



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

VZDÁLENÉ ŘÍZENÍ A VIZUALIZACE DEMONSTRAČNÍHO PANELU KNX

REMOTE CONTROL AND VISUALISATION OF A KNX DEMONSTRATION BOARD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Luboš Kelnar

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

BRNO 2025



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Luboš Kelnar

ID: 221302

Ročník: 3

Akademický rok: 2024/25

NÁZEV TÉMATU:

Vzdálené řízení a vizualizace demonstračního panelu KNX

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je navrhnout a realizovat vzdálené řízení a vizualizaci demonstračního panelu KNX pro ovládání funkcí osvětlení, žaluzií, topení a klimatizace. Vzdálené řízení bude realizováno prostřednictvím PLC a rozhraním IP/KNX. Vizualizace bude zobrazovat aktuální stav panelu a řešena bude přes webovou aplikaci navrženou pro mobilní zařízení/ tablet. Součástí řešení je i vytvoření dynamických světlených scén, kde bude panel automaticky regulovat osvětlení, dle připravených scénářů.

- 1) Seznamte se s technologií KNX
- 2) Prozkoumejte možnosti řízení systému KNX pomocí vizualizační platformy
- 3) Navrhněte řízení KNX panelu prostřednictvím zvolené vizualizace
- 4) Vytvořte vizualizaci řízení panelu pro mobilní zařízení/tablet pro účel prezentace funkcí
- 5) Navrhněte a ověřte dynamické světelné scény

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Dokumentace k technologii KNX

[2] Dokumentace k PLC Tecomat

Termín zadání: 10.2.2025

Termín odevzdání: 28.5.2025

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

Konzultant: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Ing. Miroslav Jirgl, 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

Cílem této bakalářské práce je realizace vzdáleného řízení a vizualizace demonstračního panelu KNX pomocí PLC Foxtrot a dalších zobrazovacích nástrojů s využitím Dockeru. Samotná vizualizace bude dostupná prostřednictvím webové aplikace pro mobilní zařízení nebo tablet, a to v podobě přehledného menu rozděleného do sekcí podle typu spotřebičů a do sekce pro celkový přehled instalace. Práce začíná seznámením s technologií KNX a podrobným popisem možností řízení systému. Dále jsou popsány možnosti vizualizace za využití nativního webového serveru Foxtrot nebo jiných řešení s využitím Raspberry Pi a Docker kontejnerů.

KLÍČOVÁ SLOVA

demonstrativní panel, ETS, Foxtrot, Raspberry Pi, Docker, inteligentní elektroinstalace, KNX

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to implement remote control and visualization of a demonstration KNX panel using the Foxtrot PLC and other visualization tools with Docker. The visualization will be available through a web application for mobile devices or tablets, presented as a clear menu divided into sections based on the type of appliances and a section for an overall overview of the installation. The thesis begins with an introduction to KNX technology and a detailed description of the system control options. Furthermore, it describes visualization options using the native Foxtrot web server or other solutions with Raspberry Pi and Docker containers.

KEYWORDS

demonstration panel, ETS, Foxtrot, Raspberry Pi, Docker, intelligent wiring, KNX

KELNAR, Luboš. *Vzdálené řízení a vizualizace demonstrativního panelu KNX*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky, 2025. Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

Prohlášení autora o původnosti díla

| | |
|---------------------------------|---|
| Jméno a příjmení autora: | Luboš Kelnar |
| VUT ID autora: | 221 302 |
| Typ práce: | Bakalářská práce |
| Akademický rok: | 2024/25 |
| Téma závěrečné práce: | Vzdálené řízení a vizualizace demonstrativního panelu KNX |

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné 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 závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno
.....
podpis autora*

*Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Petru Fiedlerovi, Ph.D a konzultantu panu Ing. Branislavu Bátorovi Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Úvod | 12 |
| Cíle práce | 13 |
| 1 Sběrnicový systém KNX | 14 |
| 1.1 Historie | 14 |
| 1.1.1 EIBA | 14 |
| 1.1.2 KNX | 14 |
| 1.2 Možnosti použití technologie | 15 |
| 1.3 Sběrnicové instalace | 16 |
| 1.3.1 Sběrnicové přístroje | 16 |
| 1.3.2 Adresování | 17 |
| 1.3.3 Komunikace | 18 |
| 1.3.4 Datový bod | 19 |
| 1.4 Zabezpečení | 20 |
| 1.5 Topologie | 21 |
| 1.5.1 Individuální adresa | 22 |
| 1.5.2 Spojka | 23 |
| 1.5.3 Routingové číslo | 23 |
| 1.5.4 Interní a externí rozhraní | 23 |
| 2 ETS | 25 |
| 2.1 Tvorba instalace | 25 |
| 2.2 Parametrisace tlačítek a detektoru pohybu | 27 |
| 2.2.1 ABB - SBR/U6.0.1-84 | 27 |
| 2.2.2 Berker - 75663593 | 28 |
| 2.2.3 Ekinex - EK-ED2-TP-RW | 28 |
| 2.2.4 Basalte - Senido 202-03 | 29 |
| 2.2.5 Simon - 8400100-039 | 30 |
| 2.2.6 HDL - M/TBP6.1-A2 | 31 |
| 2.2.7 Siemens - QMX3.P37 | 32 |
| 2.2.8 B.E.G - Indor 140-L-KNX-DX | 33 |
| 2.3 Parametrisace akčních členů | 34 |
| 2.3.1 ABB SA/S8.10.2.1 | 34 |
| 2.3.2 ABB - JRA/S4.230.2.1 | 34 |
| 2.3.3 HDL - M/R8.10.1 | 35 |
| 2.3.4 HDL - M/DRGBW4.1 | 35 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.4 | Připojená komunikační rozhraní | 36 |
| 2.5 | Vytvoření skupinových adres projektu | 37 |
| 3 | Vizualizace skrze programovatelný logický automat | 40 |
| 3.1 | CP - 2007 | 40 |
| 3.2 | Mosaic | 41 |
| 3.2.1 | Ovládací prvky | 42 |
| 3.2.2 | Komunikace KNX/IP | 48 |
| 3.2.3 | Komunikace MQTT | 48 |
| 3.2.4 | Vizualizace | 48 |
| 4 | Raspberry Pi 5 | 49 |
| 4.1 | Docker Compose | 49 |
| 4.1.1 | Kontejnerizace | 49 |
| 4.1.2 | Tvorba YAML souboru | 49 |
| 4.2 | Mosquitto | 49 |
| 4.3 | Home Assistant | 49 |
| 4.4 | Influxdb | 49 |
| 4.5 | Grafana | 49 |
| | Závěr | 50 |
| | Literatura | 51 |
| | Seznam symbolů a zkratek | 54 |
| | Seznam příloh | 55 |
| | A Skupinové adresy | 56 |
| | B Definice funkčního bloku fbRoomTempMod | 61 |

