prvky systému ovládat dotykovým displejem se 7" obrazovkou, chytrým telefonem nebo tabletem. [25] Systém ABB-free@home® umožňuje propojení se systémy domovních audio a video telefonů ABB-Welcome Midi. Pomocí dotykového displeje lze přijímat hovory, odemykat zámky dveří nebo branky apod. [26] Dále jde systém propojit se solárními střídači REACT a UNO-DM-PLUS, které spolu s bateriemi umožňují hospodárný provoz zásobování elektrickou energií. Za tuto nadstandardní spolupráci

¹⁴ DC – Direct Current (stejnoseměrný proud)

¹⁵ Knoflíková/mincová baterie o rozměru \varnothing 20 x 3,2 mm / 3 V.

¹⁶ Tužková baterie o rozměru \varnothing 14,9 x 50 mm / 1,5 V.

¹⁷ Mikrotužková baterie o rozměru \varnothing 10,5 x 44,5 mm / 1,5 V.

systemu bylo na mezinárodním stavebním veletrhu FOR ARCH 2018 uděleno firmě ABB s.r.o. čestné uznání. [27]

Instalaci ABB-free@home® je možné zapojit jako centralizovanou, decentralizovanou nebo jejich kombinací. Prvky se rozdělují do tří základních skupin, kterými je systém tvořen.

- Systémové přístroje,
- snímače,
- akční členy.

Těchto prvků může být v systému nainstalováno až 64 sběrniceových a 64 bezdrátových. [28]

Tab. 3 Typy přístrojů [28]

Systémové přístroje	Snímače	Akční členy
Systémový modul	Ovládací prvky	Spínací
Napájecí zdroj	Dotykové panely	Stmívací
Externí anténa	Binární vstupy	Žaluziové
	Prostorové termostaty	Topení
	Snímače pohybu	
	Meteorologická stanice	

System ABB-free@home® využívá sběrniceového kabelu i bezdrátového propojení. V případě sběrniceového propojení je doporučeno použít certifikovaný kabel YCYM 2x2x0,8. Topologie sítě je variabilní, může být lineární, stromová nebo hvězdicová, stejně jako u KNX systému není vhodné použít kruhovou topologii. Sběrnice se propojí systémový modul, který umožní ovládnání pomocí PC nebo mobilních zařízení. Systémový modul lze připojit k routeru pomocí kabelu nebo pomocí antény WLAN¹⁸. Dalším prvkem systému je napájecí zdroj, který slouží nejen k napájení, ale i ke komunikaci. Důležitými prvky propojené přes sběrnice jsou akční členy a snímače. Maximální délka sběrnice nesmí překročit 1000 m, vzdálenost mezi napájecím zdrojem a nejvzdálenějším prvkem nesmí být větší než 350 m a vzájemná vzdálenost mezi prvky je maximálně 700 m. [28]

Bude-li instalace řešena bezdrátovým propojením, není potřeba napájecí zdroj, neboť jsou přístroje napájeny ze sítě 230 V. Jednotlivé prvky komunikují na frekvenci 2,4 GHz, přenosový rozsah je 15 až 20 m, ale závisí na konstrukci budovy. Topologie této bezdrátové sítě je tzv. vícecestná, kde každý účastník komunikuje s každým. Pokud jsou v dosahu, komunikují přímo, pokud ne, tak přes komunikační uzly. [28]

Každý prvek má své jedinečné osmimístné sériové číslo, které slouží k identifikaci zařízení během uvedení do provozu. Ke zprovoznění instalace je potřeba PC nebo tablet, lze použít i aplikaci pro chytré telefony ABB-free@home®. [28]

¹⁸ Wireless Local Area Network (bezdrátová lokální síť)

Nadčasovým příkladem automatizace domácnosti je Villa Mia v Brně, která plní funkci ekologického, efektivního, pohodlného, moderního rodinného domu. Tento dům je vybaven systémem ABB-free@home®. Pomocí 7“ displejů uživateli umožňuje ovládat mnoho funkcí. K systému je připojen i solární střídač a meteostanice. Jedná se o pasivní inteligentní dům, který využívá k vytápění především sluneční záření. Dům je vybaven rekuperační jednotkou se dvěma malými tepelnými čerpadly. [29]

2.4.4 Další mezinárodní systémy

2.4.4.1 AMX

Na velmi vysoké úrovni v oboru inteligentních systémů je americká společnost AMX. Produkty této společnosti dosáhly mnoha světových ocenění a řeší využití inteligentních prvků v mnoha odvětvích. Jde o business, vzdělávání, státní správu, zdravotnictví, bydlení, hotely apod. Systém AMX je považován za velmi spolehlivý. Pomocí tohoto systému je mimo jiné ovládán konferenční komplex The White House Situation Room. Zajímavá je funkce zmatnění skel jediným dotykem, kterou může ke svému soukromí použít prezident ve své privátní místnosti. [30]

Důmyslným bezpečnostním prvkem vyvinutým zvláště pro seniory je interaktivní koberec. Tento bezpečnostní prvek má v sobě zabudovaný senzor a v případě, že osoba upadne a leží na koberci delší dobu, se senzor aktivuje a přivolá pomoc. Neméně zajímavým prvkem je zubní kartáček, který umí sledovat důležité životní funkce jako srdeční tep, tlak nebo teplotu. Vyhřívací systémy okapů nebo obslužných cest jsou další nadstandardní funkce, které již byly zmíněny. [31]

2.4.4.2 InHome

S originálním řešením přišla česká společnost Insight Home ve spolupráci s firmou WAGO. Dokázali propojit systém domácí instalace InHome s hlasovým ovládáním v podobě virtuální asistentky Alexy od společnosti Amazon. O tomto spojení se zmínil Jan Průcha, ředitel společnosti Insight Home, v tiskové zprávě: „Často používaným termínem pro domácí automatizaci je inteligentní domácnost. Dosud toto označení neodpovídalo skutečnosti, protože se v podstatě jednalo pouze o pokročilé systémy měření, regulace, řízení a ovládání prostřednictvím chytrých telefonů nebo tabletů. Až díky propojení umělé inteligence virtuální asistentky Alexy s naším řešením se domácnost stává dalším členem rodiny, se kterým můžete verbálně komunikovat a tím celou domácnost naprosto přirozeně ovládat.“ [32]

3 SEZNÁMENÍ SE S POŽADAVKY NOREM NA JEDNOTLIVÉ TYPY MÍSTNOSTÍ

Normy jsou od roku 1999 nezávazné, ale přesto je důležité dodržovat technické předpisy, které jsou v normách zpracovány. Je to nejen z důvodu bezpečnosti osob a zvířat před úrazem elektrickým proudem, ale i ochrany majetku před požárem. [33]

Jednou ze základních norem v České republice je norma ČSN 33 2130 edice 3, která platí od prosince 2014. V této normě lze nalézt vše o navrhování, provádění a rekonstrukci vnitřních elektrických rozvodů v objektech bytové a občanské výstavby, pojednává o silových i sdělovacích rozvodech. Základními instalacemi, které je možné v bytové výstavbě najít, jsou obvody zásuvkové, světelné a obvody pevně připojených spotřebičů. Další důležitou normou je ČSN 33 2000 7-701 edice 2, kde jsou zpracována technická řešení elektrické instalace v koupelně. [34]

3.1 Silové zásuvky

Při jištění je nutné dbát na to, že se každý obvod musí zabezpečit vůči nadproudům vzniklým zkratem či přetížením, přičemž se vychází z nejslabšího článku v celém obvodu. V síti je fázové napětí 230 V (sdružené napětí 400 V) a domovní zásuvka je konstruována na napětí 250 V a 16 A. Zásuvka je tedy nejslabším článkem a hodnota jističe může být nejvýše 16 A. Zásuvkové obvody v elektroinstalacích se nejčastěji zapojují vodičem o průřezu 2,5 mm², pro který je hodnota trvalého zatěžovacího proudu větší než 16 A a je závislá na oteplení, které souvisí s uložením kabelu. Zásuvka 16 A, 250 V s ochranným kolíkem je jediný normalizovaný typ, který se v České republice může používat pro pevné elektroinstalace. [9] Jednofázové zásuvky do 20 A musí být zapojeny přes proudový chránič s vybavovacím residuálním proudem 30 mA, stejně jako zásuvky třífázové se jmenovitým proudem do 32 A. U zásuvkových obvodů, které nejsou přístupné laické veřejnosti, u zařízení kancelářské a výpočetní techniky velkého rozsahu nebo pro chladicí a mrazicí zařízení, nemusí být proudový chránič instalován. [34] U zásuvky se při čelním pohledu zapojuje fázový vodič na levou stranu a nulový vodič na pravou stranu, ochranný vodič je připojen na kolík. Funkce ochranného a nulového vodiče se po jejich rozdělení z bezpečnostních důvodů již nesmí slučovat. Při návrhu zásuvkových obvodů je velmi důležitý jejich počet, norma udává nejvýše 10 zásuvkových vývodů jištěných jedním jističem. To ovšem neznamená, že v obvodu nelze využít vyšší počet zásuvek, neboť dvojjzásuvky a vícenásobné zásuvky se považují jako jeden zásuvkový vývod. Norma zároveň definuje minimální počet zásuvek v jednotlivých typech místností. [9]

