



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 DEMONSTRAČNÍHO PANELU KNX

DESIGN OF DEMONSTRATION PANEL KNX

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Kalfus

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Petr Kalfus

ID: 195350

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Návrh demonstračního panelu KNX

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Rešerše systému KNX pro řízení automatizace budov z pohledu komunikace, topologie a programování
2. Seznámení se s prvky systému KNX a jejich aplikačními programy
3. Návrh řešení a funkcionality demonstračního panelu KNX - panel by měl demonstrovat funkce pro řízení osvětlení, žaluzií, spotřebičů s využitím senzorů a aktorů od různých výrobců
4. Návrh elektrického zapojení a programování prvků KNX pomocí nástroje ETS
5. Vytvoření dokumentace k elektrickému zapojení panelu a softwarovému řešení demonstračního panelu

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 10.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

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.

Bibliografická citace práce:

KALFUS, Petr. *Návrh demonstračního panelu KNX*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127255>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Branislav Bátora.

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma *Návrh a výroba demonstračního panelu KNX* jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si 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.“

V Brně dne: 10.6.2020

.....

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem demonstračního panelu KNX, který má demonstrovat ovládání světel, žaluzií a spotřebičů domu za pomoci přístrojů od různých výrobců. Nejprve je zde provedena rešerše a seznámení se systémem KNX, jeho topologickým uspořádáním, přístroji a používanými komunikačními medii. Dále je provedeno seznámení s jednotlivými přístroji využitými na demonstračním panelu, s funkcemi které umožňují a s jejich aplikačními programy pro prostředí ETS. Na základě možností přístrojů je proveden návrh funkcí panelu. Tyto funkce byly naprogramovány v programu ETS 5. Dále je proveden nákres elektrického zapojení panelu a zhotovena k němu dokumentace. Nakonec je provedeno celkové zhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA: KNX; ETS 5; topologie systému KNX; komunikace systému KNX

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the design of a demonstration panel KNX, which has to demonstrate the control of lights, blinds and appliances of the house with the help of devices from various manufacturers. First, there is a search and acquaintance with the KNX system, its topological arrangement, devices and used communication media. Furthermore, an introduction is made to the individual devices used on the demonstration panel, with the functions they enable and with their application programs for the ETS environment. Based on the possibilities of the device, the design of the panel function is done. These functions have been programmed in the ETS 5. Next, a drawing of the electrical connection of the panel is made and documentation is made for it. Finally, an overall evaluation is made.

KEY WORDS: KNX; ETS 5; KNX system topology; KNX system communication

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Branislavu Bátorovy, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost, podnětné návrhy a rady k práci.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 7 |
| 1 ÚVOD..... | 9 |
| 2 SBĚRNICOVÝ SYSTÉM KNX..... | 10 |
| 2.1 HISTORIE KNX..... | 10 |
| 2.2 ZÁKLADNÍ FUNKCE..... | 13 |
| 2.3 PŘÍSTROJE..... | 14 |
| 2.4 KOMUNIKAČNÍ MEDIA..... | 15 |
| 2.5 TOPOLOGIE..... | 18 |
| 2.6 ETS..... | 21 |
| 2.7 POŽADAVKY NA KNX INSTALACI..... | 23 |
| 2.8 BEZPEČNOST KNX INSTALACÍ..... | 24 |
| 3 NÁVRH FUNKCIONALITY..... | 25 |
| 3.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE..... | 25 |
| 3.2 NÁVRH FUNKCÍ..... | 27 |
| 4 PROGRAMOVÁNÍ V ETS..... | 29 |
| 5 ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ A DOKUMENTACE..... | 39 |
| 6 ZÁVĚR..... | 42 |
| CITACE..... | 43 |
| BIBLIOGRAFIE..... | 44 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | 46 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>Obrázek 1</i> Systém s centrální řídicí jednotkou [1] | 11 |
| <i>Obrázek 2</i> Decentralizovaný systém [1] | 11 |
| <i>Obrázek 3</i> Pulz logické nuly v TP | 15 |
| <i>Obrázek 4</i> Linie rozšířená o tři segmenty [4] | 18 |
| <i>Obrázek 5</i> Oblast [4]..... | 18 |
| <i>Obrázek 6</i> Spojení několika oblastí [4] | 19 |
| <i>Obrázek 7</i> Příklad smíšené topologie [4]..... | 20 |
| <i>Obrázek 8</i> Ukázka programu ETS..... | 22 |
| <i>Obrázek 9</i> Grafika panelu (Dominik Lob) | 28 |
| <i>Obrázek 10</i> Změna typu výstupu | 29 |
| <i>Obrázek 11</i> Povolení scén | 29 |
| <i>Obrázek 12</i> Nastavení vypnutí kanálu při scéně 2 a 3 | 29 |
| <i>Obrázek 13</i> Nastavení funkcí žaluziového členu | 30 |
| <i>Obrázek 14</i> Nastavení rolet pro scény | 30 |
| <i>Obrázek 15</i> Nastavení zobrazování aktuální teploty..... | 31 |
| <i>Obrázek 16</i> Nastavení funkce topení a chlazení..... | 31 |
| <i>Obrázek 17</i> Nastavení tlačítek 1-2 | 31 |
| <i>Obrázek 18</i> Aktivace funkce kontroléru scén | 31 |
| <i>Obrázek 19</i> Nastavení senzoru 1 | 31 |
| <i>Obrázek 20</i> Nastavení senzoru 3 | 32 |
| <i>Obrázek 21</i> Nastavení výstupů scén | 32 |
| <i>Obrázek 22</i> Nastavení 1 scény..... | 32 |
| <i>Obrázek 23</i> Nastavení spínačů Berker | 32 |
| <i>Obrázek 24</i> Nastavení první kolébky..... | 33 |
| <i>Obrázek 25</i> Nastavení spínačů tlačítko od EKINEX..... | 33 |
| <i>Obrázek 26</i> Nastavení čísel scén..... | 33 |
| <i>Obrázek 27</i> Zobrazení nabídky funkcí..... | 34 |
| <i>Obrázek 28</i> Povolení funkce scén..... | 34 |
| <i>Obrázek 29</i> Nastavení scén | 34 |
| <i>Obrázek 30</i> Nastavení tlačítek A a C..... | 34 |
| <i>Obrázek 31</i> Nastavení tlačítek B a D | 35 |
| <i>Obrázek 32</i> Nastavení aktivní kontroly teploty | 35 |

| | |
|--|----|
| <i>Obrázek 33 Nastavení HVAC a display</i> | 35 |
| <i>Obrázek 34 Nastavení A1</i> | 35 |
| <i>Obrázek 35 Nastavení A2</i> | 36 |
| <i>Obrázek 36 Nastavení B1</i> | 36 |
| <i>Obrázek 37 Nastavení B2</i> | 36 |
| <i>Obrázek 38 Nastavení tlačítkového páru C a D</i> | 36 |
| <i>Obrázek 39 Typ tlačítka</i> | 36 |
| <i>Obrázek 40 Nastavení ovládání stmívání</i> | 37 |
| <i>Obrázek 41 Ukázka skupinových adres</i> | 37 |
| <i>Obrázek 42 Ukázka přiřazených skupinových objektů</i> | 38 |
| <i>Obrázek 43 Signální diody</i> | 39 |
| <i>Obrázek 44 Elektrické zapojení</i> | 40 |
| <i>Obrázek 45 Rozložení rozvaděče Hager</i> | 41 |

1 ÚVOD

První přístroje stejně tak jako první rozvody elektřiny byly na stejnosměrný proud. Takové prvky a rozvody byly velice jednoduché, ale velice neefektivní. Z toho důvodu stejnosměrný systém ve velkém měřítku nahradil systém střídavého proudu, který byl z ohledem na transport daleko efektivnější a ekonomičtější. Za posledních několik desítek let se elektrická zařízení nesmírně posunula vpřed a spolu s tím i požadavky na jejich instalaci. Stejně tak jako střídavý rozvod elektřiny nahradil rozvod stejnosměrný z důvodu větší efektivity a hospodárnosti tak nyní sběrnicové systémy začínají nahrazovat nepraktické a složité klasické domovní instalace, a to už nejenom ve velkých budovách, kde je daleko větší náročnost na počet funkcí, ale i v domácnostech. S tímto trendem přichází KNX.

2 SBĚRNÍKOVÝ SYSTÉM KNX

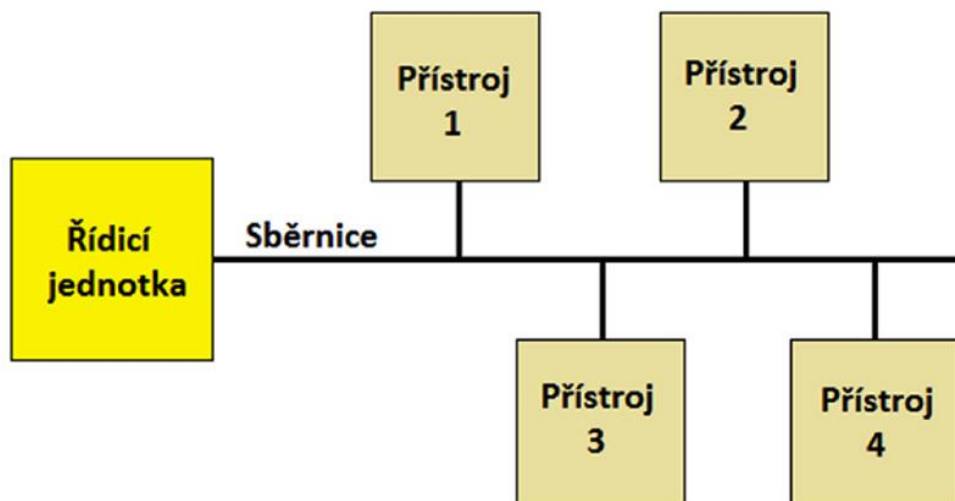
KNX je necentralizovaný sběrníkový systém pro domovní instalace. Zkratka KNX vychází ze slova Konnex a popisuje standardizovaný protokol pro řízení budov za pomoci sběrníkového systému. KNX asociace je celosvětová asociace, která určuje jednotný standard pro výrobky, které jsou pod její záštitou. KNX je odsouhlasen jako mezinárodní norma: ISO/IEC 14543-3; Evropská norma: CENELEC EN50090, CEN EN 13321-1 a 13321-2; Čínská norma: GB/T 20965. Tato asociace sjednocuje aktuálně 495 firem z celého světa a to včetně 3 firem z české republiky. Podporuje školení a školící centra, která školí projektanty, elektromontéry a systémové integrátory pracovat v této oblasti.[1]

2.1 Historie KNX

První pokusy o ovládání provozu osvětlení a vytápění inteligentním systémem proběhly v Japonsku, kde se pomocí počítače ovládal rodinný dům. Výsledky byli pozitivní, avšak cena počítače, která tehdy převyšovala cenu rodinného domu, a jeho velikost a náročnost na chlazení tehdy jasně ukázali nereálnost takového řízení. Už tehdy ovšem bylo vidět, že takové řízení má velkou budoucnost po snížení náročnosti jeho nákladů a velikosti.[1]

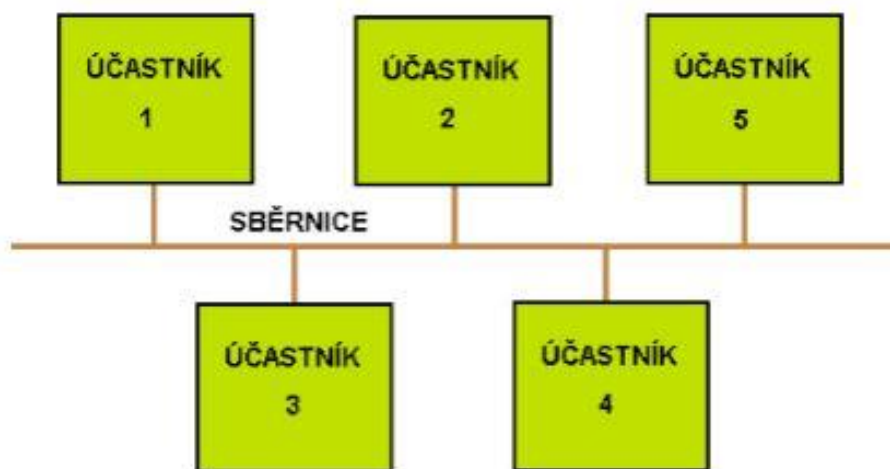
Během ropné krize v 70. letech, kdy se cena ropy a tím i energie výrazně zvětšil, se začal klást důraz na snižování energetických ztrát. To mělo za následek hledání nových zdrojů energie, zvýšení nároků na zateplování a zvýšení efektivity elektrických instalací. V klasických instalacích, které už mohly mít každá svůj řídicí systém, je problematické vytváření vzájemných vazeb. Bez těchto vazeb nelze zabezpečit ekonomickou provázanost, ani zjednodušit ovládání. Z toho důvodu vývojová centra přešla k úvahám o důležitosti nasazení systémových instalací.[1]