Seznam obrázků

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Součásti sběrnicového přístroje [4] | 16 |
| 1.2 | Struktura individuální adresy [?] | 17 |
| 1.3 | Příklad struktury skupinových adres [6] | 18 |
| 1.4 | Struktura telegramu [6] | 18 |
| 1.5 | Struktura bitu kroucené dvojlinky [6] | 19 |
| 1.6 | Ukázka topologie KNX[8] | 22 |
| 2.1 | Projekt budovy v ETS | 26 |
| 2.2 | Pracovní plocha v ETS | 27 |
| 2.3 | Šestinásobné tlačítko s termostatem ABB - SBR/U6.0.1-84 [12] | 27 |
| 2.4 | Osminásobné tlačítko Berker - 75663593 [17] | 28 |
| 2.5 | Čtyřnásobné tlačítko Ekinex - EK-ED2-TP-RW [9] | 29 |
| 2.6 | Čtyřnásobné dotykové tlačítko Basalte - Senido 202-03 [15] | 29 |
| 2.7 | Čtyřnásobné tlačítko Simon - 8400100-039 [24] | 30 |
| 2.8 | Šestinásobné tlačítko HDL - M/TBP6.1-A2 [19] | 31 |
| 2.9 | Parametry scény A tlačítka HDL - M/TBP6.1-A2 | 31 |
| 2.10 | Parametry scény B tlačítka HDL - M/TBP6.1-A2 | 32 |
| 2.11 | Ovladací panel Siemens - QMX3.P37 [22] | 33 |
| 2.12 | Detektor pohybu B.E.G - Indor 140-L-KNX-DX [9] | 34 |
| 2.13 | Osmikanálový spínací člen ABB - SA/S8.10.2.1 [13] | 34 |
| 2.14 | Čtyřkanálový žaluziový člen ABB - JRA/S4.230.2.1 [14] | 35 |
| 2.15 | Osmikanálový spínací člen HDL - M/R8.10.1 [20] | 35 |
| 2.16 | Čtyřnásobný stmívací člen HDL - M/DRGBW4.1 [21] | 36 |
| 2.17 | IP Secure router Siemens - 5WG1 146-1AB03 [23] | 36 |
| 2.18 | Komunikační rozhraní Weinzierl - KNX IP BAOS 774 [26] | 37 |
| 3.1 | CP-2007 [27] | 40 |
| 3.2 | fbKNXVisuBool | 43 |
| 3.3 | fbKNXShutters | 44 |
| 3.4 | Průběh funkcí pro simulaci | 46 |
| 3.5 | Simulace teploty v místnosti | 48 |

Seznam tabulek

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | Přehled nejpoužívanějších datových typů | 20 |
| 1.2 | Individuální adresy v topologii [8] | 22 |
| 2.1 | Funkce kuchyňských tlačítek pro krátké stisknutí | 37 |
| 2.2 | Funkce kuchyňských tlačítek při dlouhém stisknutí | 38 |
| 2.3 | Funkce tlačítek obývacího pokoje při krátké stisknutí | 38 |
| 2.4 | Funkce tlačítek obývacího pokoje při dlouhém stisknutí | 38 |
| 2.5 | Funkce dotykových tlačítek při krátké stisknutí | 39 |
| 2.6 | Funkce dotykových tlačítek při dlouhém stisknutí | 39 |

Seznam výpisů

Úvod

S postupem času rostou možnosti využití elektrotechniky ve všech technických oblastech. Dnes již není problém najít elektroniku ve většině produktů a z toho plyně, že se elektronika dostala i do moderních instalací. Oproti dobám minulým dokážeme ovládat nejen světla, ale i topení, klimatizaci, žaluzie, zabezpečení budovy, spotřebu a mnoho dalších činností s tím souvisejícím. Také rostou požadavky na komplexnost celé instalace, což znamenalo s jednoduchou instalací velké množství kabeláže, kterou šlo většinou jenom spínat různé spotřebiče. Dnes už je možno tyhle požadavky realizovat pomocí napájecích zdrojů řízených sběrnicemi. Tohle řízení nám dává možnost automatizovat větší komplexy například hotely, nemocnice, vily, nebo v některých případěc i samotné továrny. Další důležitý aspekt dnešní doby je vzdálené řízení, které umožní uživateli ovládat celý komplex, aniž by se musel dostavit na požadované místo. Z těchto informací je patrné, že sběrnicové instalace začínají být velice populární řešení, a to zejména sběrnicový standard KNX, který se používá celosvětově.

Tato semestrální práce má za cíl seznámit čtenáře, se sběrnicovým systémem KNX, zvoleným serverem pro řízení demonstračního panelu a vytvoření programu pro demonstraci funkcí sběrnicového systému KNX. Tento panel bude cestovat po různých akcích za účelem zvyšování povědomí o systému a demonstraci používání tohoto systému nejen pomocí fyzických ovládacích prvků, ale i za pomoci webového rozhraní serveru FLOWBOX. Dále bude využíván na prezentaci společností, které poskytly zařízení použité v panelu.

Teoretická část práce se zabývá základy sběrnicového systému KNX, včetně základních informací o asociaci a o společnosti FLOWBOX. První podkapitola systému KNX se zabývá historií asociace od vzniku, až doposud. Další podkapitola nese informace o možnostech použití technologie. Byly zde vybrány body, které jsou pro většinu uživatelů důležité a následně vysvětleny. Následující kapitola je poměrně obsáhlnejší a vysvětuje základy sběrnicových přístrojů. To znamená, z čeho se zkládají, jak se adresují, jak komunikují a jaká data mezi sebou přenášejí. Předposlední podkapitola pojednává o zabezpečení, které je nutností pro klid většiny uživatelů. Poslední podkapitola vysvětuje topologii sběrnicového systému KNX, její adresování, funkci spojek, využití routingového čísla a popisuje využití komunikačních rozhraní v systému KNX. Další kapitola představuje společnost FLOWBOX, která poskytla server za účely vzdáleného řízení. Tato kapitola bude rozšířena o popis systému v příštím vydání.

Praktická část této práce se zaměřuje na tvorbu instalace v softwaru ETS. V první části se popisuje software a jeho možnosti. Druhá část popisuje tvorbu instalace od přidání do projektu, až po přiřazení skupinové adresy.

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce po domluvě s konzultantem je seznámení s technologií KNX, vytvoření programu pomocí softwaru ETS, naprogramování PLC a utvoření vizualizace skrze různé platformy.