Tab. 4 Počet zásuvkových vývodů v jednotlivých typech místností [34]

Druh spotřebiče	Počet zásuvkových vývodů
Obývací pokoj nebo ložnice o ploše:	
Do 8 m ²	2
Přes 8 m ² do 12 m ²	3
Přes 12 m ² do 20 m ²	4
Přes 20 m ²	5
Kuchyně, kuchyňský kout	
Pro kuchyňský kout	3
Pro kuchyň	5
Větrák / digestoř	1
Chladnička / mraznička	1
Koupelna	2
WC	1
Místnost pro domácí práce	3
Chodby	
Do 2,5 m	1
Nad 2,5 m	1

3.2 Světelné obvody

Provádí se vodičem o průřezu 1,5 mm². Tyto obvody je doporučeno chránit jističem o hodnotě 6-10 A, protože jejich ovládací přístroje jsou konstruovány na jmenovitý proud 10 A. Spínače se osazují u dveří na straně kliky, ve výšce 0,9 až 1,2 m nad dokončenou podlahou. Osazení kolébkových a páčkových spínačů se provádí tak, aby do polohy zapnuto bylo nutné stlačit kolébku nahoře nebo páčku směrem nahoru. Toto neplatí pro střídavé a křížové přepínače z důvodu ovládní osvětlení z více míst. Do světelného obvodu je dovoleno zapojit maximálně jednu zásuvku v místnosti. V současné době není podle normy možné instalovat světelné obvody bez proudových chráničů s reziduálním proudem 30 mA, a tudíž musí mít každý světelný obvod svůj proudový chránič. Také u světelných obvodů norma uvádí minimální počet vývodů. Co se týká maximálního počtu svítidel na jeden obvod, nesmí součet jejich jmenovitých proudů překročit jmenovitý proud jisticího přístroje, tedy většinou 10 A. [34]

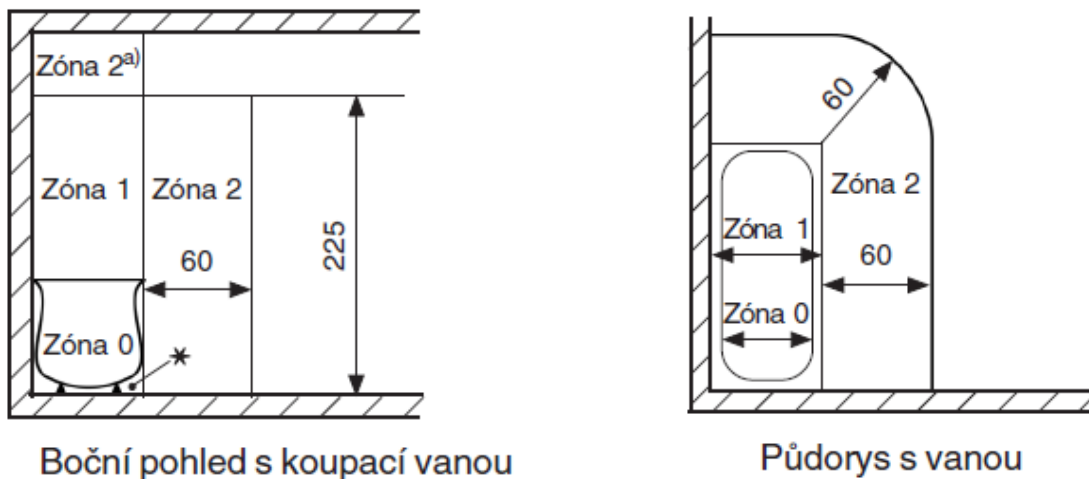
Tab. 5 Počet světelných vývodů v jednotlivých typech místností [34]

Druh spotřebiče	Počet světelných vývodů
Obývací pokoj nebo ložnice o ploše:	
Do 8 m ²	1
Přes 8 m ² do 12 m ²	1
Přes 12 m ² do 20 m ²	1
Přes 20 m ²	2
Kuchyně, kuchyňský kout	
Pro kuchyňský kout	2
Pro kuchyň	2
Koupelna	2
WC	1
Místnost pro domácí práce	1
Chodby	
Do 2,5 m	1
Nad 2,5 m	1

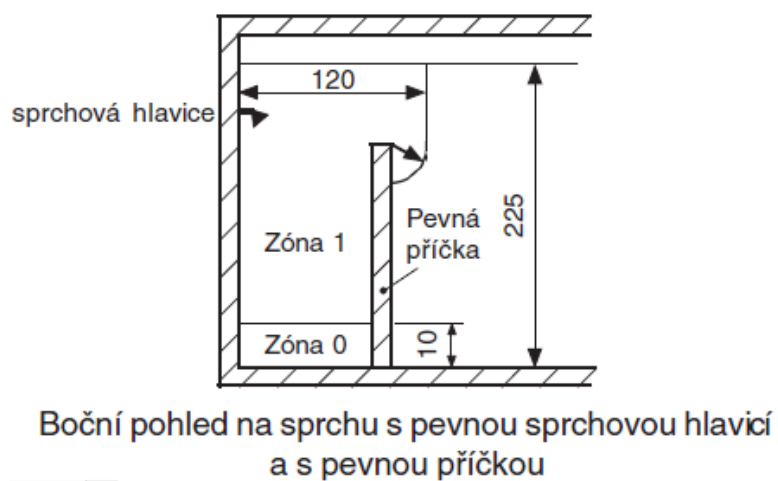
3.3 Koupelna

V normě ČSN 33 2000-7-701 je možné nalézt informace o elektroinstalacích v koupelnách. Prostory, kde je umístěna vana nebo sprchový kout, se rozdělují do tzv. zón podle možného nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Největší nebezpečí úrazu je v zóně 0, kde musí být elektrické vybavení provozováno bezpečným malým napětím SELV¹⁹ o hodnotě 30 V stejnosměrného napětí, nebo 12 V střídavého napětí. V této zóně je umístěna vana nebo sprchový kout. Stejně podmínky platí i pro zónu 1, v obou těchto zónách nesmí být umístěny silové zásuvky ani spínače. Avšak v zóně 1 mohou být vířivé vany, sušiče ručníků, ventilátory, ohříváče vody nebo svítidla, tudíž pevně připojená zařízení. Zóna 2 je prostor v blízkosti vany a sprchového koutu, proto i zde hrozí zvýšené riziko úrazu elektrickým proudem. Silové zásuvky a spínače mohou být umístěny mimo uvedené zóny, ale musí mít doplňkovou ochranu proudovým chráničem s vypínacím reziduálním proudem 30 mA. [9]

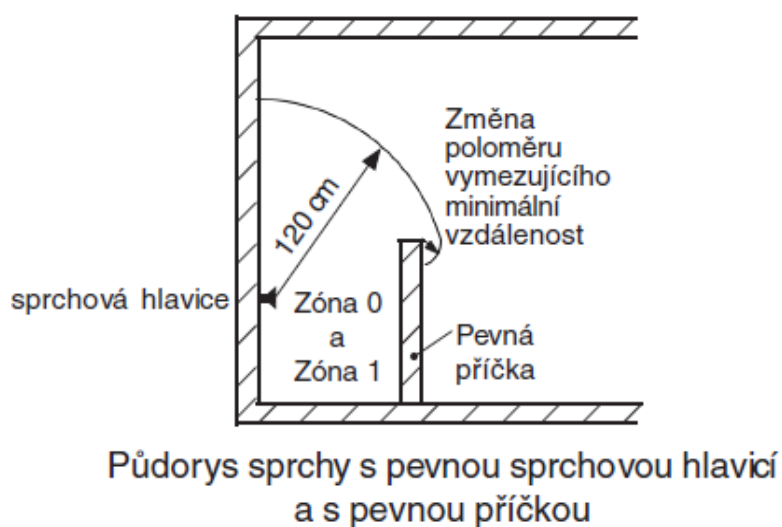
¹⁹ Safety Extra-Low Voltage (bezpečné malé napětí)



Obr. 9 Vymezení zón 0, 1 a 2 v prostorech s koupací nebo sprchovou vanou [35]