Pro odstranění nedostatků se využily elektronické obvody ve vzájemně kooperujícím systému, což usnadnilo ovládání a především propojení funkcí tak aby se zlepšila energetická efektivita. Takové systémy byly s centrální řídicí jednotkou, ke které byli přístroje připojeny přes sběrnici. Výhodou těchto systémů byla jednoduchost uvádění celku do provozu, kdy programování komunikace bylo dělané tak, aby ho zvládl každý elektroinstalatér. K takovému nastavování nebyl nutný žádný softwarový nástroj.[1]



Obrázek 1 Systém s centrální řídicí jednotkou [1]

Odlišným řešením problémů klasické instalace, pro které se rozhodli ve firmě Siemens, je decentralizovaný systém. Oproti centralizovanému systému nemá řídicí jednotku, ale jednotlivé přístroje přes sběrnici komunikují spolu navzájem. To ovšem znamená, že přístroje musí mít paměť, v které budou všechny potřebné instrukce k jejich správné funkčnosti.[1]



Obrázek 2 Decentralizovaný systém [1]

Realizace decentralizovaných systémů je svými požadavky velmi složitá, a pro jednu firmu se ze začátku jevila jako neekonomická z důvodu požadavku velkého množství přístrojů nutných pro realizaci takových systémů. Z toho důvodu z iniciativy firmy Siemens byla založena asociace Instabus. Tato asociace stanovila základní podmínky pro decentralizovaný systém. Zároveň se zahájil vývoj programovacího softwaru.

Instabus se spolu s dalšími firmami spojil s cílem společné evropské systémové instalace a založily asociaci EIBA. Tento cíl se zprvu nepodařilo realizovat protože ve Francii založilo několik firem asociaci Club Batibus a také další asociace ESHA. Po dokončení potřebných prací (software, školicí systém) se roku 1993 dostaly na trh přístroje EIB asociace. Během několika let se členové asociace rozrostli ze zakládajících devíti na několik desítek a EIB instalace se dostali i mimo Evropu. Zanedlouho poté byla zahájena jednání o integraci těchto tří asociací pro lepší

společné využití a rozvoj. Asociace vzniklá touto integrací se nazývala Konnex, ale později již tak jak jí známe dnes KNX. Po tomto spojení se počet členů zvedl na přibližně 60 a k dnešnímu dni má už okolo 400 členů.[1]

2.2 Základní funkce

U spínání ve sběrníkových instalacích KNX není potřeba provést napájení spínaného objektu (typicky světlo) přes ovládací prvek. Toto propojení je provedeno softwarově. Ovládaný objekt je připojen přes relé, které je zároveň připojeno na sběrnici. Na sběrnici jsou poté všechny ovládací prvky (třeba tlačítkové spínače) daného objektu, které komunikují s relé. Spínací prvky po sběrnici posílají dvě informace a to skupinovou adresu, která je unikátní pro daný ovládaný prvek a jednobitovou informaci o požadovaném stavu 1/0 spust/vypni.[2][3]

Funkce zatmívání je podobná jako spínání. Rozdílem je, že místo relé použije zatmívací obvod a ovládací prvky mají dvě rozdílné funkce a z toho důvodu bude ovládaný prvek mít dvě adresy (pro každou funkci vlastní). První funkce (krátký pulz) je prosté zapnutí/vypnutí, kdy spínací prvek pošle na první adresu jednobitovou informaci o požadovaném stavu jako u spínání. U druhé funkce (delší pulz) spínací prvek posílá informaci na druhou adresu a posílá 4 bitovou informaci o tom jak moc se má zatemnit/rozjasnit.[3]

Funkce žaluzii má podobně, jako zatmívání dvě funkce což znamená opět dvě různé adresy, ovšem princip je jiný. Pro první funkci (delší pulz) pošle spínací prvek na první adresu jednobitovou informaci 1/0 dolů/nahoru ve smyslu úplného rozrolování/srolování žaluzií. Pro druhou funkci (krátký pulz) spínací prvek pošle na druhou adresu jednobitovou informaci 0/1. Znamená stop, pokud se žaluzie hýbají, nebo posuň žaluzie nahoru/dolů o jeden krok pokud stojí.[3]

2.3 Přístroje

Přístroje v instalacích KNX lze rozdělit na dvě kategorie a to na systémové přístroje, které mají za úkol především správnou funkčnost topologie a koncové přístroje, které plní veškeré očekávané funkce dané instalace. [4]

Systémové přístroje udržují KNX topologii, obstarávají její napájení a programování. Systémové přístroje se dají dále dělit podle toho, pro kterou topologii převážně slouží.

Pro topologii krouceného páru TP se používají:

- Napájecí zdroje – dodávají topologie TP potřebné DC napájení o velikosti napětí 30V a dodává výkon potřebný pro přenos dat mezi přístroji.
- USB rozhraní – je to přístroj umožňující snadné programování systému z počítače.
- TP liniové/oblastní spojky – jsou to přístroje umožňující spojení linií a oblastí ve větší celky popřípadě v případě potřeby je lze použít i jako liniové opakovače.
- Mediální spojky pro RF – zajišťují spojení topologie TP s RF.

Pro topologii Powerline PL se používají:

- Pásmová zádrž – jsou to přístroje, které brání telegramům opustit systémový prostor z důvodu zabránění nežádoucího rušení, které by mohly způsobit. Jsou to jednopólové přístroje, které nesmí přesáhnout přípustný zatěžovací proud 63A.
- Mezifázové spojky – umožňují komunikaci přístrojů na všech pracovních fázích dané instalace, je-li potřeba.
- PL systémové spojky – plní funkci opakovačů signálu v síti 230V. Mohou se také použít jako liniové spojky pro propojení více PL linií, nebo pro spojení topologie PL s topologií TP.

Pro topologii internetového protokolu IP se používají:

- IP routery – používají se pro snadné propojení linií nebo oblastí. Lze je také využít jako programovací rozhraní.
- IP rozhraní – rozhraní, které se používá pro programování systému přes Ethernet.

Koncové přístroje plní konkrétní požadované funkce systému. Dělí se na snímače a akční členy.

Snímače jsou přístroje, které jsou původci pokynů, které systém následně vykonává. Nejjednodušší snímač je klasické tlačítko, které dává pouze informaci on/off. Dále do této skupiny spadají snímače pohybu, časové spínače, binární vstupy, analogové vstupy, prostorové termostaty a různé druhy terminálů.

Akční členy přijímají informace ze snímačů a na jejich základě provádí silové spínání, které je požadováno. Patří mezi ně binární výstupy (on/off funkce), stmívače, žaluziové akční členy, vizualizační prostředky, regulátory osvětlení.

2.4 Komunikační media

V KNX instalacích je možná komunikace za pomoci čtyř metod a to KNX kroucený pár (KNX TP), KNX Powerline (KNXPL), KNX radiofrekvenční (KNX RF) a KNX IP.

Kroucený dvoužilový pár TP je nejpoužívanější komunikační metoda v KNX instalacích. V takto provedené instalaci jsou všechny prvky instalace paralelně propojeny krouceným párem. Kroucený pár slouží jak pro přenos dat, tak pro napájení.

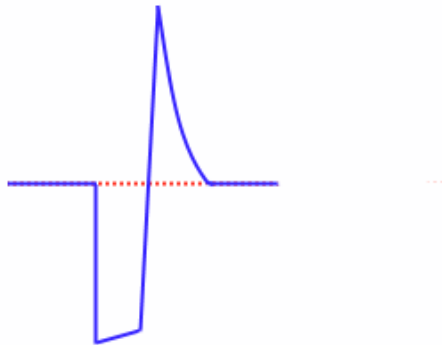
Jmenovité napětí je 24V, ale zdroj má výstupní napětí vyšší a to 30V. Napětí je vyšší z důvodu rezervy pro úbytky na vedení a přechodových odporech. To ovšem přístrojům nedělá problém, protože pracují správně v rozsahu napětí 30V – 21V. AC datový signál sloužící pro přenos dat se na DC napětí superponuje a přijímá přes transformátor.

Data se přenáší sériově rychlostí 9600 bit/s. Nečinný stav je brán jako jednička a pokles napětí jako nula (pokles o asi 5V). Po tomto poklesu napětí zbývající částí systému následně generují kladný kompenzační puls (celý tento děj je na: Obrázek 3 Pulz logické nuly v TP). Komunikace přes TP je zprostředkována pomocí symetrického přenosu což znamená, že kabel nemá pevný vztažný bod proti zemi, neboli zařízení nezaznamenává napětí proti zemi ale napětí mezi datovými vodiči. Díky tomu je vysoká odolnost systému proti indukovanému rušení.

Přístroje komunikují pomocí telegramů, které se u TP skládají z: Kontrolní pole (1Byte), Adresové pole (5Bytů), Datové pole (1 až 16Bytů), Ověřovací pole (1 Byte)

Přístup na sběrnici KNX je náhodný a pro zabránění kolizím je použit systém CSMA/CA (vícenásobný přenos s vyhnutím se kolizím). To znamená, že přístroj, který odesílá telegram, zároveň odposlouchává data na sběrnici. Pokud by došlo ke kolizi (jeden přístroj posílá nulu druhý jedničku), tak přístroj co chce posílat jedničku (nečinný stav)slyší, že je posílána nula a to vyhodnotí jako kolizi a proto přeruší své vysílání a svůj přenos opakuje po skončení přenosu druhého přístroje.

Připojení přístrojů na sběrnici je provedeno pomocí svorkovnice, která se dá vyjmout a pojme až čtyři KNX kabely, což umožňuje jednotlivé prvky odpojit od sběrnice, aniž bychom přerušily komunikace ostatních prvků.[4]



Obrázek 3 Pulz logické nuly v TP

V KNX Powerline PL se pro komunikaci používá silových kabelů, což umožňuje nenákladný přechod ve staré budově na KNX instalaci. Využívá se vždy fázový vodič a nulový vodič.

Na rozdíl od TP nepotřebuje tento typ rozvodu speciální zdroj. Potřebné napájení si přístroje vezmou ze sítě (230V). Je-li potřeba komunikovat po všech třech fázích, tak se použijí mezifázové spojky. Aby se signály z KNX instalace nepřenášely do vnější sítě tak jsou použity pásmové zádrže.

Rychlost přenosu dat po PL je 1200 bit/s a je provedeno pomocí širkového kmitočtového klíčování. Při této metodě se superponují dvě různé frekvence na síťové napětí. Frekvence 105,6 kHz, která odpovídá logické nule a frekvence 115,2 kHz, která odpovídá logické jedničce. Střed těchto dvou frekvencí je zhruba 110 kHz, a proto tento systém přenosu bývá také nazýván jako PL110.

Komunikace probíhá pomocí opět pomocí telegramů, kde je použit rozšířený TP telegram ve složení: Tréninková sekvence (4 Bity), 2 úvodní pole (2 Byty), Kompletní KNX TP telegram (8 až 23 Bytů), Systémové ID (1 Byte).

Kolizím v systému PL je zabráněno ztižením odesílání telegramů. Přístroje mohou být ve dvou stavech přijímání a odesílání. Výchozím stavem je přijímání, a aby se mohl přepnout do stavu odesílání, musí být sběrnice volná. Pokud sběrnice volná není, bude jeho přenos odložen.[4]

Bezdrátová komunikace pomocí radiofrekvenčního přenosu KNX RF je vhodná pro rozšíření stávajících instalací v místech, kde není možné pokládat kabely.

Protože se RF instalace provádí hlavně tam, kde není možné klást kabely je potřeba zajistit napájení. Přístroje, které musí stále být schopné přijímat (např. akční členy), jsou obvykle napájeny ze sítě, ale přístroje které přijímat nepotřebují (např. snímače) mohou být napájené pouze z baterie.