1 Sběrnicový systém KNX

Existuje velké množství sběrnicových systémů, ale asociace KNX s 500 členskými společnostmi a 8000 produkty je v této době největší na trhu. [10]

Pro vstup do asociace je nutné aby žadatel splňoval požadovanou kvalitu (kompatibilita s ISO 9001 - zavedený systém kontroly kvality v podniku), vzájemná kompatibilita výrobků s ostatními členy, konfigurační kompatibilita (možná konfigurace za použití KNX Engineering Tool Software, zkráceně ETS), zpětná kompatibilita (kompatibilita starých instalací s nynějšími a budoucími instalacemi). [4]

Výhodou takto velké asociace je již zmíněná vzájemná kompatibilita komponent členských společností, tisíce KNX certifikovaných skupin výrobků (pokrytí jakéhokoliv myslitelného pole aplikací), podpora všech komunikačních médií (kroucený pár TP, powerline PL, radiofrekvenční RF a rozhraní IP/Ethernet/WLAN), použití jednoho softwaru (ETS) na projektování a programování všech výrobků členských společností. [4]

KNX je také normalizováno v Evropě, USA, Číně a mezinárodně prostřednictvím norem. Tyto normy zajišťují snadné rozšíření a výměnu instalace za novou a již zmíněnou kompatibilitu mezi společnostmi. [3]

1.1 Historie

1.1.1 EIBA

Asociace byla založena v Belgii, roku 1990 pod názvem European Installation Bus Association (EIBA) se záměrem vytvářet instalace schopné komunikace pomocí sběrnic. Jako první komunikační médium byl použitý TP a aby se zajistila kompatibilita mezi produkty se členské společnosti dohodly na používání jednoho systému (standardu). Mezi další důležité milníky patří [2]:

- 1991 - první školení EIBA
- 1992 - první certifikované zařízení na trhu
- 1993 - představení první verze ETS na trhu
- 1994 - vznikl prvních školících center
- 1996 - vznik The Scientific Partnership (spolupráce s výzkumnými institucemi)
 - použití PL jako komunikační médium

1.1.2 KNX

Roku 1999 se EIBA sloučila se společností Batibus Club International (BCI) a European Home Systems Association (EHSA) a přijaly název Konnex Association.

Sídlem asociace byl ustanoven Brusel. Toto sloučení nemělo vliv na zpětnou kompatibilu a tudíž jsou všechny nové produkty kompatibilní s produkty nesoucími logo EIB. Důležité milníky pro KNX [2]:

- 2001 - vytvoření nového standardu KNX se základem ve standardu EIB
- 2003 - standard schválen, jako evropská norma EN 50090
- 2004 - standard schválen, jako americká norma ANSI/ASHRAE 135
 - přidání přenosového média RF do standardu KNX
- 2006 - standard schválen, jako světová norma ISO/IEC 14543-3
 - přejmenování asociace na KNX
- 2007 - standard schválen, jako jedna z čínských norem GB/Z 20965
 - KNX IP bylo představeno jako čtvrté přenosové médium
- 2013 - standard schválen, jako jediná čínská norma GB/T 20965

1.2 Možnosti použití technologie

Použití inteligentní instalace umožňuje využití celého objektu s maximálním potenciálem a tím maximálně ulehčit uživateli práci. Níže jsou uvedeny příklady použití instalace KNX [7]:

- Centrální ovládání - Možnost ovládat celou instalaci z jednoho zařízení (např. centrální panel, mobil) odkudkoli.
- Realizace centrálních funkcí - Při odchodu z domu zhasnutí světel, spuštění žaluzií, vypnutí zásuvkových obvodů, nebo naopak při vstupu zapnutí topení a osvětlení.
- Regulace teplot (topení, chlazení) - Regulace teploty každé místnosti zvlášť. Lze také nastavit při otevření okna vypnutí topení.
- Režimy nastavených teplot - Lze nastavit tepelné režimy (Ekonomický, Komfort,...), které by měly budovu chránit před přehřátím, či promrznutím.
- Světelné scény - Lze nastavit intenzitu osvětlení, která osvětlení budou svítit, případně i barvu, kterou budou zářit.
- Rozdělení místností na více obvodů
- Použití virtuálních asistentů - Je možno ovládat instalaci hlasovými povely přes virtuální asistenty (Alexa, Google Home,...)
- Simulace přítomnosti - Při nepřítomnosti na delší dobu lze nastavit spínání světel, které navodí dojem, že obyvatel neopustil budovu.
- Kontrola spotřeby energií - Lze monitorovat spotřebu energií v každém obvodu zvlášť a díky tomu omezit spotřebu, vypnout spotřebič při překročení určité hranice, nebo optimalizovat vlastní zdroje energie (fotovoltaické panely).

1.3 Sběrnicové instalace

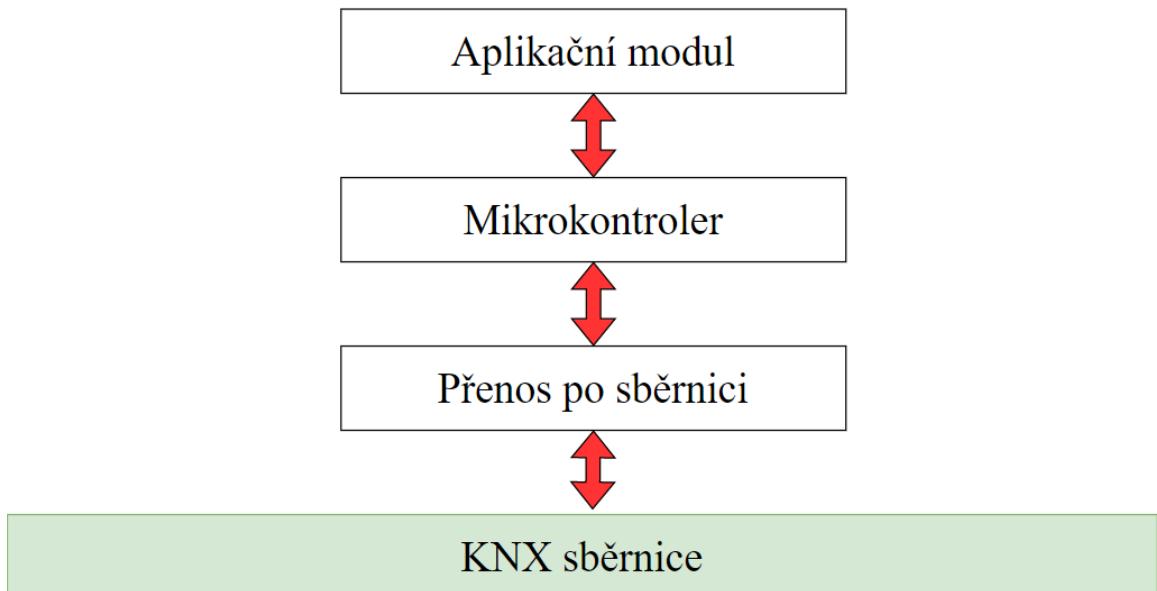
Sběrnicová instalace je založená na koncepci ICT (Information and Communication Technology). Tři hlavní aspekty této koncepce jsou [4]:

- Náhrada klasických spínačů tlačítkovými ovladači schopnými komunikace, nebo připojení klasických spínačů k rozhraním schopných komunikace
- Připojení rozhraní se schopností komunikace, nebo nepřímého ovládání (spínací přístroje schopné komunikace) ke všem spotřebičům
- Propojení veškerých přístrojů schopných komunikace kabelem určeným na bezpečné malé napětí

1.3.1 Sběrnicové přístroje

Zařízení připojené ke sběrnici se schopností komunikovat s dalšími přístroji se nazývá sběrnicovým přístrojem a je tvořeno těmito částmi (viz. Obr. 1.1) [4]:

- Přenosový modul - vytváří rozhraní pro přenos informací
- Mikrokontroler - komunikace mezi přenosovým modulem a aplikačním modulem
- Aplikační modul - obvod tvořící přístroj¹



Obr. 1.1: Součásti sběrnicového přístroje [4]

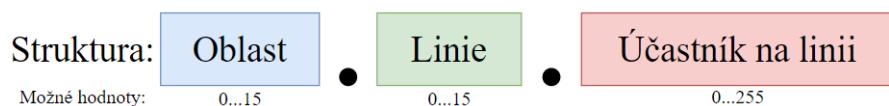
¹Spojení přenosového modulu a Mikrokontroleru tvoří tzv. sběrnicovou spojku (bus coupler unit BCU).

Přístroje lze ještě dělit na aktivní a pasivní. Pasivní přístroje nejsou součástí ICT, ale jedná se o podpůrné přístroje určené pro podporu procesu. Ve zkratce to znamená, že nekomunikují s ostatními přístroji. Jedním z příkladů pasivních přístrojů jsou napájecí zdroje. Příkladem pasivních přístrojů jsou napájecí zdroje (Napájecí zdroje mohou být rozšířené ještě o ICT, ale není to časté). Aktivní přístroje lze rozdělit do těchto kategorií [4]:

- Rozhraní - propojuje sběrnici a PC
- Spojky - Optimalizují komunikaci v systému
- Snímače - Předávají informace sběrnicovému systému
- Akční členy - propojují klasické spotřebiče se sběrnicovým systémem

1.3.2 Adresování

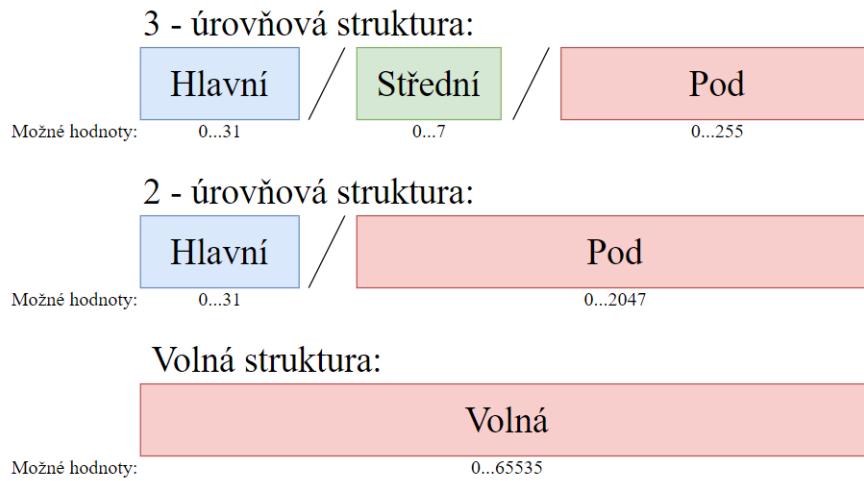
Individuální adresa je v instalaci jedinečná, tj. neexistuje další stejná adresa a požívá se k přesné identifikaci přístroje na sběrnici. Adresa je 16-bitová a je rozdělená na tři části (viz Obr. 1.2).



Obr. 1.2: Struktura individuální adresy [6]

Nastavování individuální adresy na přístroji probíhá většinou stiskem programovacího tlačítka na přístroji. Při stisknutí tlačítka se rozsvítí programovácí LED. Individuální adresa se přístroji přiděluje natrvalo. Po přidělení již ETS posílá příslušná data (aplikace, konfigurace, parametry, skupinové adresy).

Při uvedení do provozu komunikace probíhá pomocí skupinových adres. Jedná se o adresy definované programátorem pro každou funkci v systému. Celkově je možno použít 65535 adres s tím, že adresa 0/0/0 je rezervována pro tzv. broadcast (Hlášení všem přístrojům na sběrnici). Programátor si také může zvolit, kterou z uvedených struktur použije (viz Obr. 1.3). Nejčastěji se využívá třístupňová struktura kvůli přehlednosti. Hlavní skupina se používá na číslo podlaží, střední skupina na funkci (např. 1 = osvětlení, 2 = topení, 3 = stínění etc.) a podskupina pro konkrétní spotřebič, nebo skupinu spotřebičů. [6]

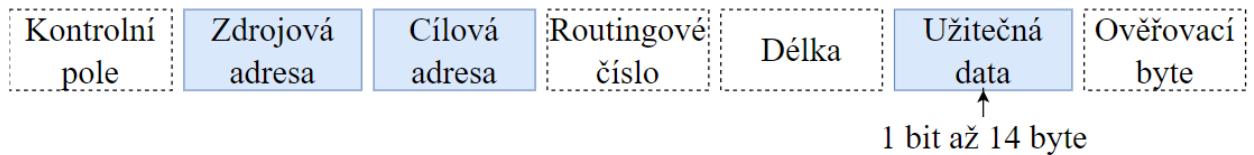


Obr. 1.3: Příklad struktury skupinových adres [6]

1.3.3 Komunikace

Komunikace přístrojů na sběrnici probíhá pomocí tzv. telegramů (viz Obr. 1.4), kde je délka dat závislá na typu datového bodu (1bit - 14bytů). Nejdůležitější části telegramu jsou tři bloky [6]:

- Zdrojová adresa - udává adresu přístroje který telegram vyslal
- Cílová adresa - adresa přístroje, kterému je telegram určen
- Užitečná data - příkaz co má daný přístroj vykonat

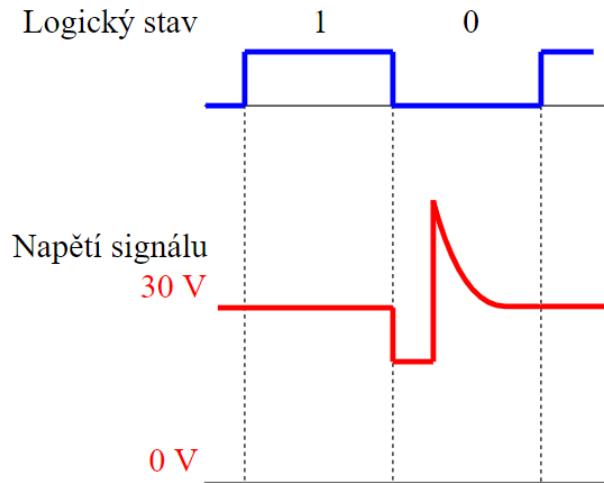


Obr. 1.4: Struktura telegramu [6]

Telegramy na sběrnici čtou všechny přístroje, ale vykoná jej pouze přístroj určený cílovou adresou.