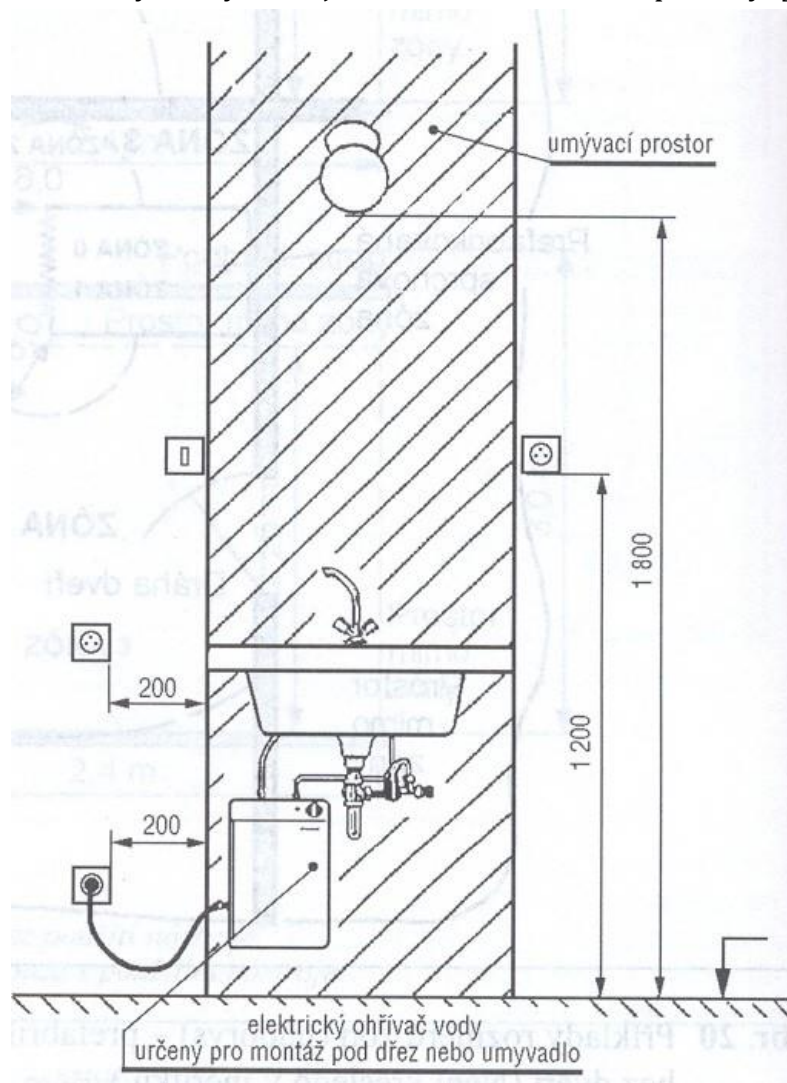
Obr. 10 Vymezení zón 0 a 1 v prostorách se sprchou bez sprchové vany [35]



Obr. 11 Vymezení zón 0 a 1 v prostorách se sprchou bez sprchové vany [35]

3.4 Umývací prostor (umyvadlo a kuchyňské dřezy)

Pro prostory, kde se nachází umyvadla, kuchyňské dřezy a podobná zařízení, platí jiná pravidla než pro prostory, kde se nachází vana či sprchový kout. V těchto prostorech je žádoucí připojení pro holící strojky, fény nebo kuchyňské spotřebiče v blízkosti umývacího prostoru. Silové zásuvky musí být vybaveny doplňkovou ochranou, tedy proudovým chráničem. Pokud je potřeba zásuvky umístit pod umyvadlo nebo níže než 1,2 m nad podlahou, umísťují se nejméně 20 cm od umývacího prostoru. Na hranici s umývacím prostorem lze silové zásuvky umístit tehdy, pokud jsou ve výšce větší než 1,2 m. Svítidlo v umývacím prostoru musí být ve výšce nejméně 1,8 m nad úrovní podlahy. [9]



Obr. 12 Umývací prostor [34]

3.5 Osvětlení společných prostor

Osvětlení společných komunikací (schodišť, nástupišť výtahů, chodeb apod.) se provádí

- a) s jedním obvodem - svítidla jsou zapojena na jeden obvod,
- b) se dvěma obvody - svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z druhého obvodu,
- c) se dvěma nebo více obvody - svítidla jsou zapojena na obvody napájené ze dvou, popř. tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z ostatních obvodů,
- d) nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden ze způsobů osvětlení uvedených v odstavcích a), b), c).

Nouzové osvětlení se napájí z nezávislého zdroje na síti a zapíná se automaticky.

Způsoby osvětlení se určují podle výšky a druhu budovy.[34]

Tab. 6 Určení způsobu osvětlení [34]

Výška budovy		Budova pro bydlení	Budovy občanské výstavby a obdobného charakteru
Počet nadzemních podlaží	Výška v metrech	Způsob osvětlení podle č.5.6.2 odstavce	
do 1		a)	a)
do 4	do 9	b)	b)
od 5 do 8	nad 9 do 22,5	b) nebo c)	b) nebo c)
od 9 do 16	nad 22,5 do 45	c)	d)
nad 16	nad 45	d)	d)

4 NÁVRH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace řeší elektroinstalaci novostavby čtyřpatrového bytového domu s podsklepením, který se nachází v lokalitě Brno-střed v ulici Zderadova. Podkladem jsou stavební výkresy z bakalářské práce Ing. Terezy Rochlové ze stavební fakulty VUT²⁰ v Brně z roku 2018. Dokumentace je tvořena ze dvou částí, písemné a výkresové.

Písemná dokumentace obsahuje technickou zprávu, která popisuje technické parametry jednotlivých částí elektroinstalace. Je zde vysááno, co projekt řeší a čím se nezabývá, jaké vnější vlivy na elektroinstalaci působí, jak je provedena ochrana základní a ochrana při poruše z hlediska úrazu elektrickým proudem. Dále jsou zde popsány silnoproudé a slaboproudé obvody a připojení objektu na rozvod elektrické energie. Technická zpráva zmiňuje také bezpečnost práce při montáži, revize objektu, ekologickou likvidaci zbytkového materiálu a v neposlední řadě normy, které s elektroinstalací v obytné budově souvisí.

Výkresovou dokumentaci tvoří návrh napájecího přívodu pro budovu, elektroměrového rozváděče, rozvodnice pro společné prostory a bytových rozvodnic. V návrhu bytových rozvodnic je zakresleno jištění obvodů a zapojení systémových a akčních členů systému ABB free@home. Ve výkresové dokumentaci jsou zpracovány také půdorysy jednotlivých pater objektu, na kterých je zakresleno zapojení obvodů světelných, zásuvkových a slaboproudých.

V objektu se nachází 16 bytů:

- 1NP²¹ 4 byty (58,94 m², 48,77 m², 38,03 m², 36,51 m²),
- 2NP 5 bytů (58,94 m², 48,77 m², 38,03 m², 36,51 m², 60,44 m²),
- 3NP 5 bytů (58,94 m², 48,77 m², 38,03 m², 36,51 m², 60,44 m²),
- 4NP 2 byty (135,31 m², 142,48 m²).[37]

Pro byty, které se nachází v 1 NP, 2 NP a 3 NP, je v projektové dokumentaci návrh elektroinstalace a bytové rozvodnice stejný, taktéž pro dva byty ve čtvrtém patře. Byty v 1 NP, 2 NP a 3 NP jsou 2+KK (2 místnosti, kde součástí jedné z nich je kuchyňský kout, chodba a sociální zařízení) a ve 4 NP jsou 2 bytové jednotky 3+ KK s terasou (3 místnosti, kde součástí jedné z nich je kuchyňský kout, chodba a dvě sociální zařízení). V přízemí objektu jsou umístěny sklepní kóje a společné prostory (kotelna a sušárna) a v 1 NP se nachází kolárna, úklidová a technická místnost. Pro všechny tyto místnosti včetně společných chodeb a schodišť je společný rozváděč PR0, který se nachází v přízemí.

²⁰ Vysoké učení technické

²¹ Nadzemní podlaží

4.1 Připojení objektu na rozvod elektrické energie

Připojení objektu na rozvod elektrické energie se provádí přívodním vedením, které je možné rozdělit do tří částí. Je zde hlavní domovní vedení, odbočky od hlavního vedení k elektroměrům a vedení od elektroměrů k bytovým rozvodnicím.

Hlavní domovní vedení je majetkem odběratele. Začíná na vstupních svorkách přípojkové skříně a je ukončeno na svorkách hlavního jističe. Hodnota pojistek a hlavního domovního vedení se zvolí s ohledem na počet bytů, jejich stupeň elektrizace, soudobost a velikost výpočtového zatížení. [34]

4.1.1 Výpočet hlavního domovního vedení a jeho jištění

Průřez hlavního domovního vedení a hodnota jisticího prvku pro daný bytový dům byla vypočtena na základě normy ČSN 33 2130 ed. 3. Jedná se o 16 bytů, které spadají do stupně elektrizace B.