KNX RF využívá frekvenční modulaci, kde logické stavy 0 a 1 jsou vytvářeny změnami kmitočtu nosné vlny (středního kmitočtu). Nosný kmitočet výrazně ovlivňuje dosah signálu. KNX RF lze rozdělit na KNX Ready a KNX Multi. KNX Ready má jediný možný komunikační kanál s nosným kmitočtem 868,3 MHz díky čemuž je náchylný na rušení od jiných systémů. KNX Multi těmto rušením odolává díky možnosti přepnout na jiný kanál, pokud je první obsazený, nebo jiný pomalejší kanál. Rychlost přesunu dat je pro rychlé kanály 16,384 kb/s a pro pomalé kanály je to polovina. Pro přenos na větší vzdálenosti se používají retranslátory. Pro propojení KNX RF s KNX TP se používají mediální spojky.

Telegram v KNX RF je strukturovaný následovně: Synchronizace, Datový blok 1 (10 Bytů), Ověření (2 Byty), Datový tok 2 (16 Bytů), Ověření (2 Byty), Možnost dalších datových toků následovaných opět Ověření, Synchronizace. Datový blok 1 obsahuje: Kontrolní pole, Sériové č./adresa domény, Ověření. Další datové bloky obsahují: Synchronizace, Individuální adresa (zdroj), Individuální adresa (cíl) nebo skupinová adresa, Kontrolní pole, Data, Ověření.[4]

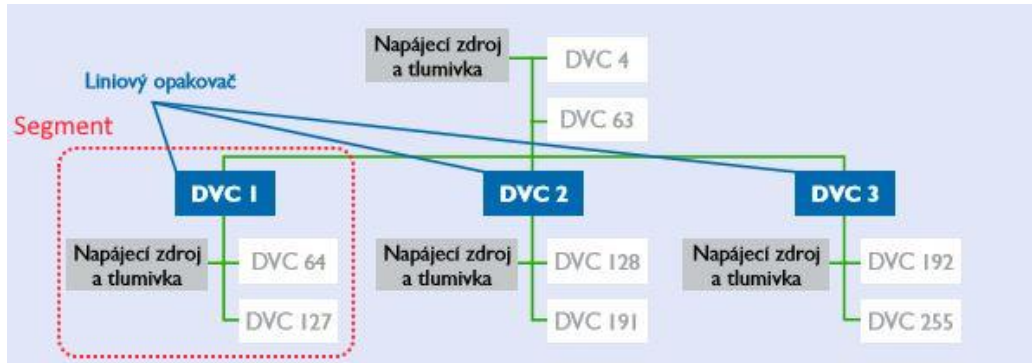
KNX IP je komunikace za pomoci Ethernetu. Je to vysoce výkonné řešení pro malé lokální i rozsáhlejší sítě, které se používá především ve vazbě na internet. Ethernet je definovaný mezinárodní normou pro Ethernet IEE 802.3. Pro komunikaci přes Ethernet se používají dva protokoly TCP a UDP. TCP (transmission control protocol) se používá pro trvalý datový tok, který je zabezpečený proti chybám, ale z toho důvodu je pomalejší. UDP (user datagram protocol) není zajištěn proti chybám, a proto se používá hlavně v aplikacích, kde je přijatelné že se některé balíčky dat ztratí (např. přenos audio a video). Takto provedená komunikace má množství výhod, které vychází z připojení takto provedené instalace na internet, a to že: je možné takovou instalaci kontrolovat odkudkoli, z jednoho místa lze dohlížet na několik instalací najednou, možnost vzdáleného přeprogramování projektantem.

KNX IP telegram je jako KNX TP telegram, ale nutně obsahuje informace navíc. Seskládá se z pěti bloků: Záhlavní délka, Verze protokolu, Identifikátor typu služby, Celková délka, KNXnet/IP soubor

Pro ovládání/nahrávání softwaru z ETS se používá KNXnet/IP tunneling. Pro souběžné ovládání několika účastníků se používá routing.[4]

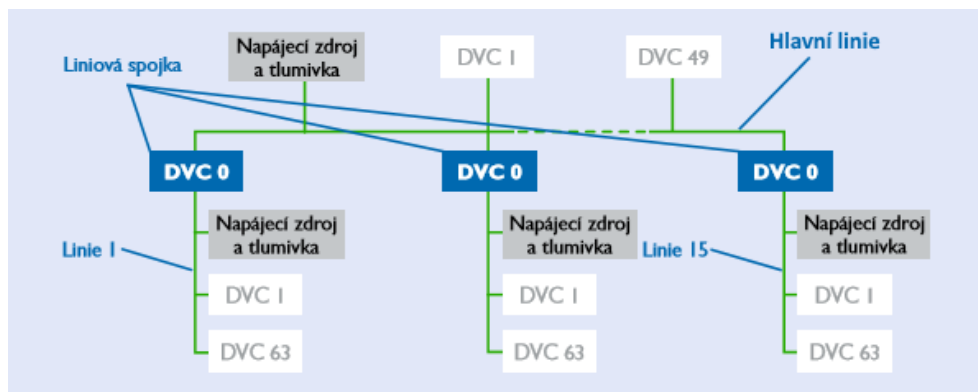
2.5 Topologie

Základem topologie KNX TP a mnoha dalších je linie. V linii musí být napájecí zdroj s tlumivkou a maximálně 255 přístrojů. Limitace jednoho napájecího zdroje je 64 přístrojů což znamená, že pokud chceme využít maximální kapacitu linie (255 přístrojů) tak musíme použít 4 napájecí zdroje a 3 liniové opakovače (pro každý zdroj navíc jeden). Pokud chceme použít v linii více než jeden zdroj, tak linii musíme rozvést a použít liniový opakovač, za kterým daný zdroj bude. Tomu se říká liniový segment. Příklad linie je na obrázku 4.[3][4]



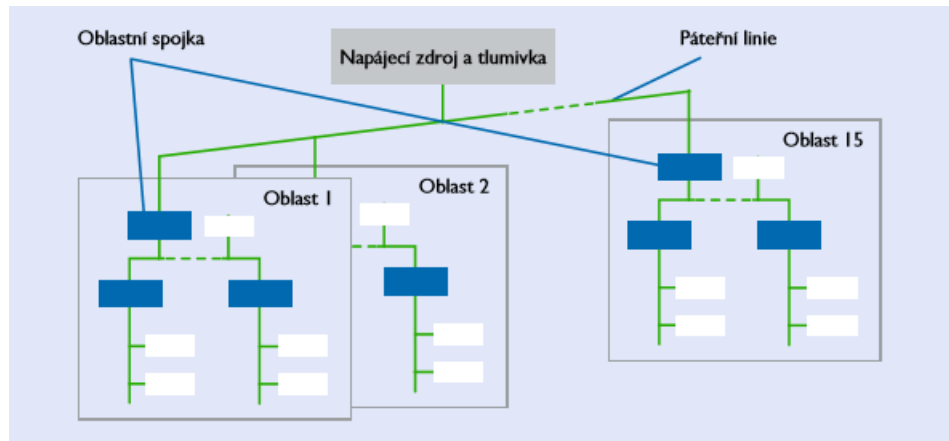
Obrázek 4 Linie rozšířená o tři segmenty [4]

Dalším rozšířením nad rámec linie je oblast. Oblast spojuje až 15 linií na hlavní linii za pomoci liniových spojek a napájecího zdroje s tlumivkou. Na samotné hlavní linii může být až 64 přístrojů včetně liniových spojek. Z praktických důvodů se linie většinou nepřepřlňují na maximum, ale spíš se založí více linií. Je to z důvodu lepší přehlednosti a ovladatelnosti systému, která vzniká díky liniovým spojkám, které filtrují telegramy a posílají telegramy jen do linií kam jsou směřovány. Příklad oblasti na obrázku 5.[3][4]



Obrázek 5 Oblast [4]

Až 15 oblastí můžeme opět spojit dohromady na páteřní linii za pomoci oblastních spojek a napájecího zdroje s tlumivkou. Stejně jako na oblasti tak tady může být také maximálně 64 přístrojů včetně oblastních spojek. Oblastní spojky jsou v praxi pouze liniové spojky, které jsou jinak parametrizovány. Příklad na obrázku 6.[4]



Obrázek 6 Spojení několika oblastí [4]

Pokud bychom využily všechny tyto možnosti tak v celé topologii může být přes 65 000 přístrojů. Velkým limitačním faktorem těchto systémů je maximální délka sběrnice: od napájecího zdroje max. 350m, mezi dvěma přístroji na linii max. 700m, délka v jednom liniovém segmentu max. 1000m.

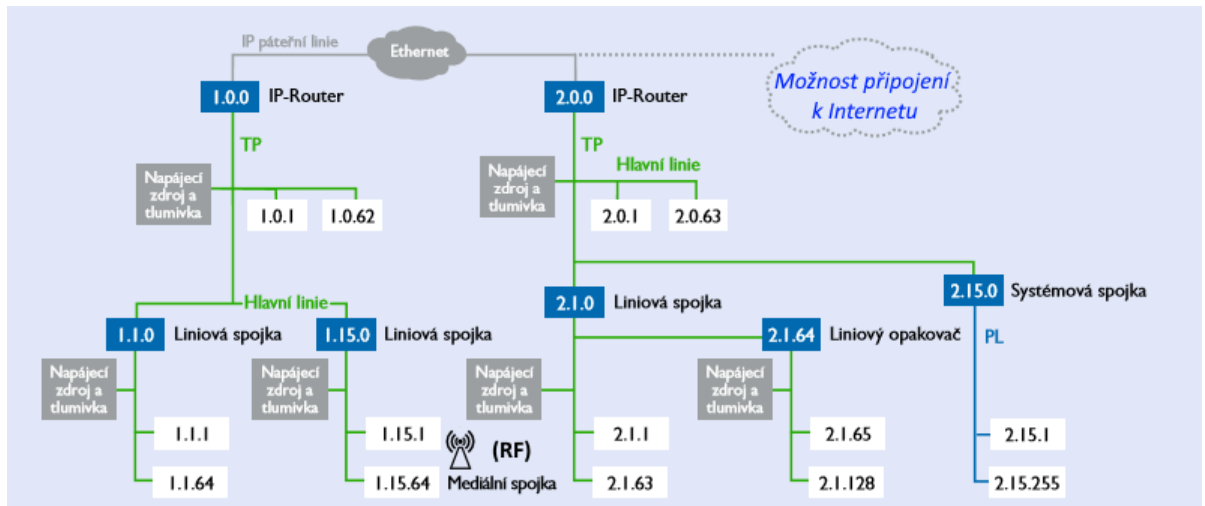
V závislosti na topologii je přístroji udělena jedinečná adresa ve formátu x.y.z, kde x je číslo oblasti, y je číslo linie a z je pořadové číslo přístroje v linii. Adresy končící nulou jsou rezervované pro liniové a oblastní spojky.[4]

Topologie PL je podobná jako topologie TP. Jsou zde také linie i oblasti, ale místo liniových spojek se zde používají systémové spojky a jednotlivé KNX PL linie od sebe musí být odděleny pásmovými zádržemi.[4]

V KNX RF není hierarchické uspořádání přístrojů a přístroje mohou být kdekoliv, pokud jsou v dosahu jiného přístroje. Telegramy z jedné KNX RF instalace mohou ovlivňovat jinou KNX RF instalaci v dosahu. KNX RF je čistě rádiová síť, ale většinou bývá kombinovaná s jiným systémem (TP nebo IP).[4]

Topologie IP je založená na použití KNXnet/IP routerů, na kterých je Ethernetový port a KNX TP propojení. Routery mezi sebou přenáší telegramy přenosovým způsobem. Použití ethernetu zvyšuje přizpůsobivost KNX systémových topologií. KNX IP je velice dobře se doplňující se s KNX TP, kdy je linie provedena pomocí TP a KNXnet/IP routery jsou použity jako liniové, nebo oblastní spojky. Také se dá KNX IP použít pro jednoduché propojení dvou stávajících KNX instalací. Dalo by se říci, že KNX IP je dobrým doplňkem k topologiím TP, které pohodlně propojí a umožní ovládání/programování přes internet (není to ovšem nutností a některé routery takovou funkci ani nemají).