Komunikace na sběrnici probíhá pouze v případě, že je na sběrnici logická "1". V opačném případě je sběrnice přeplněná a pokračuje ve vysílání pouze přístroj s logickou "0" (viz Obr. 1.5). [6]

Aby jsme se vyhli kolizím a jeden z přístrojů mohl vysílat je přenos řízen principem CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance vícená-sobný přenos s vyhnutím se kolizím), který funguje tak, že pokud přístroj odesílající



Obr. 1.5: Struktura bitu kroucené dvojlinky [6]

logickou “1” detekuje logickou “0”, aby se uvolnila cesta pro přenos jinému přístroji. Přístroj s přerušeným přenosem sleduje provoz na sběrnici a vyčká do konce přenosu jiného zařízení a poté zkusí znova vysílat. [6]

1.3.4 Datový bod

Datové typy byly standardizovány za účelem zajištění kompatibility podobných přístrojů od různých výrobců. Jedná se například o stmívání, žaluzie a hodiny. Standardizace zahrnuje požadavky na formát dat a strukturu komunikačních objektů snímačů a akčních členů. I tak existuje více druhů datových bodů (DPT) se stejnou funkcionalitou. Kombinace různých typů DPT se nazývají funkčními bloky.[6]

Skutečná informace datového bodu:

- Není uložena v paměti zařízení.
- Není nikdy součástí telegramu
- Je pouze v projektu ETS

Typy datových bodů jsou zvláště důležité pro diagnostiku to znamená, že umožňují ETS monitorovat data spojená se skupinovými objekty, např. místo "data = 85 A8" je zobrazeno "data = -6 °C". [1]

Struktura datového bodu a notace [1]:

- Datový typ : formát + kódování
- Velikost: rozsah hodnot + jednotky

Notace datového bodu se píše ve tvaru X.YYY, neboli DATOVÝ TYP.VELIKOST.

Tab. 1.1: Přehled nejpoužívanějších datových typů

| Značení | Formát | Funkce |
|---------|---------------------------------|--|
| 1.yyy | boolean | přepínání (001), krok (007),... |
| 3.yyy | boolean + 3-bit unsigned | stmívání |
| 5.yyy | 8-bit unsigned + 3-bit unsigned | stmívání(0-100%), pozice rolet(0-100%) |
| 7.yyy | boolean + 3-bit unsigned | čitač pulsů |
| 9.yyy | 16-bit float | přenos hodnoty teploty, jasu, rychlost větru |
| 14.yyy | 32-bit float | nastavení teploty |
| 19.yyy | čas + data | výstupy obrazovek |
| 20.yyy | 8-bit enumerace | Topení, chlazení a ventilace ('komfort',...) |

Díky existenci datového bodu jsme schopní nastavit hodnotu osvětlení 3 různými způsoby [7]:

- Zapnutí/Vypnutí
- Krokové stmívání - Při poslání telegramu "start stmívání" osvětlení krokově roste o definovanou hodnotu. Po poslání "stop stmívání" hodnota neroste.
- Procentuální stmívání- Realizuje se pomocí cyklického posílání telegramu. Při každém přijetí telegramu se zvedne jas o nastavenou hodnotu.

1.4 Zabezpečení

Rozdíl mezi zařízeními KNX a zabezpečenými KNX Secure je ten, že zařízení KNX Secure jsou schopna šifrovat a dešifrovat telegramy. Tato technologie dodává instalaci extra zabezpečení, a to během uvádění instalace do provozu, tak i poté za běhu. Telegramy jsou zašifrované zabezpečenými zařízeními KNX se nazývají zabezpečené telegramy.

Lze rozlišit dva typy šifrovaných telegramů KNX [5]:

- Zcela zašifrované
 - Lze použít pouze na zařízeních KNX IP a je označováno jako KNX IP Secure.
 - Používá se, pro zabezpečení části instalace, která je vystavená externí IP síti (typicky se jedná o páteřní linku).
- Čatečně zašifrované
 - Lze požít na libovolné komunikační zařízení KNX. Zařízení používající tento typ zabezpečení se nazývají KNX Data Secure
 - Toto šifrování můžeme použít i pro KNX IP, ale pouze pro tu část instalace, která není vystavena externí IP síti.

Oba typy zabezpečení obsahují MAC (Message Authentication Code).

Zabezpečená zařízení mají zabezpečený režim, který je v projektu ETS reprezentován vlastností nazvanou „Secure Commissioning“. Pouze když je tento režim aktivován, zařízení je schopno šifrovat a dešifrovat telegramy.

Zabezpečená zařízení mají tzv. "Tool Key". V moment, když je aktivován zabezpečený režim zařízení, je ETS schopen komunikovat s tímto zařízením pouze pokud zná Tool Key tohoto zařízení.

Zabezpečená zařízení obsahují také Factory Default Setup Key (FDSK). FDSK je jedinečný pro každé zařízení a nelze jej upravovat ani mazat. ETS tento klíč může načíst jenom pomocí certifikátu (25znakový kód, který obsahuje sériové číslo a FDSK). Tool Key je v zásadě z výroby nastaven na FDSK. Tool Key může být také zpětně nastaven na FDSK pomocí tzv. "master resetu", který uvadí výrobce.