Roztřídění bytů podle stupně elektrizace:

- stupeň A – byty, v nichž se elektřiny používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, připojované k rozvodu pohyblivým přívodem (na zásuvky) nebo pevně připojené, přičemž příkon žádného spotřebiče nepřesahuje 3,5 kVA,
- stupeň B – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně A, v nichž se k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kVA,
- stupeň C – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně elektrizace A nebo B a v nichž se pro vytápění nebo klimatizaci používají elektrické spotřebiče. [34]

Ruscův vzorec pro výpočet soudobosti:

$$\beta_n = \beta_{At} + \frac{(1-\beta_{At})}{\sqrt{n}} = 0,2 + \frac{1-0,2}{\sqrt{16}} = 0,4 [-] \quad (4.1),$$

kde je β_n soudobost pro n bytů, β_{At} soudobost pro nekonečný (velmi velký) počet bytů n ve skupině, n počet bytů ve skupině. [34]

Pro nová sídliště s obyvateli podobného zaměstnání a podobného způsobu života je možno uvažovat soudobost $\beta_{At} = 0,15$ až $0,20$. Z výpočtu podle vzorce byla vypočtena soudobost $0,4$. Stejná hodnota soudobosti je uvedena i v tabulce pro 16 bytů podle normy ČSN. [34]

Tab. 7 Informativní hodnoty soudobosti pro skupinu bytů [34]

Počet bytů ve skupině n	Soudobost β_n	Počet bytů ve skupině n	Soudobost β_n	Počet bytů ve skupině n	Soudobost β_n
2	0,77	13	0,42	24	0,36
3	0,66	14	0,41	25	0,36
4	0,60	15	0,41	26	0,36
5	0,56	16	0,40	27	0,35
6	0,53	17	0,39	28	0,35
7	0,50	18	0,39	30	0,35
8	0,48	19	0,38	40	0,33
9	0,47	20	0,38	50	0,31
10	0,45	21	0,37	60	0,30
11	0,44	22	0,37	80	0,30
12	0,43	23	0,37	100	0,28

Tab. 8 Počet a minimální průřezy vodičů hlavního domovního vedení v bytových domech s byty stupně elektrizace A a B [34]

Počet a minimální průřez vodičů hlavního domovního vedení mm ²		Stupeň elektrizace bytů	
		A	B
Al	Cu	Počet bytů připojených na hlavní domovní vedení	
(4 x 16)	4 x 10	Do 7	Do 3
(4 x 25)	4 x 16	8 až 10	4 až 5
(4 x 35)	4 x 25	11 až 14	6 až 7
(4 x 50)	4 x 35	15 až 19	8 až 10
(4 x 70)	4 x 50	20 až 26	11 až 14
(4 x 95)	4 x 70	27 až 32	15 až 19
	4 x 95	33 až 46	20 až 27
Vodiče s jádry z Al se používají pro opravy stávajícího hlavního domovního vedení			

Průřez vodiče hlavního domovního vedení byl zvolen podle počtu připojených bytů, stupně elektrizace daných bytů a materiálu vodiče. Pro stupeň elektrizace B, 16 bytů byl vybrán kabel CYKY- J²² 4 x 70 mm².

²² Značení kabelu (C-měď, Y-PVC izolace žil, K-kabel, Y-PVC plášť, J-zelenožlutý ochranný vodič)

Z hlediska výpočtu zatížení hlavního domovního vedení je maximální soudobý příkon jednotlivého bytu (hodinové maximum) P_b uvažován jako příkon symbolického spotřebiče. Pro byt stupně elektrizace A platí $P_b = 7$ [kW], pro byt stupně elektrizace B $P_b = 11$ [kW]. [34]

Výpočtové zatížení hlavního domovního vedení P_p v [kW] se určí ze vztahu

$$P_p = (\sum_{n=1}^n P_b) \cdot \beta_n = (\sum_{n=1}^{16} 11) \cdot 0,4 = 70,4 \text{ [kW]} \quad (4.2),$$

kde je n počet bytů připojených na hlavní domovní vedení, $(\sum_{n=1}^n P_b)$ součet soudobých příkonů všech bytů připojených na hlavní domovní vedení, β_n soudobost pro n bytů. [34]

Výpočtový proud I_p se určí z výpočtového zatížení P_p v trojfázové soustavě ze vzorce

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot 70,4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 112,9 \text{ [A]} \quad (4.3),$$

kde je U_s jmenovité sdružené napětí soustavy [V], $\cos \varphi$ průměrný účinník spotřebičů, které jsou v chodu v době maxima; u bytového odběru je možno počítat s účinníkem $\cos \varphi = 0,9$. [34]

V objektu se nachází i společné prostory, jako jsou chodby, kolárna, sušárna, technická místnost, úklidová místnost, sklepní kóje, výtah a místnost s výměňkovou stanicí. Pro výpočet celkového výpočtového proudu je nutné započít i tyto části objektu.

Výpočtové zatížení a proud pro společné prostory

$$P_p = (\sum_{n=1}^n P_b) \cdot \beta_n = 15,5 \cdot 0,4 = 6,2 \text{ [kW]} \quad (4.4)$$

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot 6,2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 9,9 \text{ [A]} \quad (4.5)$$

Výpočtový proud pro celý objekt

$$I_p = (\sum_{n=1}^n I_b) = 112,9 + 9,9 = 122,8 \text{ [A]} \quad (4.6)$$

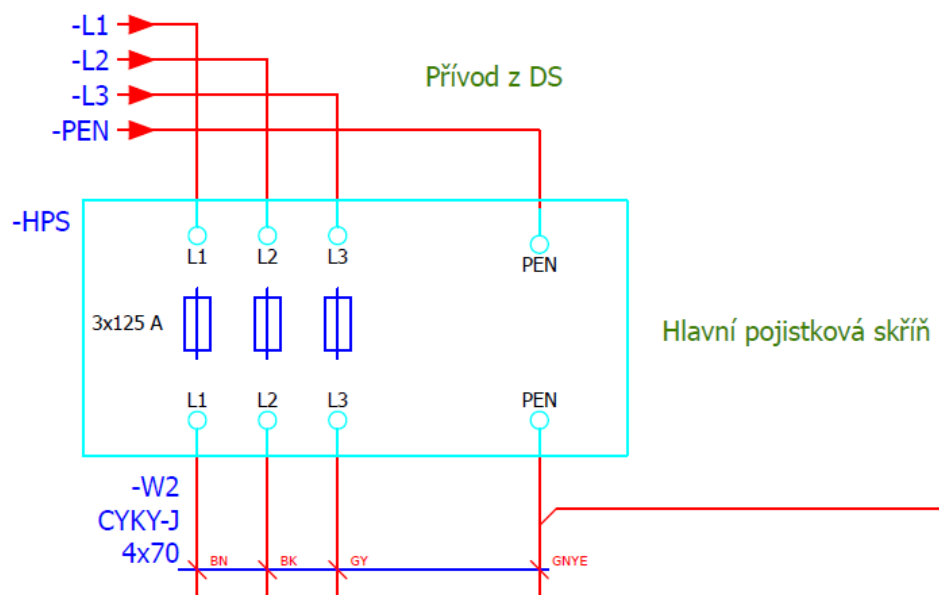
Podle vypočteného proudu, který vyšel 122,8 A, byla vybrána nejbližší hodnota z řady nožových pojistek 125 A charakteristiky gG. Z katalogového listu kabelu CYKY-J 4 x 70 mm² byla ověřena hodnota maximální proudové zatížitelnosti, která je při uložení v zemi 239 A.

Jmenovitý proud jistícího prvku musí odpovídat podmínce

$$I_p \leq I_N \leq I_Z$$

$$122,8 \leq 125 \leq 239 \text{ [A]} \quad (4.7),$$

kde je I_p reálné zatížení vodiče [A], I_N jmenovitý proud jistícího prvku [A], I_Z proudová zatížitelnost vodiče [A]. [38]



Obr. 13 Přívod z DS a hlavní pojistková skříň

4.1.2 Odbočky od hlavního vedení k elektroměrům

K připojení jednotlivých elektroměrů slouží odbočky od hlavního domovního vedení. Jsou navrženy podle stupně elektrizace bytu. Pro stupeň elektrizace B a maximální soudobý příkon bytu $P_b = 11$ kW, je podle tab. 9 zvolen vodič CY 10 mm².

Tab. 9 Průřez jader vodičů podle stupně elektrizace a max. soudobého příkonu [34]

Stupeň elektrizace	A		B	
Maximální soudobý příkon bytu P_b (kW)	7		11	
Odbočka k elektroměru	Průřez jader vodičů (mm ²)			
Trojfázová odbočka	Al	Cu	Al	Cu
	10	6	16	10

Všechny elektroměry pro 16 bytů a jeden elektroměr pro přízemí a společné prostory se umístí v oceloplechovém elektroměrovém rozváděči, který je instalován na společné chodbě v 1 NP. Tato varianta umístění je zvolena z důvodu snadného přístupu pracovníků distribuční společnosti. V tomto prostoru je umístěna i ekvipotenciální svorkovnice.

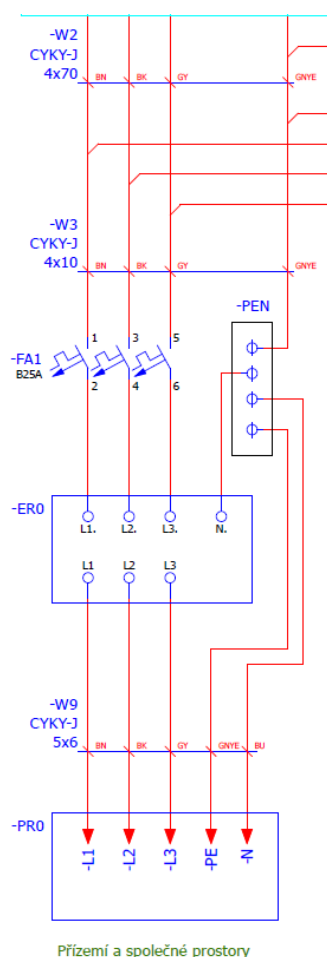
Před každým elektroměrem musí být osazen jistič se stejným počtem pólů jako má elektroměr fází a je dimenzován podle stupně elektrizace a maximálního soudobého příkonu bytu.