Jenom jeden typ komunikace nemusí být v daném systému dostačující, ale je možné je vzájemně kombinovat dle potřeby. Příklad topologie, kde jsou použity tyto čtyři způsoby komunikace, je na obrázku 8.[4]



Obrázek 7 Příklad smíšené topologie [4]

2.6 ETS

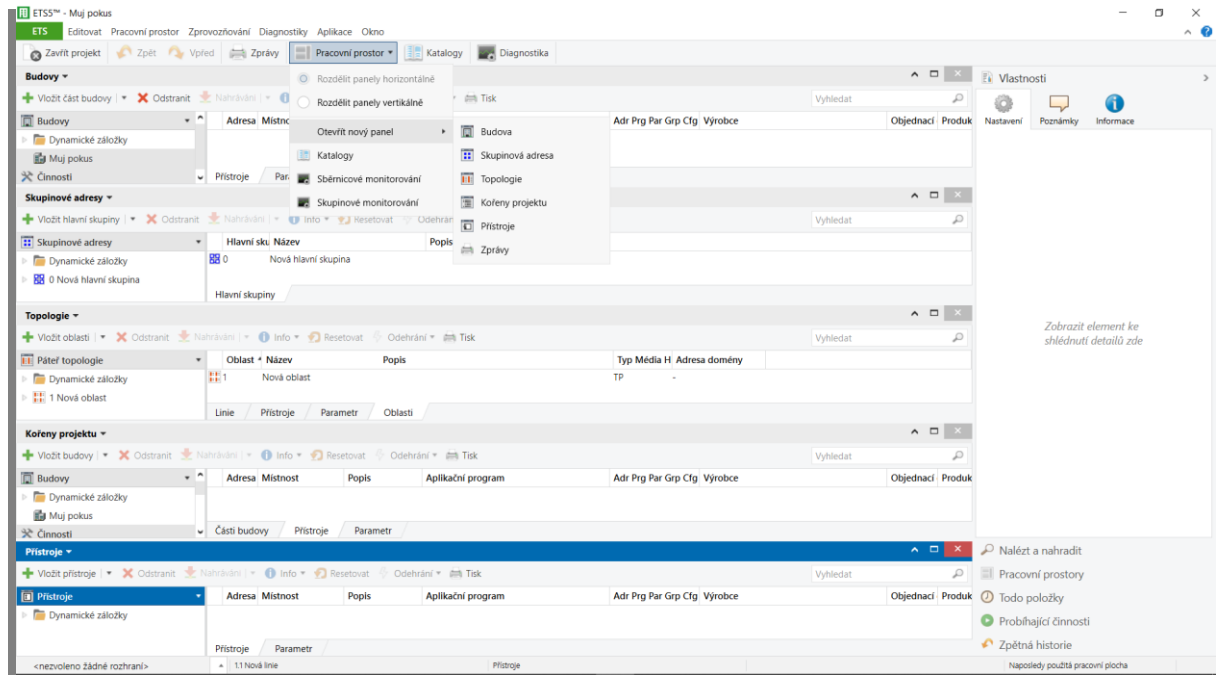
ETS z anglického Engineering Tool Software je program používaný pro snadný návrh, projektování a programování KNX instalací, který není závislý na výrobci produktů. Jedinou podmínkou je nutnost mít daný přístroj v katalogu

ETS umožňuje tyto funkce

- Nahrávání / čtení katalogů výrobců
- Nastavení parametrů v aplikačních softwarech
- Manipulace se skupinovými adresami
- Nahrávání aplikačních softwarů
- Soupis dokumentace k projektu
- Rozšířená pomoc s diagnostikou a vyhledáváním chyb

ETS byl tvořen dle pravidle pro Windows, takže jeho používání je pro uživatele produktů od Microsoftu celkem snadné a jednoduché na pochopení. Po otevření nebo založení nového projektu se projektování provádí v jednotlivých oknech, se kterými projektant dle potřeby manipuluje. Ukázka programu je na obrázku 9.

- Okno budova ukazuje budovu, jednotlivé místnosti a rozvaděče, kterým jsou přiřazeny přístroje.
- Okno skupinových adres zobrazuje jednotlivé funkce, kde skupinová adresa odpovídá jedné dané funkci.
- Okno topologie zobrazuje topologické schéma – strukturu daného projektu
- Okno přístrojů zobrazuje seznam všech přístrojů použitých v daném projektu
- Okno zprávy obsahuje zprávy o jednotlivých datech projektu, připravené k tisku či odeslání jako oficiální hlášení
- Okno katalog pro jednoduché vyhledávání přístrojů s funkcí hledání
- Okno diagnostiky pro diagnostiku instalace



Obrázek 8 Ukázka programu ETS

2.7 Požadavky na KNX instalaci

Pro KNX instalace platí všechny požadavky norem, co platí pro klasické instalace v rozsahu 230V, ale navíc je nutné dodržovat specifické požadavky KNX

Pro instalaci sběrníkových linií nejsou potřebná žádná bezpečnostní opatření z důvodu jejich provozu na bezpečném napětí 30V DC (SELV), díky čemuž nejsou osobám nebezpečná ani při přímém dotyku. Problém ovšem nastává s rušením, na které jsou náchylné a tak KNX norma uvádí typy kabelů, které mohou být použity. Kabely musí být stíněnými kroucenými páry, jejichž stínění nesmí být připojeno na zem. Rovněž nelze použít silové kabely z důvodu možné záměny a jejich nevyhovění požadavkům na komunikaci. [4]Doporučené typy kabelů:

- YCYM 2x2x0,8mm
- JY(St)Y 2x2x0,8mm
- JH(St)H 2x2x0,8mm
- A-2Y(L)2Y nebo A-2YF(L)2Y – Venkovní použití

Nejpoužívanější sběrníkové kabely mají dva kroucené páry. Jeden, který se běžně používá a druhý záložní pro který platí:

- Využití jen pomocí SELV/PELV
- Maximální trvalý proud 2,5A s ochranou
- Nelze využít pro veřejné telekomunikační sítě
- Lze použít pro separované napájení náročnějších přístrojů

Mezi sběrníkovým vedením (DC 30V) a silovým vedením (AC 230V) musí být dvojitá izolace schopná odolat zkoušejícímu napětí 4kV. Musí být dodržena minimální vzdálenost mezi izolovanými jádry sběrníkových vodičů a silovým kabelem minimálně 4mm. Stínění musí končit až v blízkosti svorek a nesmí se vzájemně propojovat. Sběrníkové kabely je vhodné klást souběžně se silovým vedením při dodržení instalačních zón.[4]

KNX PL využívá stávající silové vedení a proto nejsou žádné speciální požadavky, ale je nutné zabránit putování telegramu do vnější sítě za pomoci pásmových zádrží. V těchto obvodech nelze použít jističe a proudové chrániče menších jmenovitých proudů jak 10 A. Zároveň nelze použít kabely s průřezem větším než 25mm², nebo kabely s uzemněným stíněním.[4]

U KNX RF je nutné pamatovat na maximální dosah, který je za ideálních podmínek zhruba 100m a na možné rušení mezi sousedními KNX RF instalacemi.

KNX IP se řídí stejnými požadavky jako kabely IT sítí.

2.8 Bezpečnost KNX instalací

KNX instalace umožňují připojení instalací na internet díky čemu se dají lehce ovládat na dálku a je možné kontrolovat správnou funkci několika instalací z jednoho řídicího místa. To je velmi pohodlné, ale jak se ukazuje, internet není bezpečné místo a přináší značné riziko v podobě hackerských útoků na instalace na něj připojené. Nebezpečí plyne z mnoha míst začínaje možností vypnutí chránění budovy realizované pomocí KNX po informaci o pohybu osob v daném objektu.[5]

Aby systémy KNX vyhověly požadavkům na bezpečí dat, byla vyvinuta architektura KNX Secure. Tyto přístroje implementují ochranné mechanismy a algoritmy normalizované v normě ISO 18033-3 CCM a šifrováním v souladu s AES 128 CCM. KNX Secure je normalizován dle EN 50090-4-3. To zaručuje nejvyšší úroveň ochrany za pomoci ověřování a šifrování komunikace.[5] Metody:

- Ověřování telegramů tak aby je příjemce mohl rozpoznat jako pravdivé či nepravdivé.
- Šifrování činí telegramy nečitelné pro třetí stranu.
- Sekvenční číslo zabraňuje opakování telegramů, které je zbytečné a nežádoucí.

Komunikace s přístroji je zajištěna během projektování za pomoci ETS. KNX Secure je prováděno dvěma mechanismy, které lze vzájemně bez problémů kombinovat a to:

- KNX IP Secure pro ochranu komunikace KNX IP
- KNX Data Secure pro ochranu běžné komunikace

3 NÁVRH FUNKCIONALITY

3.1 Použité přístroje

Na tento panel je použito celkem 17 přístrojů od různých výrobců, a to 8 senzorů, 4 akční členy, 3 zdroje, IP rozhraní a proudová ochrana.

Tlačítko SBR/U6.0.1-84 od firmy ABB, které disponuje šesti nastavitelnými tlačítky, kterými je možné ovládat světla, žaluzie, stmívání, nebo použít pro vyvolání scén. Dále umožňuje kontrolu topení a chlazení. Vestavěný display umožňuje zobrazení teploty, vlhkosti, data a času.

Tlačítko 75663593 od firmy Berker umožňuje kontrolu světel, žaluzií, stmívání a scén za pomoci šesti nastavitelných tlačítek. Dále umožňuje kontrolu teploty a zobrazení dat na display.

Tlačítko 200-02 (202-03) od Basalte umožňuje kontrolu světel, žaluzií, stmívání, scén pomocí čtyř tlačítek s RGB odezvou.

Tlačítko EK-ED2-TP-RW od firmy EKINEX disponuje čtyřmi tlačítky, u kterých je možnost rozložení jejich funkce na spodní a horní část tlačítka. Každé tlačítko může ovládat až 8 objektů najednou a jeho funkce může být indikována diodou o dvou barvách. Umožňuje ovládání světel, žaluzií, stmívání, vyvolávání scén, ovládání teploty, logické funkce a uložení vnitřních scén.

Tlačítko HDL-M/TBP6.1-A2 od firmy HDL umožňuje kontrolu světel, žaluzií, stmívání a vyvolávání scén pomocí šesti tlačítek.

Tlačítko QMX3.P37 od firmy SIEMENS umožňuje kontrolu teploty, kontrolu vlhkosti vzduchu a kvality vzduchu. Pomocí osmi tlačítek může ovládat světla, žaluzie, stmívání a vyvolání scén.

Tlačítko 8000641-030 (8400100-039) od firmy Simon disponuje čtyřmi tlačítky, kterými může ovládat světla, žaluzie, stmívání a vyvolávání scén. Dále může měřit a ovládat teplotu a využít vnitřní scény.

Detektor pohybu 140-L-KNX-DX-93393 od firmy BEG který umožňuje detekci pohybu a má vnitřní světelný senzor.

Stmívací akční člen pro RGBW HDL-M/DRGBW4.1 od firmy HDL umožňuje ovládání RGBW pásku v rozsahu napětí mezi 12V a 60V.

Spínací akční člen SA/S8.10.2.1 od firmy ABB umožňuje spínání až 8 různých elektrických obvodů, které je možné kromě signálů ovládat i manuálně na čele přístroje přes spínače, které zároveň zobrazují stav kontaktu (0/1).

Roletový akční člen JRA/S4.230.2.1 od firmy ABB umožňující spínání až 4 různých žaluziových obvodů, které je možné kromě signálů přes KNX ovládat manuálně tlačítky na čele přístroje, kde jsou také diody signalizující stav žaluzií.

Spínací akční člen HDL-M/R8.10.1 od firmy HDL umožňující spínání až 8 různých elektrických obvodů, které lze ovládat také tlačítky na čele přístroje, kde jsou také umístěny diody indikující stav obvodů.

IP router 5WG1 146-1AB03 od firmy SIEMENS umožňuje bezpečný přenos dat díky KNX IP SECURE. Může být použitý jako liniová nebo oblastní spojka. Lze použít pro nahrání programů do KNX přístrojů.

Zdroj HDR-150-15 od firmy MEAN WELL pro napájení obvodů o hodnotě napětí 15V schopný dodat proud o maximální hodnotě 9,5A a maximálním dodávaném výkonu 142,5 W

Zdroj KNX-20E-640 od firmy MEAN WELL pro poskytnutí napájení na KNX lince o velikosti napětí 30V a maximálním dodaném proudem 640 mA.