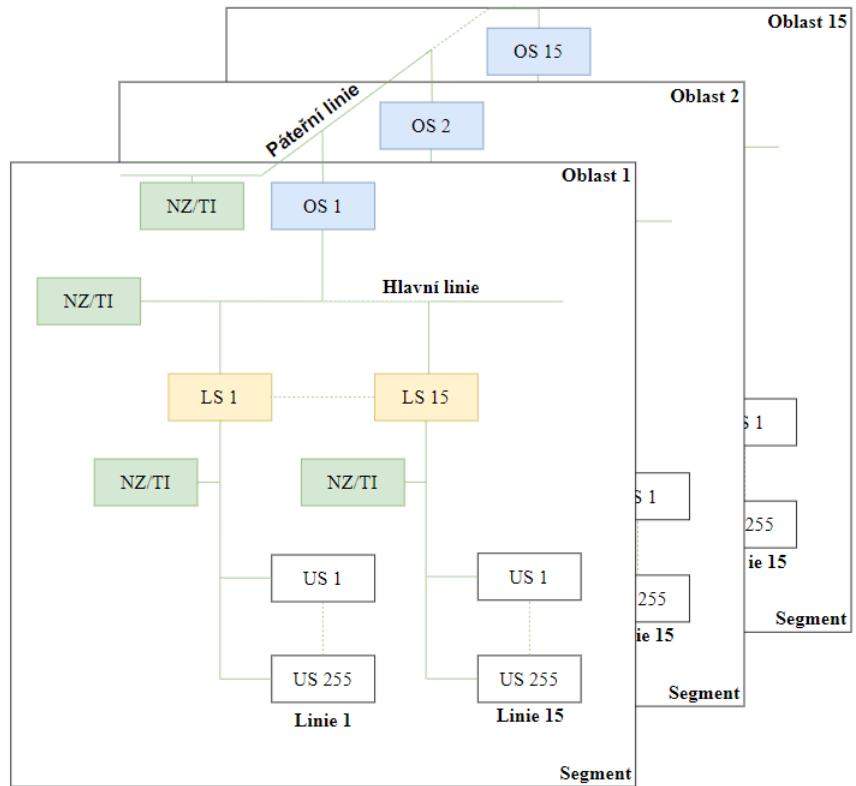
Po přidání zabezpečeného zařízení KNX do ETS a po přidání jeho certifikátu, ETS automaticky nastaví svůj Tool Key v projektu. To znamená, že uživatel ETS nemůže definovat/upravit Tool Key ručně, Tool Key také není viditelný pro uživatele ETS. [5]

1.5 Topologie

Základním kamenem topologie je hlavní linie, na kterou lze připojit až 256 přístrojů (účastníků sběrnice - US). Tato linie lze rozdělit až na 15 dalších segmentů za použití liniových opakovačů/spojek (LS). Na takto vzniklé segmenty (linie) připojit dalších 256 US. To vše ovšem závisí také na spotřebě přístrojů použitých v instalaci. To znamená, že celková spotřeba všech přístrojů nesmí překročit jmenovitý proud na druhé straně sběrnicového zdroje, který každá linie musí mít vlastní. Také lze mít maximálně 4 000 US na celé topologii. Toto množství lze také navýšit za použití oblastní spojky (OS) díky na páteřní linii. Po připojení vznikne tzv. nadřazená páteřní linie, která může pojmit až 16 oblastních spojek a celek rozdělí na dílčí páteřní linie. Celkový počet US na takovéto linii může být až 61 000. Reálné množství je v tomto případě omezeno zdrojem s tlumivkou (NZ/TI). [8]

Pro sběrnici KNX lze použít pouze tyto struktury kabeláže:

- Hvězdicová
- Liniová
- Stromová
- Kombinace výše uvedených



Obr. 1.6: Ukázka topologie KNX[8]

1.5.1 Individuální adresa

Individuální adresa se nastavuje s ohledem na umístění v topologii (Viz. Podkapitola 1.3.2).

Tab. 1.2: Individuální adresy v topologii [8]

| Prvek | Adresa | Funkce |
|----------------------|---------|--|
| Oblast | 0 | adresuje účastníky v páteřní linii |
| Oblast | 1...15 | adresuje oblasti |
| Linie | 0 | adresuje hlavní linii příslušné oblasti |
| Linie | 1...15 | adresuje linie obsažené v oblasti |
| Účastník na sběrnici | 0 | adresuje liniovou spojku příslušné linie |
| Účastník na sběrnici | 1...255 | adresuje sběrnicové přístroje obsažené v linii |

1.5.2 Spojka

V případě, že jsou v instalaci použity spojky a mají přiřazeny správné individuální adresy, budou při projektování v programu ETS (Kapitola 2) automaticky vytvořeny filtrační tabulky jednotlivých spojek. Filtrační tabulka obsahuje skupinové adresy, které smí projít skrz příslušnou spojku (obsahuje všechny obsažené skupinové adresy, které adresují SU umístěné za spojkou). Tudíž každá linie pracuje nezávisle.

Spojky jsou vytvořeny pro montáž na DIN lištu, kde se připojují primární i sekundární linie pomocí sběrnicové svorkovnice. Primární linie také funguje, jako napájení mikrokontroleru a při výpadku sítě ohlásí tuto skutečnost na sekundární linii. Jednou z výhod pojky je možnost programování z obou linií. Obsahují také žluté signalizující LED, které blikají pouze v případě, že spojka propustí telegram na příslušnou linii. Další vlastností spojky je galvanické oddělení mezi primární a sekundární linií. Poslední vlastností spojky je možnost přeměny na liniový opakovač. Opakovač se rozliší od spojky absencí nuly na konci individuální adresy (X.X.1 apod.). Využívá se pro rozšíření linie o další segment s 64 US. Tento úsek je limitován délkou kabelu, který může měřit maximálně 1000m. [8]

1.5.3 Routingové číslo

Každý telegram, který je vyslán přístrojem na obsahuje routingové číslo, které začíná na hodnotě 6. Toto číslo při každém průchodu spojkou, či opakovačem se dekrementuje dokud nedosáhne nulové hodnoty. Tuto vlastnost berou filtrační tabulky v potaz. Pokud se jedná o servisní telegram, tak routingové číslo má hodnotu 7, která se při průchodu spojkou nedekrementuje.². Tuto skutečnost berou v potaz i filtrační tabulky, které toto číslo ignorují, a tudíž všechny spojky tento telegram propustí. Tento telegram se vždy dostane k požadovanému účastníku bez ohledu na umístění. Toto číslo také brání zasmyčkování (nekonečnému kolování) telegramu. [8]

1.5.4 Interní a externí rozhraní

Systém KNX je otevřený jiným systémům za použití vhodných rozhraní umístěných na libovolné linii (většinou se jedná o páteřní linii). Lze připojit například programovatelný logický automat (PLC), digitální síť integrovaných služeb (ISDN), systémová technika budov, internet a mnohé další. Tato rozhraní přenáší obousměrně zprávy, které převede na komunikační protokol.

Nejedná se ovšem jenom o spojovaní KNX s externími médií, ale je možno spojít různá KNX média mezi sebou (např. spojení TP a RF). Existuje také možnost

²Spojky vyrobeny po roce 2019 mají schopnost tuto hodnotu dekrementovat

připojení částí instalace skrze optická vlákna. Tohle spojení přináší řadu výhod zejména galvanické oddělení celků a zvýšení celkové délky vedení. [8]

2 ETS

Jedná se o konfigurační softwarový nástroj nezávislý na výrobci pro navrhování a konfiguraci inteligentních instalací a pro řízení budov pomocí systému KNX. Tento software funguje pouze na počítačových platformách využívajících operační systém Windows. [11].