Tab. 10 Minimální jmenovité proudy jističů pře elektroměrem s byty stupně elektrizace A a B [34]

Stupeň elektrizace	A	B
Maximální soudobý příkon bytu P_b (kW)	7	11
Jmenovitý proud trojfázového jističe před elektroměrem (A)	16	25

4.1.3 Vedení od elektroměrů k rozvodnicím

V objektu je zřízeno 16 bytových rozvodnic, dále rozvodnice pro zařízení společné spotřeby, vývod pro rozvodnici pro strojovnu výtahu, vývod pro rozvodnici pro prostor kotelny, rozvodnice pro datový rozvod, společný televizní rozvod (STA) a elektronický požární systém (EPS) společně s elektronickým zabezpečovacím systémem (EZS). Bytové rozvodnice jsou umístěny na chodbách jednotlivých bytů s označením PR1 až PR16. Rozváděč pro společné prostory a sklepní kóje je umístěn na chodbě v přízemí a označen PR0. Pro prostor kotelny je vyveden vývod – X13 a pro prostor strojovny je vyveden vývod nad výtahovou šachtou –X14. Rozvodnice pro datový rozvod, společný televizní rozvod, elektronický požární systém a elektronický zabezpečovací systém jsou umístěny v technické místnosti v 1 NP. Rozdělení sítě TN-C²³ na síť TN-S²⁴ je v elektroměrovém rozváděči, proto je mezi elektroměry a bytovými rozvodnicemi použit kabel CYKY-J 5 x 6 mm².



Obr. 14 Zapojení od pojistkové skříně po podružný rozváděč

²³ Označení sítě (T-uzemněný uzel zdroje, N-použitý ochranný vodič, C-společný ochranný a střední vodič (PEN)

²⁴ Označení sítě (T-uzemněný uzel zdroje, N-použitý ochranný vodič, S-oddělený ochranný a střední vodič (PE a N)

4.2 Obvody za rozvodnicemi

Pro bytový dům je navržena projektová dokumentace s prvky od systému ABB free@home. Tento systém vyžaduje napájecí zdroj a systémový modul pro provoz a dálkové ovládání. Napájecí zdroj a systémový modul je instalován v každé bytové rozvodnici a rozvodnici pro společné prostory a přízemí. V objektu jsou využity akční členy spínací, stmívací, žaluziové a pro topení. Jako snímače jsou využity senzory pohybu, ovládací prvky, meteorologické stanice, prostorové termostaty a dotykové panely. Všechny tyto akční členy a snímače spolu komunikují po sběrnici, která je vytvořena kabelem YCYM 2x2x0,8 mm². Topologie této sítě je navržena jako liniová.



Obr. 15 Systémový modul



Obr. 16 Napájecí zdroj

4.2.1 Světelné obvody

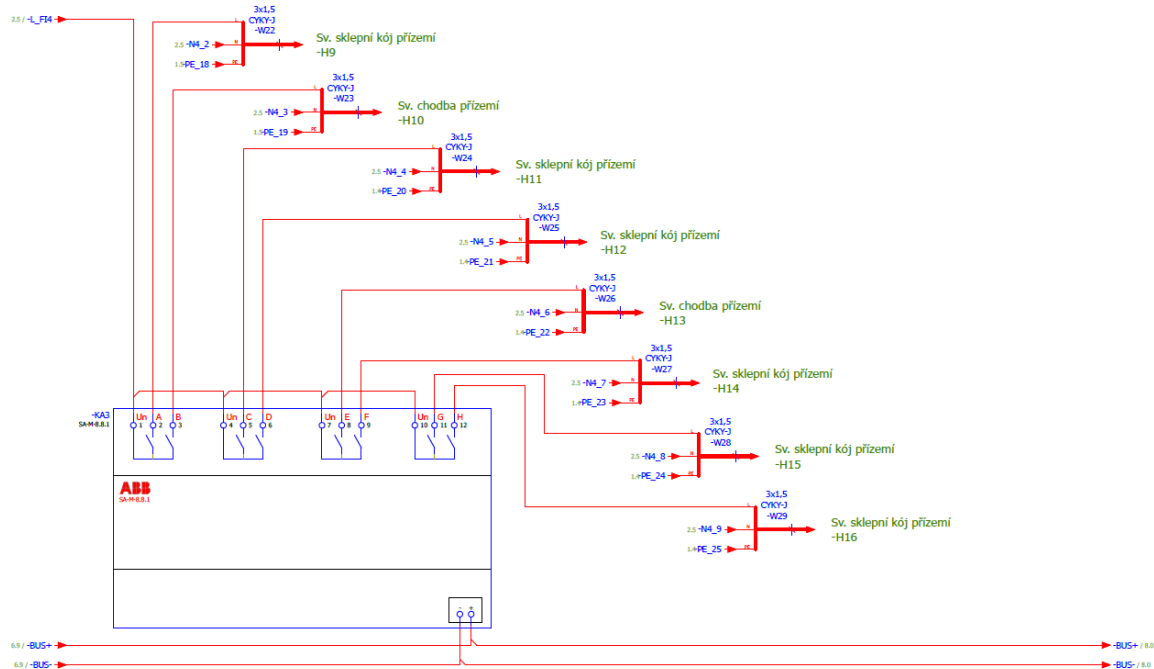
Světelné obvody v bytech jsou řešeny přes systém domovní automatizace ABB free@home. Ovládání světelných obvodů je řešeno pomocí akčních členů spínacích nebo stmívacích. V menších bytech jsou přes stmívací akční člen zapojena všechna svítidla v obývacím pokoji, nástěnná svítidla v pokoji a svítidlo nad umyvadlem v koupelně. Ve větších bytech jsou stejným způsobem zapojena nástěnná svítidla v pokoji, svítidlo nad umyvadlem v obou koupelnách a v obývacím pokoji pouze nástěnná svítidla. Ostatní světelné okruhy v obou typech bytů jsou zapojeny přes spínací akční člen. Všechny obvody jsou ovládány přes tlačítkové ovládací prvky, dotykový displej nebo chytrý telefon.

Světelné obvody ve všech společných prostorách fungují přes senzory pohybu a spínací akční členy. Pro rovnoměrné osvětlení celé pracovní plochy kuchyňské linky je navržena instalace LED pásku. Pro jeho napájení je použit napájecí zdroj s výstupem 12 V, který je umístěn v rozváděči každého bytu.



Obr. 17 Spínací akční člen

Osvětlení pro společné prostory v bytovém domě je navrženo pomocí výpočetního programu Buildind Design Wils 7.0.338. V budově se jedná o společné chodby a schodiště, kolárnu, technickou místnost, sušárnu, úklidovou místnost a prostor s výměňkovou stanicí. Norma ČSN EN 12464-1 udává osvětlenost pro komunikační prostory, chodby a schodiště 100 lx a činitel oslnění UGR pro komunikační prostory a chodby je 28 a pro schodiště 25. Rovnoměrnost těchto prostorů je 0,4. [41]



Obr. 18 Ukázka zapojení spínacího akčního členu



Obr. 19 Stmívací akční člen



Obr. 20 Ovládací prvky

4.2.2 Zásuvkové obvody

Pro každý menší byt je navrženo osm zásuvkových obvodů, pro každý větší byt dvanáct obvodů. Zásuvkové obvody pro kuchyňský kout jsou řešeny čtyřmi obvody. Jsou to samostatný obvod pro lednici bez proudového chrániče, obvod pro digestoř, jejíž zásuvka bude umístěna podle typu digestoře, třífázový obvod pro připojení varné desky a trouby a obvod pro myčku a obvod pro zásuvky umístěné nad pracovní plochou kuchyňské linky. V obou typech bytů je v koupelnách samostatný zásuvkový obvod pro pračku. Zásuvkové obvody nejsou řešeny přes systém ABB free@home.

4.2.3 Rolety

Rolety jsou umístěny v jednotlivých bytech na každém okně a jsou ovládány pomocí akčního žaluziového členu. Mohou být ovládány přes ovládací prvky (tlačítka) nebo přes dotykový panel umístěný u vstupních dveří nebo chytrý telefon. Rolety jsou propojeny s meteorologickou stanicí, která podle hodnot jasu, teploty, rychlosti větru nebo informací o dešti vyhodnotí situaci a dle těchto informací rolety řídí.



Obr. 21 Žaluziový akční člen

4.2.4 Vytápění

Vytápění objektu je řešeno pomocí systému dálkově ovládaného tepla dodávaného z teplárny. Termohlavice jsou umístěny v každé místnosti u topného tělesa a jsou ovládány přes akční člen topení. Nastavení teplot lze provést prostorovým termostatem, který je pro větší komfort taktéž v každé místnosti, nebo dotykovým panelem či chytrým telefonem. Pro systém vytápění je možné využít stejně jako u žaluziového systému informace z meteorologické stanice.