Zdroj HDR-15-24 od firmy MEAN WELL pro napájení obvodů o hodnotě napětí 24V maximálním proudem 0,63A a výkonem 15,2 W

Proudová ochrana ADS916D od firmy Hager s vypínací charakteristikou typu B a jmenovitým proudem 16A

Použité přístroje celkem umožňují:

- 16 x spínání (světla/topení/chlazení)
- 4 x kontrola žaluzií
- 1 x kontrola RGBW pásku
- 38 x ovládací tlačítko
- 1 x detekce pohybu

3.2 Návrh funkcí

Panel se bude skládat ze zakřivené demonstrační plochy, na které bude grafické znázornění domu a z ovládací části pod plochou, na které budou umístěny ovládací prvky. Jednotlivé funkce graficky znázorněné na demonstrační ploše budou realizovány pomocí led diod, které budou mít odlišné barvy pro jednotlivé funkce (ukázka na Obrázek 9). Panel se bude moci posvítit pomocí RGBW pásku umístěnému uvnitř. U demonstračního panelu bude umístěn rozvaděč, v kterém budou umístěny rozvaděčové prvky.

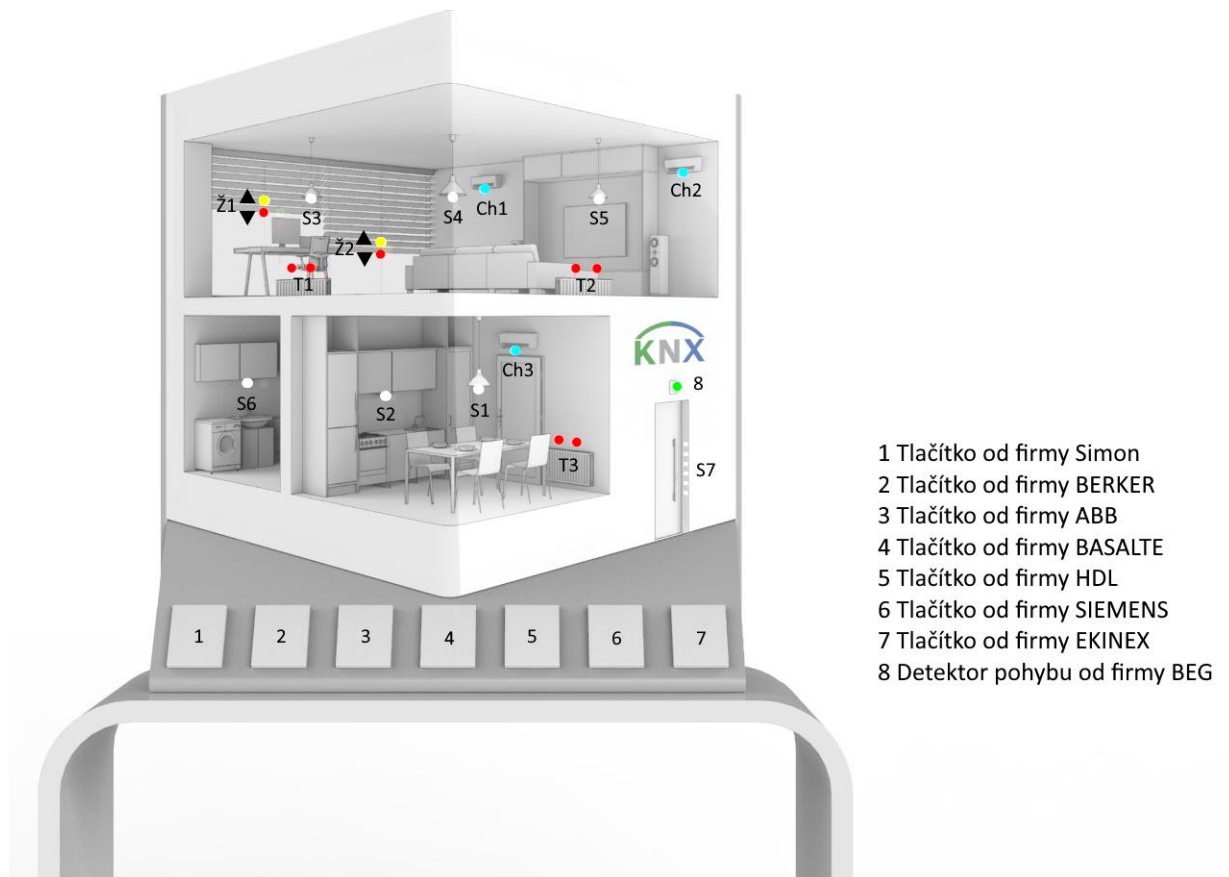
Osvětlení bude realizováno sedmi samostatně ovládanými světly rozmístěnými ve třech viditelných místnostech a jedno přede dveřmi. Označení S1 – S7 .

Žaluzie budou realizovány jako dva na sobě nezávislé díly zakrývající prosklenou stěnu horní místnosti (obývacího pokoje), kdy funkčnost každého dílu bude realizována diodou pro pohyb žaluzií dolů a diodou pro pohyb nahoru. Označení Ž1 a Ž2.

Topení a chlazení budou každé reprezentovány třemi přístroji (radiátory, chladicí jednotky) umístěnými v obývacího pokoje a jedné ze spodních místností (kuchyni). Jejich ovládání budou obstarávat dva termostaty s nastavením automatického přepínání mezi chlazením a topením a výběrem mezi čtyřmi režimy (Comfort, Stand by, Economy, Building protection). Označení T1 až T3 pro topení a Ch1 až Ch3 pro chlazení.

Dále bude demonstrována možnost využití scén a to nastavením celkem 4 scén:

1. Scéna „příchod“ – Srolování žaluzií do dolní polohy, nastavení režimu topení/chlazení na Stand by
2. Scéna „odchod“ – Vypnutí všech světel v domě, srolování žaluzií do horní polohy, nastavení režimu topení/chlazení na Economy
3. Scéna „dovolená“ – Vypnutí všech světel v domě, srolování žaluzií do horní polohy, nastavení režimu topení/chlazení na Building protection
4. Scéna „práce“ – Srolování žaluzií do horní polohy, zapnutí světla v obývacího pokoje nad stolem, vypnutí světel v obývacího pokoje nad gaučem a nad televizí



Obrázek 9 Grafika panelu (Dominik Lob)

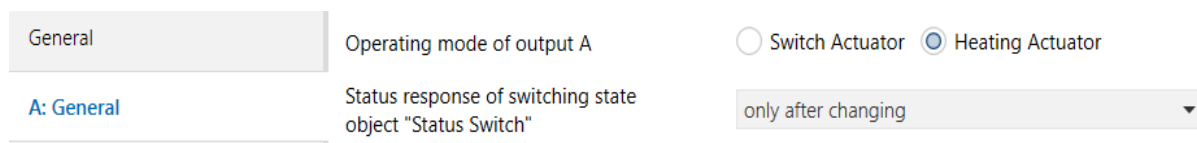
4 PROGRAMOVÁNÍ V ETS

Začátkem programování v ETS je založení projektu. Tento projekt bude mít páteřní linii IP, protože používáme IP router a ten potřebuje IP páteřní linii. Linie bude mít jako komunikační médium kroucený pár TP. Typ adres je z důvodu přehlednosti třístupňový.

Z katalogu vložíme do projektu aplikační programy přístrojů, které budou komunikovat na linii, což jsou senzory, akční členy a systémové přístroje pro nahrání programů a liniové/oblastní spojky, což zde je jenom IP router.

Programy přístrojů přidané do ETS již mají základní parametry nastavené, proto stačí změnit jen některé parametry přístroje při nastavování parametrů přístroje.

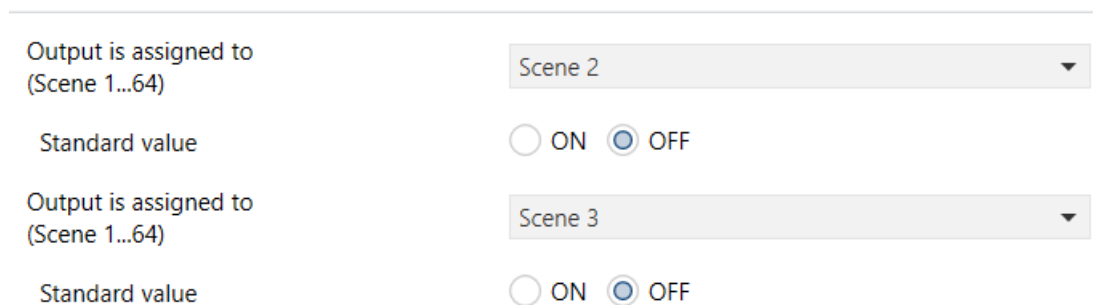
Pro akční člen SA/S8.10.2.1 od ABB je nutné změnit typ výstupu u kanálů A až F na topný člen (Heating Actuator) v generálních parametrech daného kanálu (zobrazeno na Obrázek 10). Povolit funkci osmibitových scén pro kanály G a H v záložce funkcí těchto kanálů (Obrázek 11), a nastavit vypnutí kanálů G a H při scénách 2 a 3 v záložce scén (Obrázek 12).



Obrázek 10 Změna typu výstupu

Enable function "scene (8 bit)" no yes

Obrázek 11 Povolení scén



Obrázek 12 Nastavení vypnutí kanálu při scéně 2 a 3

Pro žaluziový akční člen JRA/S4.230.2.1 je potřeba pro kanály A a B povolit osmibitové scéný v záložce funkcí daných kanálů (Obrázek 13) a nastavit hodnoty žaluzií pro scéný 1 až 4 (Obrázek 14).

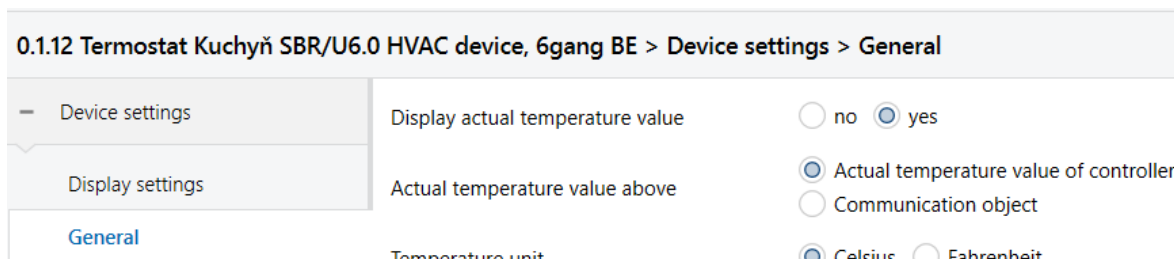
- Enable positions/presets Yes No
- Enable automatic sun protection Yes No
- Enable 8 bit scene Yes No

Obrázek 13 Nastavení funkcí žaluziového členu

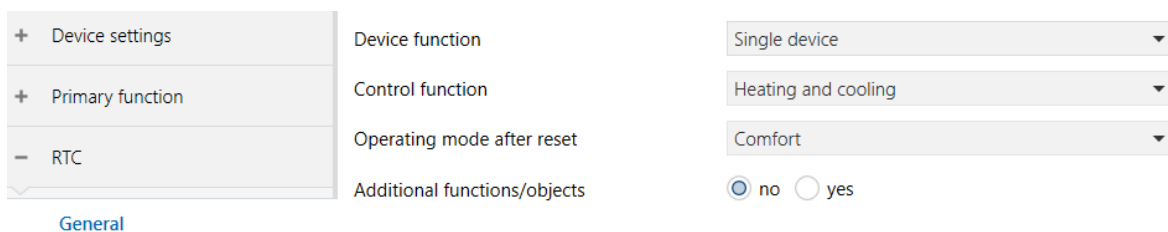
| | |
|---|---|
| Assignment to scene number 1...64 | Scene No. 1 |
| Position Height in % [0...100] (0% = top; 100% = bottom) | 100 |
| Position Slat in % [0...100] (0% = open; 100% = closed) | 100 |
| Use 2nd assignment | <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No |
| Assignment to scene number 1...64 | Scene No. 2 |
| Position Height in % [0...100] (0% = top; 100% = bottom) | 0 |
| Position Slat in % [0...100] (0% = open; 100% = closed) | 0 |
| Use 3rd assignment | <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No |
| Assignment to scene number 1...64 | Scene No. 3 |
| Position Height in % [0...100] (0% = top; 100% = bottom) | 0 |
| Position Slat in % [0...100] (0% = open; 100% = closed) | 0 |
| Use 4th assignment | <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No |
| Assignment to scene number 1...64 | Scene No. 4 |
| Position Height in % [0...100] (0% = top; 100% = bottom) | 100 |
| Position Slat in % [0...100] (0% = open; 100% = closed) | 100 |

Obrázek 14 Nastavení rolet pro scény

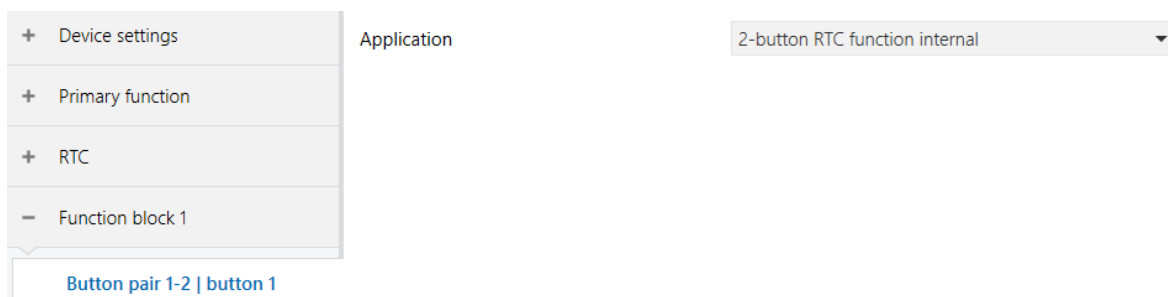
Pro tlačítko SBR/U6.0.1-84 se změní v generálních parametrech, aby display zobrazoval aktuální hodnotu teploty (Obrázek 15) v generálním nastavení pro regulaci teploty (RTC) se změní kontrolovaná funkce na topení a chlazení (heating and cooling zobrazeno na Obrázek 16) a funkčním bloku 1 nastavit funkci tlačítek 1-2 na dvoutlačítkovou vnitřní změnu režimu topení (Obrázek 17).