Pomocí softwaru lze [9]:

- Vkládat katalogové produkty do projektu - Produkty schválené asociací jsou obsaženy v katalogu a lze je použít v projektu. Produkty lze také přidat manuálně prostřednictvím aplikačních programů s koncovkou ".knxprod".
- Vytvořit architekturu objektu - rozdělit objekt na celky(budovy, patra, místnosti,...)
- Parametrizace produktů
- Vytváření skupinových adres
- Nahrávání řešení projektu do přístrojů
- Vzdálené ovládání připojeného projektu
- Diagnostika
- Vytvoření dokumentace

2.1 Tvorba instalace

Při vytváření projektu byl zvolen typ páteřní linie na IP, skupinové adresy na třístupňové a topologie zvolena jakožto TP, která byla použita, při tvorbě panelu.

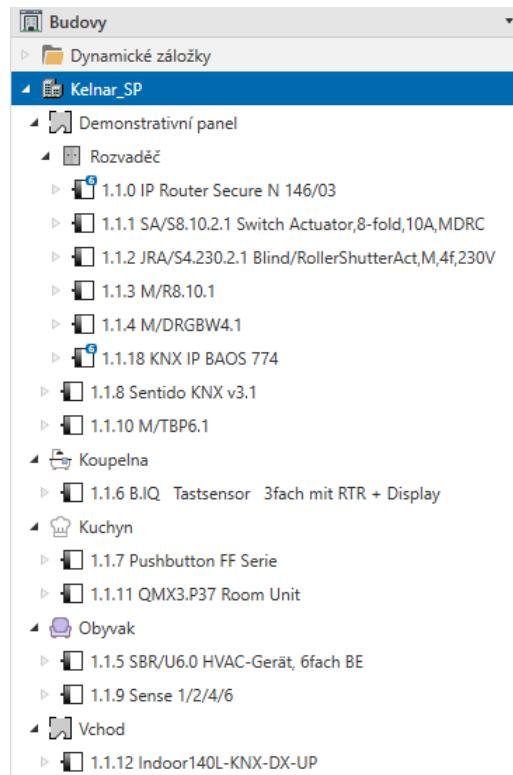
Po úspěšném založení projektu se program přepnul do pracovní části, která je složená z osmi oken [9]:

- Budovy - Rozdělení objektu na celky
- Skupinové adresy - Vytvoření a přiřazení skupinových adres přístrojům
- Topologie - Zobrazení rozložení vytvořeného projektu v topologii
- Kořeny projektu - Zobrazení všech oken kde se pracovalo
- Přístroje - Seznam přístojů v projektu
- Zprávy - Okno zaměřené na tvorbu dokumentace projektu
- Katalog - Vyhledání a vložení produktů do projektu
- Diagnostika - Okno určené pro otestování instalace

Pro vytvoření pracovního prostoru bylo použito okno budova. Prostor byl pojmenován Demonstrativní panel a byl rozdělen na 5 celků. Tyto celky reprezentují pokoje zobrazené na panelu (vchod, kuchyň, koupelna, obývací pokoj a rozvaděč umístěný v zadní části panelu). Tohle rozdělení bylo vytvořeno čistě pro zvýšení přehlednosti

objektu a následné ulehčení propojování přístrojů mezi sebou. Je nutno také dodat, že vytvoření jedné místnosti je podmínkou pro vkládání přístrojů do pracovní plochy.

Pro vložení přístrojů bylo nutno otevřít okno katalog, který ovšem neobsahoval použité přístroje. Díky této komplikaci bylo nutno navštívit webové stránky výrobců a následné stažení aplikačních programů. Tyto programy byly importovány do katalogu pomocí tlačítka "Import...". Vzhled projektu po přidání přístrojů lze vidět na Obr. 2.1.



Obr. 2.1: Projekt budovy v ETS

Po přidání všech přístrojů se zobrazila pracovní plocha, která slouží k zobrazení přehledu všech přístrojů (Zabezpečení - KNX Secure, individuální adresa prvku, místnost v projektu, použitý aplikační program, stav přístroje - nahrána adresa, program, parametrizace, skupinová adresa a informace o produktu). V sloupcích vyjadřujících stav přístroje jsou většinově pomlčky, které znázorňují, že nebyly nahrány všechny části do přístrojů. Tahle skutečnost je zdůvodněná změnami parametrů a skupinových adres.

| Zabez | Adresa | Místnost | Popis | Aplikační program | Adr | Prg | Par | Grp | Cfg | Výrobce | Objednaci | Produkt |
|-------|----------------------|----------|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|---|---------|
| 1.10 | Rozvaděč | | | 091A.CO IP Router Secure 004003 | - | - | - | - | - | Siemens | 5WG1146...IP Router Secure N 146/03 | |
| 1.141 | Rozvaděč | | | Switch 8f 10A/3.2b | ✓ | - | - | - | ✓ | ABB | 2CDG 110 1...SA/SB.10.2.1 Switch Actuator;8-fold,10A,MDRC | |
| 1.142 | Rozvaděč | | | Blind/Roller Shutter 4f 230V M/1.4 | ✓ | - | - | - | ✓ | ABB | 2CDG 110 1...JRA/S4.230.2.1 Blind/RollerShutterAct,M,4f,23... | |
| 1.143 | Rozvaděč | | | Switch 8fold 10A (V1.2) | ✓ | - | - | - | ✓ | HDL | M/RB 1105...M/RB.10.1 | |
| 1.144 | Rozvaděč | | | RGBW 4fold Driver(V1.0) | ✓ | - | - | - | ✓ | HDL | M/DRGBW...M/DRGBW4.1 | |
| 1.145 | Obyvák | | | HVAC device, 6gang BE/1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ABB | SBR/U6.0 SBR/U6.0 HVAC-Gerät, 6fach BE | |
| 1.146 | Koupelna | | | B/IQ Multifunkční RTR + Display V2 161302 | - | - | - | - | ✓ | Berker | 7566359x B/IQ Tastsensor 3fach mit RTR + Display | |
| 1.147 | Kuchyn | | | APEKEDZTP | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Ekinex S.p.A. | EK-ED2-TP Pushbutton FF Serie | |
| 1.148 | Demonstrativní panel | | | Sentido KNX app v3.1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | BASALTE | 200-02 Sentido KNX v3.1 | |
| 1.149 | Obyvák | | | Dsense | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Simon | 8400100-0... Sense 1/2/4/6 | |
| 1.150 | Demonstrativní panel | | | Touch 6buttons panel(1.1) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | HDL | M/TBP6 13...M/TBP6.1 | |
| 1.151 | Kuchyn | | | QMX3.P37 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Siemens HVAC | QMX3.P37 QMX3.P37 Room Unit | |
| 1.152 | Vchod | | | DX_V6.x | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | B.E.G. | 93393 Indoor140L-KNX-DX-UP | |

Obr. 2.2: Pracovní plocha v ETS

2.2 Parametrizace tlačítek a detektoru pohybu

V této podkapitole bude vysvětleno parametrizování použitých tlačítek. Ty byla pomyslně rozdělená do místností a nastaveny, tak aby spolupracovaly s nejbližšími prvky (světly, žaluziemi, klimatizací a topením). Pro vysvětlení byly vytvořeny tabulky popisu funkcí jednotlivých tlačítek.