Obr. 22 Akční člen topení



Obr. 23 Meteorologická stanice



Obr. 24 Termostat

4.2.5 Datové zásuvky

V každém bytě jsou umístěny tři vývody pro datové zásuvky. Jeden je v pokoji a dva v obývacím pokoji. Každý z těchto vývodů má své specifické označení. Systém značení vývodů jde v celé budově postupně od D1 do D32 a značení zásuvky je D1 nebo D2 (první zásuvka v budově je jednonásobná D1.D1, druhá zásuvka dvojnásobná D2.D1 a D2.D2, třetí zásuvka dvojnásobná D3.D1 a D3.D2, atd.). Rozváděč pro datový rozvod je umístěn v technické místnosti v 1 NP.

4.2.6 Společná televizní anténa

V objektu bytového domu je umístěn rozvod společné televizní antény. V každém bytě jsou instalovány dva vývody, jeden v pokoji a druhý v obývacím pokoji. Pro STA je rozváděč umístěn v technické místnosti v 1 NP, kam je dotažen přívod kabelové televize od dodavatele.

4.2.7 EZS (Elektronický zabezpečovací systém)

Elektronický zabezpečovací systém je umístěn pouze v 1 NP objektu, kde je největší pravděpodobnost vstupu cizích osob. Společná ústředna se nachází v technické místnosti v 1 NP a je schopna zabezpečit až 15 sekcí. Dodatečné doplnění zabezpečovacího systému je na přání uživatelů možné i pro ostatní byty. Každý byt v 1 NP je opatřen senzory pohybu v obývacím pokoji, pokoji a chodbě. Plášťový detektor je umístěn u oken a interní siréna je instalována na chodbě bytu. V zádveři bytu je ovládací klávesnice pro komunikaci se zabezpečovacím systémem. Vstupní chodba budovy je vybavena IP²⁵ kamerou k monitorování vstupních dveří. V každé společné místnosti 1 NP (technická místnost, kolárna a úklidová místnost) je umístěn senzor pohybu a plášťový detektor u oken.

4.2.8 EPS (Elektronický požární systém)

Požární systém je instalován v každém bytě celého objektu. Senzory kouře a teploty jsou umístěny v pokoji, obývacím pokoji a na chodbě jednotlivých bytů. Dále jsou na všech společných chodbách a ve společných prostorách v přízemí. Systém EPS má společnou ústřednu se systémem EZS v technické místnosti v 1 NP.

4.2.9 Komunikační systém Welcome-Midi

Pro komunikaci mezi vstupními dveřmi a jednotlivými byty je navržen systém Welcome Midi, který se dá propojit se systémem ABB free@home. U vstupních dveří do objektu je tablo se zvonkovými tlačítky, kamerou a elektrický zámek vstupních dveří. V jednotlivých

²⁵ Internet Protocol (protokol díky, kterému komunikují zařízení po internetu)

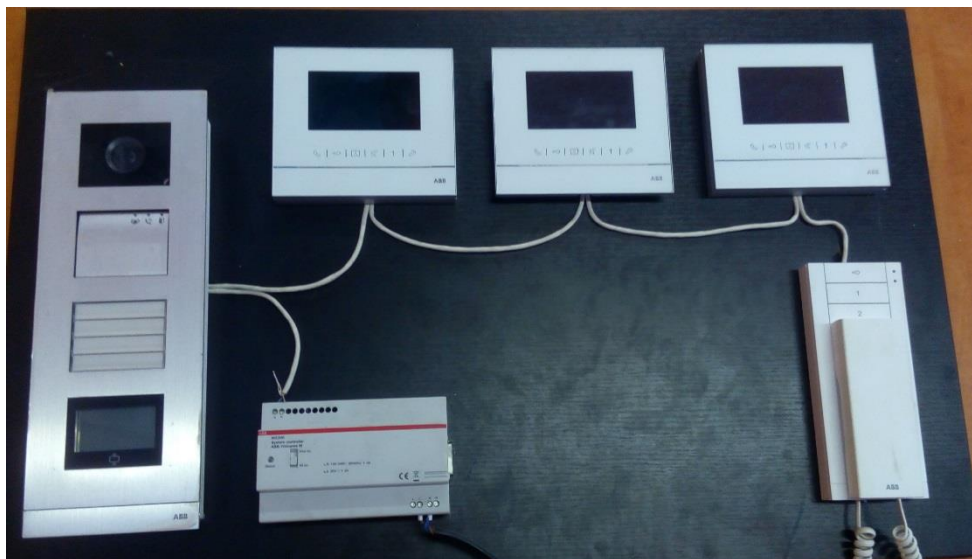
bytech se nachází dotykový displej, který je propojen s tablem u vstupních dveří. Pro řízení systému Welcome Midi slouží řídicí jednotka ve společném rozváděči PR0.



Obr. 25 Tablo systému Welcome Midi



Obr. 26 Řídicí jednotka komunikačního systému Welcome Midi



Obr. 27 Ukázka zapojení komunikačního systému Welcome Midi s dotykovými panely

4.2.10 Strojovna výtahu

V objektu je navržen výtah pro přepravu osob se strojovnou nad výtahovou šachtou. Pro tuto strojovnu je naprojektován vývod z podružného rozváděče PRO, který je jištěn jističem o velikosti 20 A, charakteristiky C a tažen kabelem CYKY-J 5 x 4 mm².

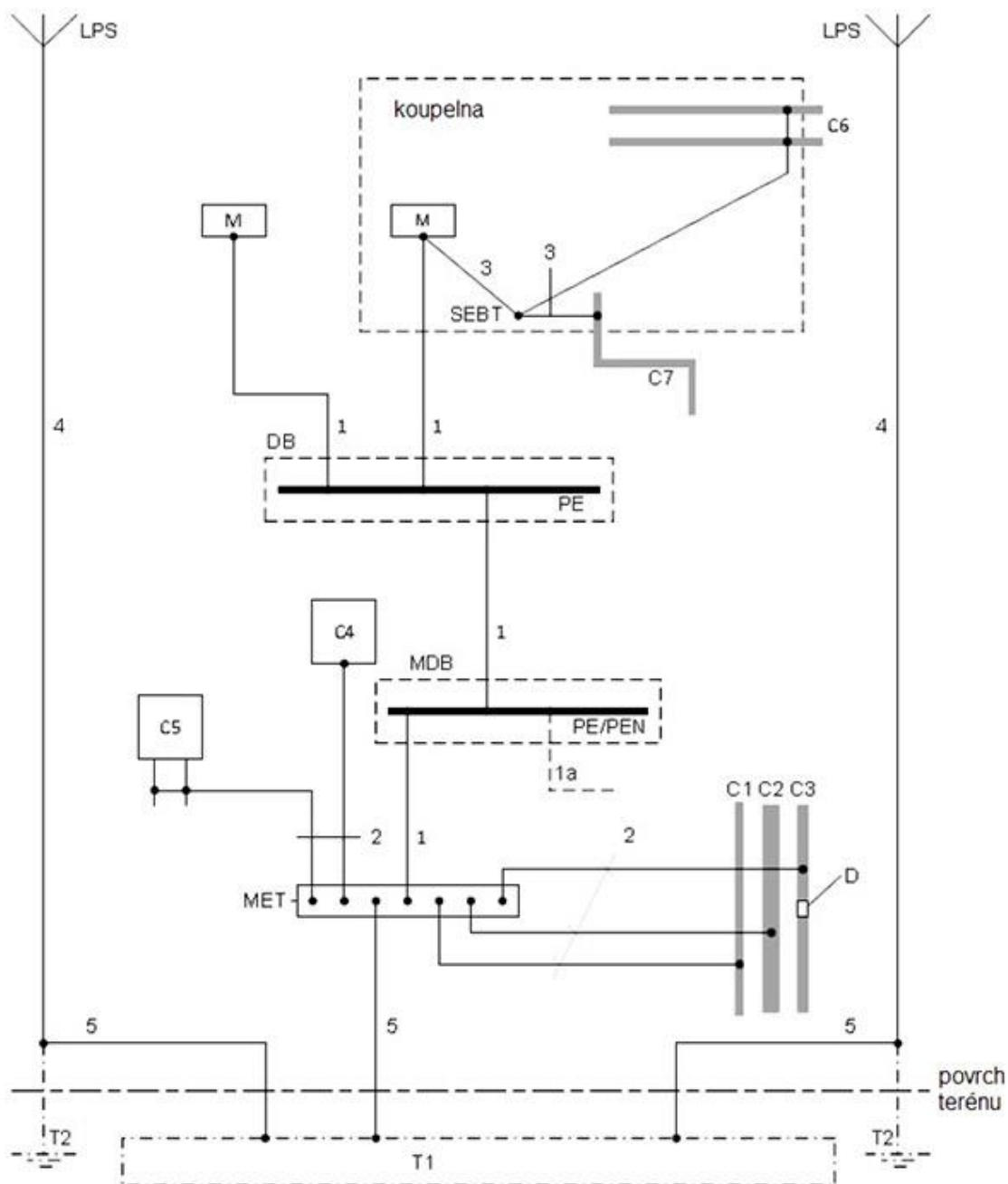
4.2.11 Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení slouží jako náhrada osvětlení při možném výpadku normálního umělého osvětlení. Může fungovat jako náhradní, které umožňuje pokračovat v běžné činnosti nebo jako nouzové osvětlení únikových cest, které poskytuje podmínky pro bezpečný odchod z prostoru objektu. Další variantou je protipanické osvětlení, které omezuje nebezpečí paniky ve větších veřejných prostorách a navádí přítomné k únikovým cestám. [40]