Obrázek 15 Nastavení zobrazování aktuální teploty



Obrázek 16 Nastavení funkce topení a chlazení

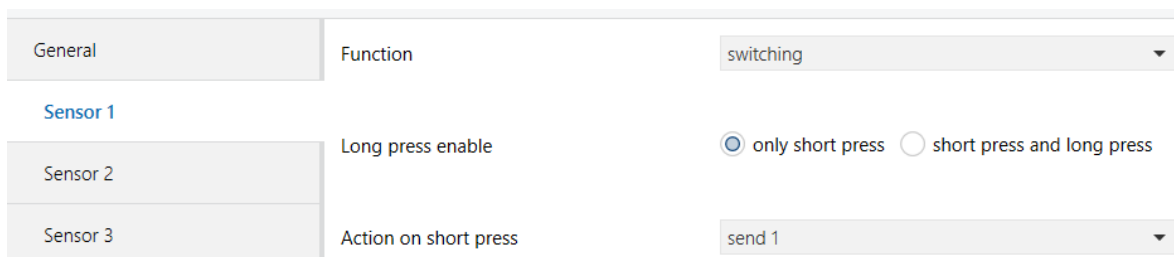


Obrázek 17 Nastavení tlačítek 1-2

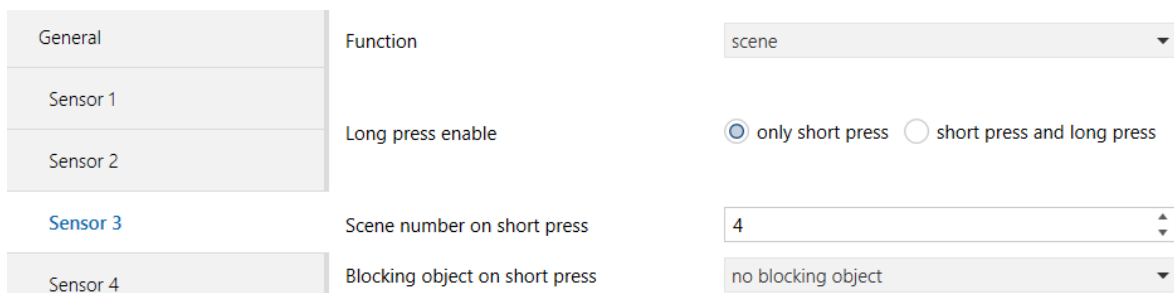
Pro tlačítko 200-02 (Basalte) je potřeba v hlavních parametrech aktivovat funkci kontroléru scén (Obrázek 18), změnit nastavení senzoru 1 na přepínání na hodnotu 1 a senzoru 2 na přepínání na hodnotu 0 (Obrázek 19), nastavit senzor 3 na vyvolání scény číslo 4 (Obrázek 20), v sekci kontroléru scén nastavit výstupy 3 a 4 na 1 Byte (Obrázek 21) a nastavit hodnoty scénových výstupů 3 a 4 pro scénu 1 na 2 pro scénu 2 na 3 a pro scénu 3 na 4(Obrázek 22).

Scene controller disable enable

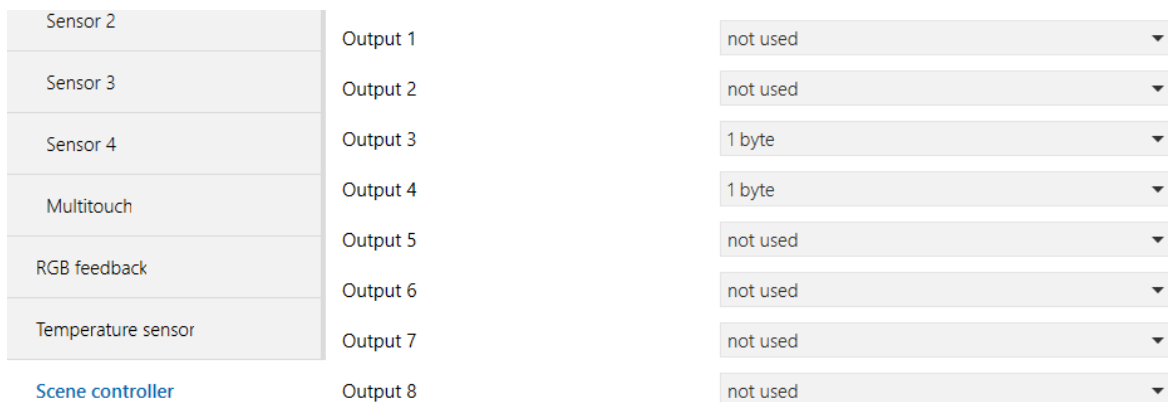
Obrázek 18 Aktivace funkce kontroléru scén



Obrázek 19 Nastavení senzoru 1



Obrázek 20 Nastavení senzoru 3

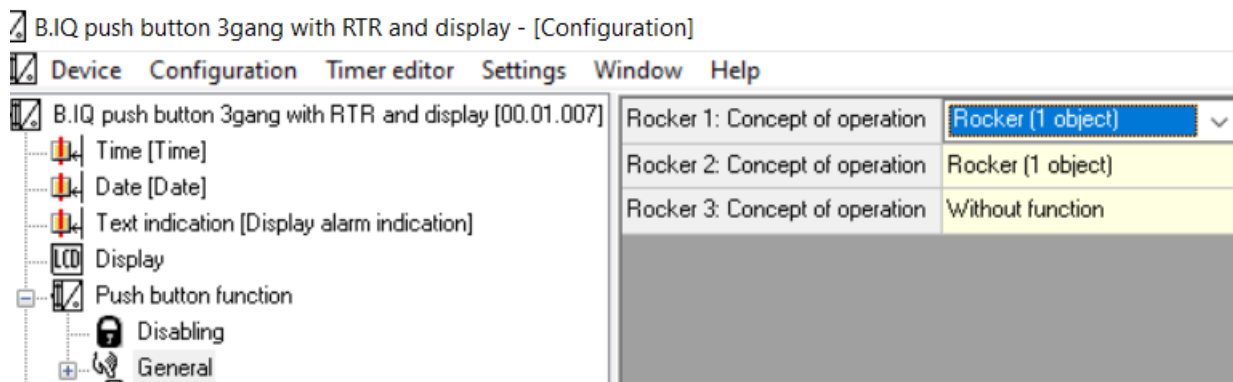


Obrázek 21 Nastavení výstupů scén



Obrázek 22 Nastavení 1 scény

Tlačítko 75663593 nastavit v generálních parametrech tlačítek aby 1 a 2 tlačítko pracovali jako společná kolébka 1 a tlačítka 3 a 4 aby pracovali jako společná kolébka 2 (Obrázek 23) a nastavení kolébek 1 a 2 na funkci spínání (Obrázek 24).



Obrázek 23 Nastavení spínačů Berker

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Push button description | Rocker 1 |
| Function of the rocker | Switching |
| Command on pressing a rocker | Left ON / right OFF |

Obrázek 24 Nastavení první kolébky

Tlačítko EK-ED2-TP-RW nastavení spínačů 1,2 a 3 na funkci vyvolávání scén (Obrázek 25) a přiřazení jednotlivým tlačítkům číslo scény (Obrázek 26).

Rockers configuration

| | | |
|-------|------------|---|
| | Rocker 1 | independent or single |
| | Function A | <input type="radio"/> disabled <input checked="" type="radio"/> enabled |
| | Type | scene |
| | Function B | in parallel with function A, as a single function |
| <hr/> | | |
| | Rocker 2 | independent or single |
| | Function A | <input type="radio"/> disabled <input checked="" type="radio"/> enabled |
| | Type | scene |
| | Function B | in parallel with function A, as a single function |
| <hr/> | | |
| | Rocker 3 | independent or single |
| | Function A | <input type="radio"/> disabled <input checked="" type="radio"/> enabled |
| | Type | scene |
| | Function B | in parallel with function A, as a single function |
| <hr/> | | |
| | Rocker 4 | disabled |

Obrázek 25 Nastavení spínačů tlačítka od EKINEX

Rocker 1 > Function A

| | | |
|--|--------------------|---|
| | Lock function | <input checked="" type="radio"/> disabled <input type="radio"/> enabled |
| | First scene number | 1 |
| | Learning mode | <input checked="" type="radio"/> disabled <input type="radio"/> enabled |
| | Scene activation | <input checked="" type="radio"/> send first scene only <input type="radio"/> toggle between 2 scenes |

Obrázek 26 Nastavení čísel scén

Akční člen HDL-M/R8.10.2.1 nastavení kanálů A až D, aby zobrazily nabídku funkcí (Obrázek 27), povolit u kanálů A až D funkci scén (Obrázek 28) a nastavení hodnot scén. Pro kanál A: scéna 2 OFF, scéna 3 OFF, scéna 4 On. Pro kanál B a C scéna 2 OFF, scéna 3 OFF, scéna 4 OFF. Pro kanál D: scéna 2 OFF, scéna 3 OFF.(ukázka nastavení scén na Obrázek 29)

Show function page=>> No Yes

Obrázek 27 Zobrazení nabídky funkcí

Enable function "scene" Disable Enable

Obrázek 28 Povolení funkce scén

| A:scene | |
|---|---|
| >>Output is assigned to (scene 1..64 or not allocate) | Scene NO.02 |
| --Ouput ON/OFF: | <input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON |
| --Output Delay: | <input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable |
| >>Output is assigned to (scene 1..64 or not allocate) | Scene NO.03 |
| --Ouput ON/OFF: | <input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON |
| --Output Delay: | <input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable |
| >>Output is assigned to (scene 1..64 or not allocate) | Scene NO.04 |
| --Ouput ON/OFF: | <input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON |
| --Output Delay: | <input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable |

Obrázek 29 Nastavení scén

Tlačítka HDL-M/TBP6.1-A2 nastavení tlačítek A a C pro ovládání žaluzií směrem nahoru (Obrázek 30), a nastavení tlačítek B a D pro ovládání žaluzií směrem dolů (Obrázek 31).

| Button A | |
|-----------------------------|---|
| Button A work mode | Shutter controller |
| Reaction on short button | Moving->UP |
| ->Stop moving automatically | <input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable |
| Reaction on long button | Press:Move->UP,Release:Stop |
| Long button time after | 1s |

Obrázek 30 Nastavení tlačítek A a C

| | |
|-----------------------------|---|
| Button B work mode | Shutter controller |
| Reaction on short button | Moving->DOWN |
| ->Stop moving automatically | <input checked="" type="radio"/> Disable <input type="radio"/> Enable |
| Reaction on long button | Press:Move->DOWN,Release:Stop |
| Long button time after | 1s |

Obrázek 31 Nastavení tlačítek B a D

Tlačítko QMX3.P37 nastavení aktivní kontroly teploty v kartě device (Obrázek 32), nastavení obrazovky na indikaci topení/chlazení (Obrázek 33). Nastavení tlačítka A1 na posláni bytové hodnoty 1(Obrázek 34), tlačítka A2 na posláni bytové hodnoty 2(Obrázek 35), tlačítka B1 na posláni bytové hodnoty 3 (Obrázek 36) a tlačítka B2 na posláni bytové hodnoty 4 (Obrázek 37). Nastavení páru tlačítek C a D na 2 tlačítkové spínání (Obrázek 38).

Activate room temperature control No Yes

Obrázek 32 Nastavení aktivní kontroly teploty

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Room temperature sensor | Operation: Room temperature setpoint | <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes |
| Room temperature control | Operation: Room Operating Mode | <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes |
| HVAC operation and Display | | |
| Button pair A | Operation: Room occupancy | <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes |
| Button pair B | Display: Window state visualization | <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes |
| | Display: Heating/Cooling indication | <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes |

Obrázek 33 Nastavení HVAC a display

| | |
|-----------------------|---|
| Function button A1 | 1- button switching / send value |
| Reaction to | <input checked="" type="radio"/> Edge <input type="radio"/> Short/long keypress |
| Action at rising edge | Send value [0..255] |
| Send value [0..255] | 1 |

Obrázek 34 Nastavení A1

Function button A2 1- button switching / send value ▼

Reaction to Edge Short/long keypress

Action at rising edge Send value [0..255] ▼

Send value [0..255] 2 ▲▼

Obrázek 35 Nastavení A2

Function button B1 1- button switching / send value ▼

Reaction to Edge Short/long keypress

Action at rising edge Send value [0..255] ▼

Send value [0..255] 3 ▲▼

Obrázek 36 Nastavení B1

Function button B2 1- button switching / send value ▼

Reaction to Edge Short/long keypress

Action at rising edge Send value [0..255] ▼

Send value [0..255] 4 ▲▼

Obrázek 37 Nastavení B2

Function assignment to button pair Individual Combined

Function button pair 2- button switching ▼

Action button pair Left: off; right: on Left: on; right: off

Obrázek 38 Nastavení tlačítkového páru C a D

Tlačítko 8400100-039 nastavení typu tlačítka (Obrázek 39) a nastavení tlačítek 2,3 a 4 na ovládání stmívání (Obrázek 40).

General Device Settings 4 Pushbutton ▼

Obrázek 39 Typ tlačítka

Pushbutton Settings Dimmer

RGB Shows Pushbutton function No Yes

Short & Hold Press No Yes

Short/Hold Time (Sec/10)

Action on Short Pressing Toggle

Action on Hold Pressing Increase/Decrease

Action on Release After Hold Press Not Used Stop Dimmer

Use Advanced Settings No Yes

Obrázek 40 Nastavení ovládání stmívání

Pro komunikaci mezi přístroji je nutné vytvoření struktury skupinových adres (Obrázek 41), a přiřazení jednotlivých skupinových objektů odpovídajícím skupinovým adresám. Je důležité, aby při přiřazování skupinových objektů do skupinových adres měli všechny skupinové prvky v dané skupinové adrese stejný datový typ z důvodu správné funkčnosti a komunikace mezi přístroji. Pro přehlednost mají skupinové adresy vytvořené střední adresy dle jejich funkce.

| Skupinové adresy | | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|---------------|--------|--------------|-------------|--------|----|--|
| + Vložit skupinové adresy - Odstranit Nahrazení Info Resetovat Odehrání Tisk | | | | | | | | | |
| Skupinové adresy | Adresa | Název | Popis | Centrá | Procházet li | Datový typ | Délka | Č. | |
| 0/0 Světla | 0/0/1 | Světlo 1 (S1) | Kuchyň hlavní | Ne | Ne | switch | 1 bit | 3 | |
| | 0/0/2 | Světlo 2 (S2) | Kuchyň linka | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/0/3 | Světlo 3 (S3) | Obyvák stůl | Ne | Ne | switch | 1 bit | 3 | |
| | 0/0/4 | Světlo 4 (S4) | Obyvák gauč | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/0/5 | Světlo 5 (S5) | Obyvák TV | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/0/6 | Světlo 6 (S6) | Koupelna | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/0/7 | Světlo 7 (S7) | Před dveřmi | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| 0/1 Žaluzie | 0/1/0 | Žaluzie 1 (Ž1) krok/stop | | Ne | Ne | | 1 bit | 3 | |
| | 0/1/2 | Žaluzie 1 (Ž1) Pohyb | | Ne | Ne | up/down | 1 bit | 3 | |
| | 0/1/1 | Žaluzie 2 (Ž2) krok/stop | | Ne | Ne | | 1 bit | 3 | |
| | 0/1/3 | Žaluzie 2 (Ž2) Pohyb | | Ne | Ne | up/down | 1 bit | 3 | |
| 0/2 Topení | 0/2/2 | HVAC mode Kuchyň (i pro chlazení) | | Ne | Ne | HVAC mo... | 1 byte | 2 | |
| | 0/2/3 | HVAC mode Obyvák (i pro chlazení) | | Ne | Ne | HVAC mo... | 1 byte | 6 | |
| | 0/2/0 | Topení Kuchyň (T3) | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/2/1 | Topení Obyvák (T1,T2) | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 3 | |
| 0/3 Chlazení | 0/3/0 | Chlazení Kuchyň (Ch3) | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/3/1 | Chlazení Obyvák (Ch1,Ch2) | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 3 | |
| 0/4 LED pásek - Podsvícení panelu | 0/4/2 | on/off B | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/4/1 | on/off G | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/4/0 | on/off R | | Ne | Ne | switch | 1 bit | 2 | |
| | 0/4/5 | Stmívání B | | Ne | Ne | dimming... | 4 bit | 2 | |
| | 0/4/4 | Stmívání G | | Ne | Ne | dimming... | 4 bit | 2 | |
| | 0/4/3 | Stmívání R | | Ne | Ne | dimming... | 4 bit | 2 | |
| 0/5 Scény | 0/5/0 | Scény | | Ne | Ne | scene nu... | 1 byte | 13 | |

Obrázek 41 Ukázka skupinových adres

| Objekt | Přístroj | Odesílání | Datový typ | C | R | W | T | U | Produkt | Program | Délka | Priorita |
|--|-------------------------------|-----------|----------------|---|---|---|---|---|---|------------------------------------|--------|----------|
| 0/0/3 Světlo 3 (S3) | | | | | | | | | | | | |
| 1: sensor 1 - short press - on/off (output) | 0.1.8 Sentido KNX v3.1 | S | switch | C | - | W | T | U | Sentido KNX v3.1 | Sentido KNX app v3.1 | 1 bit | Nizká |
| 10: Output A - Channel output | 0.1.5 M/R8.10.1 | S | switch | C | - | W | - | U | M/R8.10.1 | Switch 8fold 10A (V1.2) | 1 bit | Nizká |
| 17: sensor 2 - short press - on/off (output) | 0.1.8 Sentido KNX v3.1 | S | switch | C | - | W | T | U | Sentido KNX v3.1 | Sentido KNX app v3.1 | 1 bit | Nizká |
| 0/1/0 Žaluzie 1 (Ž1) krok/stop | | | | | | | | | | | | |
| 11: Output A - Slat adjustm./stop up-down | 0.1.10 JRA/S4.230.2.1 Blin... | S | | C | - | W | - | - | JRA/S4.230.2.1 Blin... | Blind/Roller Shutter 4f 230V M/1.4 | 1 bit | Nizká |
| 60: Button A - Adjust for shutter/Stop | 0.1.3 M/TBP6.1 | S | | C | - | W | T | U | M/TBP6.1 | Touch 6buttons panel(1.1) | 1 bit | Nizká |
| 90: Button B - Adjust for shutter/Stop | 0.1.3 M/TBP6.1 | S | | C | - | W | T | U | M/TBP6.1 | Touch 6buttons panel(1.1) | 1 bit | Nizká |
| 0/2/0 Topení Kuchyně (T3) | | | | | | | | | | | | |
| 17: RTC: Heating control value - Output | 0.1.12 Termostat Kuchyně... | S | switch | C | - | - | T | - | SBR/U6.0 HVAC de... HVAC device, 6gang BE/1 | Switch 8f 10A/3.2b | 1 bit | Nizká |
| 50: Output C - Switch | 0.1.11 SA/S8.10.2.1 Switch... | S | switch, switch | C | - | W | - | - | SA/S8.10.2.1 Switch... | Switch 8f 10A/3.2b | 1 bit | Nizká |
| 0/2/2 HVAC mode Kuchyně | | | | | | | | | | | | |
| 28: RTC: Normal operating mode - Input/... | 0.1.12 Termostat Kuchyně... | S | HVAC mode | C | - | W | T | U | SBR/U6.0 HVAC de... HVAC device, 6gang BE/1 | | 1 byte | Nizká |
| 142: scene controller - output 4 - value (o... | 0.1.8 Sentido KNX v3.1 | S | HVAC mode | C | - | - | T | - | Sentido KNX v3.1 | Sentido KNX app v3.1 | 1 byte | Nizká |
| 0/4/0 on/off R | | | | | | | | | | | | |
| 5: Pushbutton2 - Dimmer- On/OFF - | 0.1.1 Sense 1/2/4/6 | S | switch | C | - | W | T | - | Sense 1/2/4/6 | Dsense | 1 bit | Nizká |
| 10: Channel R - Channel output | 0.1.4 M/DRGBW4.1 | S | switch | C | - | W | T | U | M/DRGBW4.1 | RGBW 4fold Driver(V1.0) | 1 bit | Nizká |
| 0/4/3 Stmívání R | | | | | | | | | | | | |
| 6: Pushbutton2 - Dimmer- Relative Dimmi... | 0.1.1 Sense 1/2/4/6 | S | dimming co... | C | - | W | T | - | Sense 1/2/4/6 | Dsense | 4 bit | Nizká |
| 11: Channel R - Relative dimming | 0.1.4 M/DRGBW4.1 | S | dimming co... | C | - | W | T | U | M/DRGBW4.1 | RGBW 4fold Driver(V1.0) | 4 bit | Nizká |

Obrázek 42 Ukázka přiřazených skupinových objektů

Nakonec se upraví topologické uspořádání a individuální adresy přístrojů. Takto připravený program je připravený pro nahrání přes rozhraní do přístrojů.

5 ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ A DOKUMENTACE

Panel bude napájen fázovým napětím ze zásuvky ($U_n=230\text{ V}$) s přívodem 3 x 2.5mm. Jištění panelu bude zajištěno pomocí proudové ochrany od firmy Hager se jmenovitým proudem $I_n=16\text{ A}$.

Napájení KNX přístrojů bude zajištěno zdrojem od MEAN WELL (KNX-20E-640) o jmenovitém napětí $U_n=30\text{ V}$ a maximálním dodávaném proudu 640 mA. Maximální celkový odebíraný proud přístrojů je 207 mA, takže je zdroj dostačující.

Komunikace a napájení KNX přístrojů bude realizována normalizovaným kabelem YCYM 2x2x0,8mm.

Napájení signálních diod, které realizují jednotlivé funkce, bude provedeno zdrojem od MEAN WELL (HDR-150-15) se jmenovitém napětím $U_n=15\text{ V}$ a maximálním proudem 9,5A. Bude rozvedeno měděnou dvojlinkou 2x0,5mm. Použité signální diody AD16-16C nebo AD16-16C (Obrázek 43) na jmenovité napětí 12V odebírají proud 15mA při sepnutí všech funkcí odebírají dohromady maximální proud 225 mA.