Svítilno nouzového osvětlení musí být umístěno v blízkosti každých únikových dveří a v místech, kde je nezbytné zdůraznit možné nebezpečí nebo bezpečnostní zařízení. Nouzové osvětlení musí být poskytnuto včas a automaticky a na potřebnou dobu. Minimální doba svícení pro únikové účely musí být 1 hodina, kde do 5 sekund musí být 50 % požadované osvětlenosti a plné osvětlenosti musí dosáhnout do 60 sekund. Z hlediska napájení se nouzové soustavy dělí na dvě skupiny a to soustavy, které jsou napájeny z centrálního akumulátorového zdroje, u kterých je výhodná údržba a větší světelný výkon, avšak při poruše napájecího vedení nefunguje celý systém. Druhou skupinou je systém s vlastními akumulátory, kde je velkou nevýhodou výměna akumulátoru v každém svítidle a nižší světelný výkon. Tento systém při poruše jednoho svítidla však stále funguje. [40]

4.3 Uzemnění a ochranné vodiče

Důležitou součástí elektroinstalace v objektu je i uzemnění a ochranné vodiče. Požadavky na uzemnění a pospojování elektrických instalací z hlediska bezpečnosti předepisuje norma ČSN 33 2000-5-54 ed.3. Uzemnění je kombinace spojení vodičů a vodivých částí a jejich uvedení na stejný potenciál se zemí (Obr. 28). Zřizuje se pro ochranu elektrickým proudem, pro ochranu před bleskem a přepětím nebo pro správnou funkci elektrických zařízení. [39]



Obr. 28 Příklad uspořádání uzemnění a ochranných vodičů [39]

Uzemnění se zřizuje zemničem T1 (Obr. 28), který je v bytovém domě řešen páskem 4 x 30 mm² z oceli pozinkované v ohni a je uložen v betonu základů objektu. Rozměr pásku je zvolen z Tab. 11, jejíž část je převzata z ČSN 33 2000-5-54 ed.3. Pro připojení zemniče s hlavní uzemňovací svorkou se užívají uzemňovací přívody 5 (Obr. 28). Tento přívod je řešen ocelovým drátem z pozinkované oceli o průměru 8 mm (Tab. 11). Uzemňovací přívod a zemnič jsou spojeny mechanickými svorkami. [39]

Tab. 11 Minimální rozměry ocelových zemničů s ohledem na mechanickou a korozní odolnost [39]

Typ zemniče	Provedení	Minimální rozměr	
		V ohni pozinkovaná ocel	Nepozinkovaná ocel
Páskové a drátové zemniče	Pásková ocel	Průřez 100 mm ² tloušťka 3 mm	Průřez 150 mm ² tloušťka 4 mm
	Ocelový drát	Ø 8 mm	Ø 10 mm
Tyčové zemniče	Kruhová ocelová tyč	Ø 8 mm	Ø 10 mm
	Ocelová trubka	Ø 15 mm tloušťka stěny 3 mm	Ø 15 mm tloušťka stěny 4 mm
	Úhelníky apod.	Průřez 100 mm ² tloušťka 3 mm	Průřez 150 mm ² tloušťka 4 mm

Uzemňovací přívod je zakončen na hlavní uzemňovací svorce MET (Obr. 28). Na tuto svorku musí být připojen ochranný vodič 1 (Obr. 28), který je ukončen na můstku PE v elektroměrovém rozváděči MDB (Obr. 28), Pro bytový dům je to vodič PE, který je podle Tab. 12 tažen vodičem CYA 35 mm². [39]

Tab. 12 Minimální průřezy ochranných vodičů [39]

Průřez vodiče vedení S mm ² CU	Minimální průřez odpovídajícího ochranného vodiče mm ² CU
	Jestliže ochranný vodič je ze stejného materiálu jako vodič vedení
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	$\frac{S}{2}$

Na hlavní uzemňovací svorku musí být také připojen systém vytápění C5 (Obr. 28). Je připojen ochranným vodičem hlavního pospojování 2 (Obr. 28), který nesmí být, menší než 6 mm² Cu a nemusí být větší než 25 mm² Cu. Průřez tohoto vodiče musí být větší než

polovina ochranného uzemnění, pro návrh bytového domu to odpovídá vodiči CYA 25 mm². [39] V koupelnách musí být spojeny všechny nechráněné vodivé části a všechny neživé části upevněných zařízení [35]. Vodič ochranného pospojování spojující dvě neživé části navzájem nesmí mít vodivost menší, než je vodivost tenčího z ochranných vodičů k nim připojených. A vodič spojující neživé části s cizími vodivými částmi, nesmí mít vodivost menší než je polovina vodivosti odpovídající průřezu příslušného ochranného vodiče. Přitom platí, že minimální průřez vodičů ochranného pospojování pro doplňující pospojování musí být 2,5 mm² Cu nebo 16 mm² Al, pokud je chráněn před mechanickým poškozením, nebo 4 mm² Cu nebo 16 mm² Al, pokud není chráněn před mechanickým poškozením [39].

5 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo přiblížit problematiku klasické a systémové instalace a vytvořit praktický návrh systémové elektroinstalace v zadaném bytovém domě. Konkrétně práce uvádí možnosti využití a jednotlivé funkce inteligentní instalace, seznamuje s různými typy systémů a obsahuje podrobný rozbor vybraných zástupců. Jedná se o systémy KNX, iNELS RF Control a ABB free@home®. Další část se zmiňuje o normách, které se k elektroinstalacím obytných budov vztahují. Poslední částí je realizace návrhu elektroinstalace bytového domu, která se skládá ze dvou částí. Technické zprávy a výkresové dokumentace, která je zpracována v programu EPLAN Electric P8.

Práce je tedy uceleným náhledem na problematiku systémové elektroinstalace v bytovém domě. Dává čtenáři k dispozici teoretické informace, které se týkají jednotlivých systémů, ale vztahují se také k normám a vyhláškám. Přínos by mohla mít pro začínající i stávající elektromontéry, kteří se o oblast inteligentních systémů zajímají a nemají s ní větší zkušenosti. Díky přehledu a rozdělení systémů umožňuje práci lepší orientaci při výběru vhodného systému. Teoretická část práce může být přínosná také pro případné zájemce o instalaci těchto systémů do jejich objektu, protože poskytuje informace o různorodosti funkcí a jejich možném využití. Práci mohou užít i učitelé elektrotechnických oborů na středních školách jako podklad pro zpracování výukových materiálů. V neposlední řadě ji mohou využít i studenti vysokých technických škol. Mimo teoretickou část je práce přínosná také projektovou dokumentací, která aplikuje teoretické poznatky v praxi. Konkrétně znázorňuje zapojení systému ABB free@home® v elektroinstalaci bytového domu. Předmětem dokumentace není pouze systémová instalace, ale také obvody zabezpečovací a protipožární techniky, datové obvody, komunikační obvody Welcome Midi, STA, obvody týkající se vytápění a strojovny pro výtah a osvětlení společných prostor. Z toho vyplývá, že ačkoli zadáním této práce byl návrh inteligentní instalace v bytovém domě, je třeba navrhovat instalaci jako celek, neboť některé systémy spolu blízce souvisí.

Literatura

- [1] KUNC, Josef. Inteligentní instalace v budovách. *Elektro: Příloha časopisu*. 2011, (2).
- [2] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-062-8.
- [3] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem: 2., zcela přepracované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [4] DVORÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 3.vyd. Brno: ERA, 2004. ISBN 80-86517-53-5.
- [5] KUNC, Josef. *Komfortní a úsporná elektroinstalace*. 2. vyd. Brno: ERA, 2003. Stavíme. ISBN 80-865-1773-X.
- [6] VALOUCH, Vladimír. *Inteligentní a komfortní elektroinstalace* [online]. 2016 [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: http://files.netv0.webnode.cz/200000040-ca8facb89c/Studijn%C3%AD%20text%20IKE_1.pdf
- [7] Inteligentní elektroinstalace budov- systém iNELS, Kompletní průvodce. In: *INELS* [online]. 2018, 11/2006 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: http://web.tuke.sk/lf-kltp/Ucitelia/Moucha%20Vaclav/SENIO/SENIO%20podklady/Inteligentn%FD%20dom%20INEL/INELS_manual_tisk_knizka_01.pdf
- [8] *Přehled produktů*. HDL Automation s.r.o. 2018. 26 s.
- [9] KUNC, Josef. *Rekonstrukce elektroinstalace*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4789-7.
- [10] Technologický úkaz mezi administrativními budovami. In: *Elektro Průmysl* [online]. 2018, 31.říjen 2018 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/technologicky-ukaz-mezi-administrativnimi-budovami/>
- [11] KUNC, Josef. Je systémová KNX instalace vhodná i pro rodinné domy?. *Elektro Průmysl* [online]. 2018, 14 [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/je-systemova-knx-instalace-vhodna-i-pro-rodinne-domy/>
- [12] Inteligentní domácnosti: Mýty a fakta. In: *Elektro průmysl: informace ze světa průmyslu a elektrotechniky* [online]. 2018, 12.leden 2015 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/inteligentni-domacnosti-myty-a-fakta>
- [13] KUNC, Josef. Systémové elektrické instalace. In: *Elektro Průmysl* [online]. 2015 [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/systemove-elektricke-instalace>
- [14] *Automa: časopis pro automatizační techniku*. FCC Public, 2013, 19(4). ISSN 1210-9592.