Obrázek 43 Signální diody

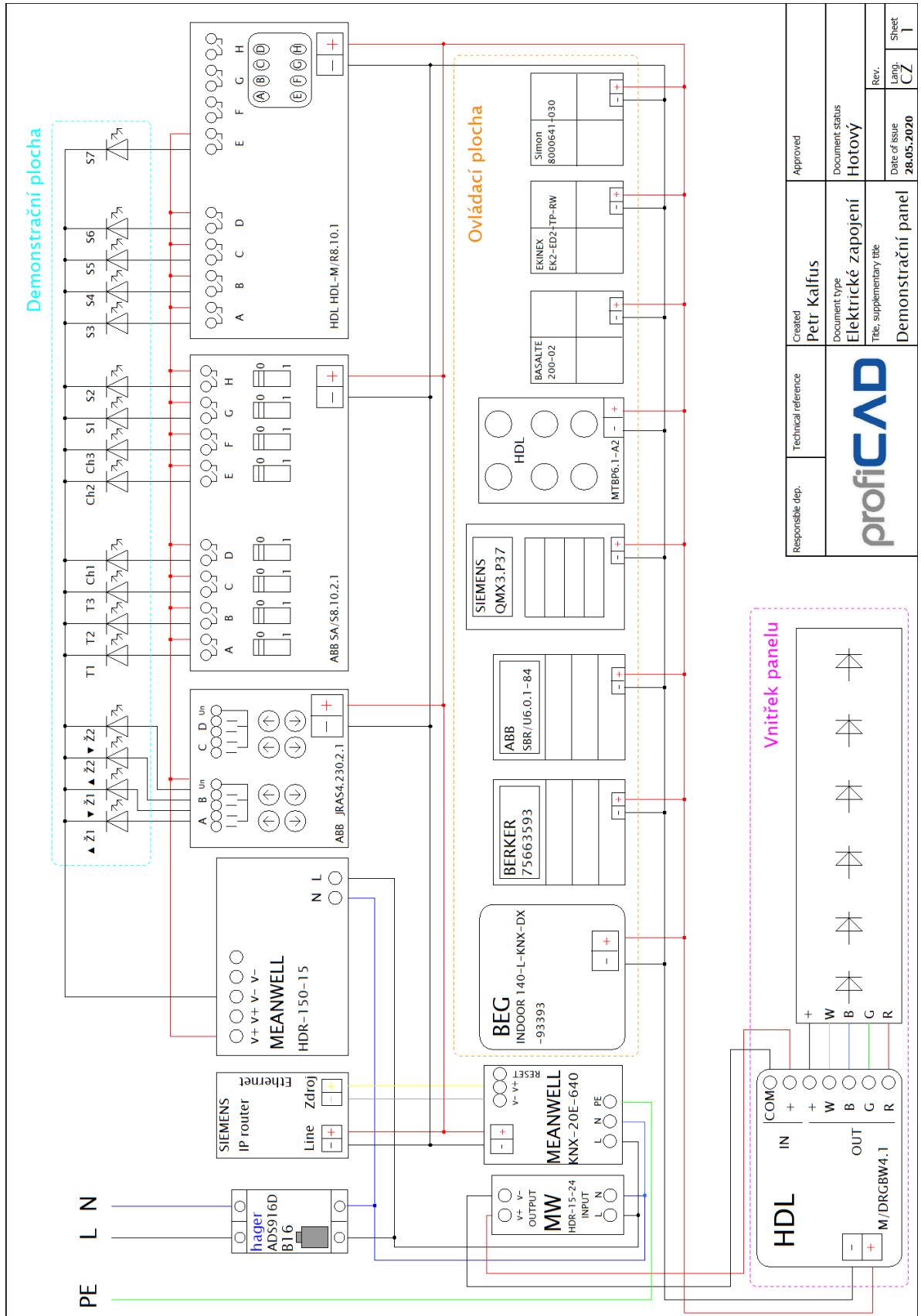
Napájení RGBW pásku bude realizováno zdrojem od MEAN WELL (HDR-15-24) o jmenovitém napětí $U_n=24\text{ V}$ a provedeno dvojlinkou 2x0,5mm.


Pro připojení rozvaděče k panelu je zapotřebí použít 22 – pólový konektor například 231-622/114-000 a 231-122/026-000 od firmy Wago.

Umístění jednotlivých senzorů a signalizačních diod je zobrazeno na grafice panelu (Obrázek 9).

Je nakresleno elektrické zapojení panelu (Obrázek 44 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

Je navrženo rozložení rozvaděčových přístrojů v rozvaděči Hager VU60NE (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). V rozvaděči je využito 44 z 60 modulů. V rozložení rozvaděče je umístěno i PLC od firmy Teco (CP-2007) a IP rozhraní od firmy WEINZIERL (KNX IP BAOS 774), které v budoucnu rozšíří funkce a možnosti panelu.



| | | | |
|---|---------------------|----------------------------|-----------------|
| Responsible dep. | Technical reference | Created | Approved |
| | | Petr Kalfus | |
|  | | Document type | Document status |
| | | Elektrické zapojení | Hotový |
| | | Title, supplementary title | Rev. |
| | | Demonstrační panel | Lang. CZ |
| | | Date of issue | Sheet |
| | | 28.05.2020 | 1 |

Obrázek 44 Elektrické zapojení

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo nabytí teoretických znalostí o systému KNX za účelem návrhu demonstračního panelu z pohledu funkcionality, programování a následného elektrického zapojení.

Nejdříve je provedena rešerše na systém KNX. Je popsán postupný vývoj inteligentních instalací, který vedl k decentralizovaným sběrníkovým systémům. Jsou popsány výhody decentralizovaných sběrníkových instalací a KNX díky kterým se KNX dostává do popředí domovních instalací. Jsou popsány tři základní funkce používané v domovních instalacích a jejich provedení a funkčnost. Následně jsou charakterizovány jednotlivé přístroje používané v KNX instalacích, je vysvětleno jejich dělení a funkce, kterou plní v KNX instalaci. Jsou rozebrány jednotlivé komunikační metody, jejich provedení a technické parametry. Je vysvětleno topologické schéma KNX instalací. Je popsán program ETS, jeho funkce a práce s ním. Jsou vysvětleny požadavky na kladení vodičů KNX instalaci a vypsány používané normalizované kabely. Jsou popsána nebezpečí ztrát dat a metody jak jim zabránit.

Při návrhu panelu byly nejdříve popsány jednotlivé použité přístroje. Byly vyjmenovány jejich parametry a funkce, které mohou realizovat. Na základě funkcí, které jsou přístroje schopny realizovat, byl proveden návrh světel, žaluzií, topení a chlazení, které bude panel demonstrovat. Dále byly vyjmenovány scény a popsány akce, které během nich nastanou.

Program pro KNX instalaci byl proveden v ETS 5. Projekt byl založen s IP páteční linií, linií TP pro umístění přístrojů a se skupinovými adresami s třemi úrovněmi pro přehlednost. Do projektu byly nahrány aplikační programy jednotlivých přístrojů. Parametry přístrojů byly nastaveny tak, aby plnily požadované funkce demonstračního panelu. Byla vytvořena struktura skupinových adres. Do vytvořených skupinových adres byli přidány jednotlivé skupinové objekty přístrojů. Nakonec programování se upravilo topologické uspořádání a individuální adresy jednotlivých přístrojů.

Pro demonstrační panel je nakresleno schéma elektrické zapojení. Jsou vybrány vhodné vodiče pro přívod, KNX sběrnici, rozvod signálních diod a přívod k RGBW pásku. Pro rozvaděč od firmy Hager je provedeno rozmístění rozvaděčových prvků. Pro spojení rozvaděče s panelem je vybrán konektor.

Výstupem této práce je návrh funkcí demonstračního panelu KNX, softwarové řešení tohoto návrhu v ETS 5 a dokumentace potřebná k výrobě daného demonstračního panelu.

CITACE

- [1] HistorieKNX.KNX Národní skupina České Republiky.[online].[cit. 06.11.2019].
Dostupný z: <https://knxcz.cz/images/clanky/HistorieKNX.pdf>
- [2] KNX-System-Principles_cz.KNX Národní skupina České Republiky.[online].[cit. 15.11.2019].Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX-System-Principles_cz.pdf
- [3] KNX Basics Webinar.KNX Association.YouTube.cz[online].[cit.4.12.2019].
Dostupné z: https://youtu.be/hkLqgek2_c
- [4] KNX_Basics_CZ_screen2.KNX Národní skupina České Republiky.[online].[cit. 5.12.2019].Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX_Basics_CZ_screen2.pdf
- [5] KNX_Nws_2018_CZ_screen.KNX Národní skupina České Republiky. .[online].[cit. 11.12.2019].Dostupné z:
https://knxcz.cz/images/clanky/KNX_News_2018_CZ_screen.pdf
- [6] KNX-city_cz. KNX Národní skupina České Republiky. .[online].[cit. 11.12.2019].Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX-city_cz.pdf

BIBLIOGRAFIE

1. Application_description_KNX_Gen6_EN2.BEG.[online].[cit.20.5.2020].
Dostupné z: <https://www.beg-luxomat.com/en-in/products/luxomatnet/knx/knx-deluxe-occupancy-detectors/indoor-140-l-knx-dx/>
2. M-DRGBW4-1_CZ_v1.HDL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/knx/akcni-cleny-stmivaci/hdl-m-drgbw4-1>
3. SAS_XXXX_FL_EN_V3-1_2CDC505101D0202.ABB.[online].[cit.20.5.2020].
Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CDG110157R0011/sa-s8-10-2-1-switch-actuator-8-fold-10-a-mdrc>
4. JRAS_X23021_TD_EN_V1-2_2CDC506063D0202.ABB.[online].[cit.20.5.2020].
Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CDG110121R0011/jra-s4-230-2-1-blind-roller-shutter-act-4-f-230-v-ac-manual-operation-mdrc>
5. M-Rx-10-1_CZ_v1.HDL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/knx/akcni-cleny-spinaci/hdl-m-r8-10-1>
6. 5WG1_146_1AB03_tpi_en_DS02.SIEMENS.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: https://www.hqs.sbt.siemens.com/cps_product_data/data/search_find_en.htm
7. HDR-150-spec.MEANWELL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://www.meanwell-web.com/content/files/pdfs/productPdfs/MW/HDR-150/HDR-150-spec.pdf>
8. KNX-20E-640-spec.MEANWELL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://www.meanwell.com/Upload/PDF/KNX-20E-640/KNX-20E-640-SPEC.PDF>
9. HDR-15-spec.MEANWELL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://www.meanwell.com/Upload/PDF/HDR-15/HDR-15-SPEC.PDF>
10. SBx.Ux.0.1_PH_EN_V1_2CKA001473B9679_ABB.ABB.[online].[cit.20.5.2020].
Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CKA006330A0004/sbr-u6-0-1-84-room-temperature-controller-with-control-function-6gang-abb-tenton>
11. 7566XX__BIQ-PUSH-BUTTON-3G-AND-BIQ-IR-PUSH-BUTTON-3G-WITH-THERMOSTAT__EN__2004-09__MANUAL.Berker.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: https://hager.com/uk/products/pub/media/documentation/00/25/35/7566XX__BIQ-PUSH-BUTTON-3G-AND-BIQ-IR-PUSH-BUTTON-3G-WITH-THERMOSTAT__EN__2004-09__MANUAL.PDF
12. EN_Sentido - Product Datasheet.basalte.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: https://shop.vdtsystems.cz/fotky75007/fotov/_ps_20EN_Sentido---Product-Datasheet.pdf
13. STEKED32TP_EN_EKINEX_SPA.EKINEX.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: https://www.ekinex.com/media/fprod/STEKED32TP_EN_EKINEX_SPA.pdf
14. M-TBPx-1_CZ_v2.HDL.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/knx/ovladaci-prvky-hdl/ovladaci-prvky-itouch/hdl-m-tbp2-1-a2-46>

15. CM2N1602en_02_tpi.SIEMENS.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z:
https://www.hqs.sbt.siemens.com/cps_product_data/data/en/tpi/CM2N1602en_02_tpi.pdf
16. 8000641-030.Simon.[online].[cit.20.5.2020].Dostupné z: <https://www.kontakt-simon.com.pl/en/Catalogue/1167/1482/13626,8400100-039.html#product>

SEZNAM PŘÍLOH

1. Demonstrační_panel_projekt.knxproj
2. Elektrické_zapojení_A3.pdf
3. B.IQ push button 3gang with RTR and display.knxprod
4. Bus Coupler Unit for Sense.knxprod
5. Indoor140L-KNX-DX-FM.knxprod
6. IP Router Secure N 14603.knxprod
7. JRAS4.230.2.1 BlindRollerShutterAct,M,4f,230V.knxprod
8. Pushbutton FF Serie.knxprod
9. QMX3.P37 Room Unit.knxprod
10. RGBW 4fold Driver(V1.0).knxprod
11. SAS8.10.2.1 Switch Actuator,8-fold,10A,MDRC.knxprod
12. SBRU6.0 HVAC device, 6gang BE.knxprod
13. Sentido KNX v3.1.knxprod
14. Switch 8fold 10A (V1.2).knxprod
15. Touch 6buttons panel(1.1).knxprod