- [15] Praktické poznatky z KNX systémových instalací. *Elektroinstalatér*. 2017, 23(4). ISSN 1211-2291
- [16] TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. 2.vyd. Praha: Europa-Sobotáles cz., 2006. ISBN 80-86706-13-3.
- [17] Standart KNX - Základy. In: *National KNX Czech Republic* [online]. 2018 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX_Basics_CZ_screen2.pdf
- [18] Logo KNX. In: *KNX* [online]. [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/index.php>
- [19] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4337496-Komplexni-rizeni-budov-zakladni-prehled-knx-systemu.html>
- [20] KUNC, Josef. Zbytečné chyby v projektech a instalacích KNX. *Elektroinstalatér*. 2018, 24(6), 4. ISSN 1211-2291.
- [21] KUNC, Josef. Systémové elektrické instalace EIB/KNX. In: *DOCPLAYER* [online]. 2016 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/29656642-Systemove-elektricke-instalace-eib-knx-ing-josef-kunc.html#>
- [22] ELKO EP s.r.o. *Průvodce chytrou elektroinstalací: Moderní řešení projektů domů a budov* [online]. 2018. 1.vydn. l. [cit. 2018-11-11]. Dostupné z: www.inels.cz
- [23] Instalační manuál iNELS RF Control. In: *ELKO EP* [online]. 2016 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: https://www.elkoep.cz/media/files/download/item/files-16/l1_sec_Instalacni_manual_view_version.pdf
- [24] ABB představí na veletrhu Amper 2018 řešení pro inteligentní domy i města. *Elektro* [online]. 2018, 28(3), 2 [cit. 2019-01-06]. ISSN 1210-0889. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz//flipviewer/Elektro/2018/03/Elektro_03_2018/index.html#p=15
- [25] ABB-free@home® – domovní automatizace. In: *FCC PUBLIC* [online]. 2014, 12.4.2016 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/clanek/abb-free-home-r-domovni-automatizace--1546>
- [26] ŠIRŮČEK, Emil. Inteligentní domácnost ve stylu ABB. *Elektro: časopis pro elektrotechniku*. 2018, 28(12), 1. ISSN 1210-0889.
- [27] Mezinárodní stavební veletrh FOR ARCH udělil ceny GRAND PRIX a TOP EXPO. In: *FCC PUBLIC* [online]. 2014, 20.9.2018 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/clanek/mezinarodni-stavebni-veletrh-for-arch-udelil-ceny-grand-prix-a-top-expo--3211>
- [28] *Systémová příručka ABB-free@home®* [online]. 2018 [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://library.e.abb.com/public/e4277015031e4752a3a9f6242f7b5633/14520-ABB-Manual%20Free@Home%202018-150dpi.pdf>

- [29] Nahlédnutí do budoucnosti rodinných domů: digitální řešení od ABB mění náš způsob bydlení. In: *FCC PUBLIC* [online]. 2014, 23.11.2018 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/clanek/nahlednuti-do-budoucnosti-rodinnych-domu-digitalni-reseni-od-abb-meni-nas-zpusob-bydleni--3346>
- [30] AMX – zjednodušuje váš svět. In: *Insight Home: Řešení pro chytré bydlení* [online]. 2009 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/AMX.html?fbclid=IwAR1ON1an55xsH9IrL90walWQYWpGUREKCD3sK5B3jpWkmnEzKx4hYNUefjQ>
- [31] AMX – Inteligentní dům. In: *Insight Home: Řešení pro chytré bydlení* [online]. 2009 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/inteligentni-dum.html>
- [32] Amazon Alexa si rozumí s inHome. In: *Insight Home: Řešení pro chytré bydlení* [online]. 2009, 17.4.2018 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/news/2018-inHomeAlexa.html?fbclid=IwAR2KgbxW9eriftJ1ugTr8iSYjcIBX-IGB6dzgltkRI3VUnPFoYBz0RO1kNg>
- [33] DVOŘÁČEK, Karel; CSIRIK, Vincent. Projektování elektrických zařízení. Vydání první. Praha : IN-EL, spol. S.r.o., 1990. 80 s. ISBN 80-86230-10-4.
- [34] *Elektrická instalace nízkého napětí- Vnitřní elektrické rozvody: ČSN 33 2130*. Ed.3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [35] *Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory: ČSN 33 2000 7-701*. Ed.2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [36] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [37] Tereza Rochlová *Novostavba bytového domu v Brně*. Brno, 2018. 101 s., 570 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Pěnčík, Ph.D.
- [38] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Rozvodná zařízení* [online]. Brno, 2006 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16989703-Rozvodna-zarizeni-autor-textu-ing-jaroslava-orsagova.html>. Studijní materiál. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně.
- [39] ČSN 33 2000-5-54. *Elektrické instalace nízkého napětí: Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení-Uzemnění a ochranné vodiče*. Ed.3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [40] ČSN EN 1838. *Světlo a osvětlení: Nouzové osvětlení*. Ed.1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

- [41] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení: Osvětlení pracovních prostorů- Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. Ed.1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

Seznam příloh

Příloha 1 – Technická zpráva a rozpočet

Příloha 2 – Výkresová dokumentace

=BP+Privod/

- 1 – Silová část - Přívod z DS, elektroměrový rozváděč 1. Část
- 2 – Silová část - Elektroměrový rozváděč 2.část
- 3 – Silová část - Elektroměrový rozváděč 3.část
- 4 – Blokové schéma topologie sítě

=BP+PR0/

- 1 – PR0-Přívod a FI
- 2 – PR0-jištění akčních členů a světel
- 3 – PR0-jištění zásuvkových obvodů
- 4 – PR0- napájecí zdroj a systémový modul
- 5 – PR0-řídící jednotka Welcome Midi
- 6 – PR0-člen akční spínací
- 7 – PR0-člen akční spínací
- 8 – PR0-člen akční spínací
- 9 – PR0-člen akční spínací
- 10 – PR0-člen akční spínací

=BP+PR1_14/

- 1 – PR1_14- Přívod a FI
- 2 – PR1_14- jištění akčních členů a světel
- 3 – PR1_14- jištění zásuvkových obvodů
- 4 – PR1_14- napájecí zdroj, systémový modul
- 5 – PR1_14- člen akční spínací
- 6 – PR1_14- člen akční stmívací
- 7 – PR1_14- člen akční žaluziový a topení
- 8 – Dotykový displej a meteorologická stanice

=BP+PR15,16/

- 1 – PR15, 16- Přívod a FI
- 2 – PR15, 16- jištění akčních členů a světel
- 3 – PR15, 16- jištění zásuvkových obvodů
- 4 – PR15, 16- napájecí zdroj a systémový modul
- 5 – PR15, 16- člen akční spínací
- 6 – PR15, 16- člen akční spínací
- 7 – PR15, 16- člen akční stmívací
- 8 – PR15, 16- člen akční žaluziový
- 9 – PR15, 16- člen akční topení

10 – Dotykový displej a meteorologická stanice

=BP+0NP/

- 1 – Přízemí- světelný okruh
- 2 – Přízemí- světelný okruh, varianta 2
- 3 – Přízemí- zásuvkový okruh
- 4 – Přízemí- systémové ovládací prvky
- 5 – Přízemí- situační plán přívodu
- 6 – Přízemí- nouzové osvětlení
- 7 – Přízemí- EPS

=BP+1NP/

- 1 – 1 NP- světelný okruh
- 2 – 1 NP - zásuvkový okruh
- 3 – 1 NP- systémové ovládací prvky
- 4 – 1 NP - situační plán přívodu
- 5 – 1 NP - nouzové osvětlení
- 6 – 1 NP - EZS a EPS

=BP+2NP/

- 1 – 2 NP - světelný okruh
- 2 – 2 NP - zásuvkový okruh
- 3 – 2 NP - systémové ovládací prvky
- 4 – 2 NP - situační plán přívodu
- 5 – 2 NP - nouzové osvětlení
- 6 – 2 NP - EZS a EPS

=BP+3NP/

- 1 – 3 NP - světelný okruh
- 2 – 3 NP - zásuvkový okruh
- 3 – 3 NP - systémové ovládací prvky
- 4 – 3 NP - situační plán přívodu
- 5 – 3 NP - nouzové osvětlení
- 6 – 3 NP - EZS a EPS

=BP+4NP/

- 1 – 4 NP - světelný okruh
- 2 – 4 NP - zásuvkový okruh
- 3 – 4 NP - systémové ovládací prvky
- 4 – 4 NP - situační plán přívodu
- 5 – 4 NP - nouzové osvětlení
- 6 – 4 NP - EZS a EPS

Příloha 2 – stránkové makro EPLAN Electric P8 2.3

Příloha 3 – Návrh osvětlovacích soustav