2.2.1 ABB - SBR/U6.0.1-84

Jedná se o šestinásobné tlačítko se zabudovaným termostatem, které lze použít na regulaci teploty, ovládání žaluzií, ovládání osvětlení a nastavení dvou scén, které mohou obsahovat až osm objektů. Každé stisknutí tlačítka změní barvu signalizační LED na předem stanovenou hodnotu (rozpoznání zapnuto/vypnuto). [12]



Obr. 2.3: Šestinásobné tlačítko s termostatem ABB - SBR/U6.0.1-84 [12]

Tlačítko bylo nastaveno na odesílání aktuální hodnoty teploty co deset minut. Tlačítka jsou rozložena po horizontálních párech s označením funkční blok 1 až 3. V záložce každého bloku byly nastaveny obě tlačítka na krátká a dlouhá stisknutí. V záložkách *Common parameter* byl vybrán typ objektu na 1-bit. Při krátkém stisknutí tlačítka odesílá hodnotu jedna, při dlouhém stisknutí posílá hodnotu 2. Následně v záložce *Extended parameters* byly nastaveny hodnoty odesílaných objektů u dlouhého stisknutí na on ("1") a u krátkého na off ("0").

V záložkách *LED Button* pro každý funkční blok byla každá dioda nastavena do modu status. Přijímaný objekt byl nastaven na 1-bit a hodnota jasu na *bright* nastavena signalizační barva LED diod na bílou při vypnutí a červenou při zapnutí.

2.2.2 Berker - 75663593

Osminásobné člačítko s termostatem by mělo být schopno regulovat pokojovou teplotu, ovládat žaluzie, ovládat osvětlení a scény. V této práci se ovšem nepovedlo nastavit ani při použití více zařízení a softwaru od Berkeru, který dokázal otevřít externí okno parametrizace v německém jazyce. Po ukončení parametrizace se parametry neuloží. [17]



Obr. 2.4: Osminásobné tlačítko - Berker - 75663593 [17]

2.2.3 Ekinex - EK-ED2-TP-RW

Jedná se o čtyřnásobné tlačítko se zabudovaným teplotním senzorem pro ovládání žaluzií, osvětlení a scén. [18]

Tlačítko bylo nastaveno v záložce *General* na dvě svislé klapky. Obě klapky byly nastaveny na dlouhé a krátké stisknutí. V případě první klapky se horní krátký stisk nastavil na funkci *toggle* (přepínání). Dlouhý stisk představuje funkci *off*. Pro

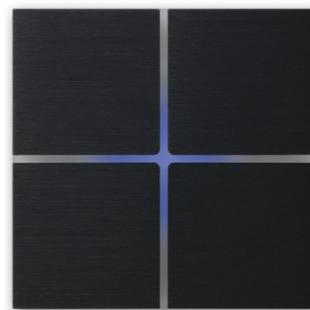


Obr. 2.5: Čtyřnásobné tlačítko Ekinex - EK-ED2-TP-RW [9]

dolní část klapky, je nastavení přesně opačné. Druhá klapka je nastavená stejným způsobem, akorát místo funkce *toggle* byla použita funkce *none*. Tato funkce zasílá "0", která znamená u žaluzií pohyb směrem nahoru.

2.2.4 Basalte - Senido 202-03

Další z použitých snímačů je čtyřnásobné dotykové tlačítko se zabudovaným snímačem teploty pro ovládání žaluzií, ovládání osvětlení a scén se schopností rozlišovat krátké a dlouhé stisknutí, a to nejen na jednom segmentu, ale má možnost snímat více segmentů najednou (multitouch). Dokáže ovládat, až šest scén s osmi objekty. Další ze schopností tlačítka je posílání tříbajtové hodnoty RGB. Poslední z funkcí tlačítka je zobrazování statusu díky RGB podsvícení. [15]



Obr. 2.6: Čtyřnásobné dotykové tlačítko Basalte - Senido 202-03 [15]

Tlačítko bylo nastaveno v záložce *General* na čtyři různá tlačítka. Dále se v této záložce povolila funkce řadiče scén. První trojici tlačítek, byla nastavena scéna, kterou při stisknutí budou volat. Každá z těchto scén byla nastavena v korespondující záložce označené číslem. Poslední tlačítko bylo nastaveno na demonstraci schopnosti zasílat hodnoty RGB. Jedná se o 2 nastavené hodnoty, které se rozlišují délkou stisku. Pro demonstraci funkce multitouch byly vybrána funkce *room toggle + General on/off/scene*. Pro krátký stisk byla vybrána scéna, která se zapne při krátkém stisku. Při druhém stisku se panel vypne. Dlouhý stisk má přiřazenou vlastní scénu. V záložce *Temperature senzor* bylo nastaveno, aby senzor zasílal teplotu každých 5 minut. Záložka *Scene controller* určiná pro nastavení řadiče scén, byla nastavena na všech osmi výstupech na hodnotu 1-bit.

2.2.5 Simon - 8400100-039

Čtyřnásobné tlačítko se zabudovaným RGB podsvícením a teplotním senzorem pro ovládání žaluzií a osvětlení. [24]

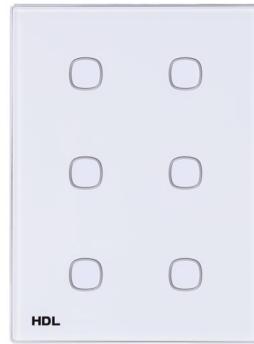


Obr. 2.7: Čtyřnásobné tlačítko Simon - 8400100-039 [24]

V záložce *General* bylo vybráno 4 tlačítkové provedení, které je použito na demonstrativním panelu. Jako další možnost, která byla povolena byl vnitřní senzor teploty. Poté v záložce *FeedBack* byly nastaveny hodnoty jasu a hlasitosti na maximum. Dále zde byla aktivována možnost zapnout vibrace při doteku. Pro nastavení samotné funkcionality tlačítek se musela použít záložka *Inputs*, kde se nastavilo oddělení tlačítek od sebe (všechna tlačítka jsou samostatně). Tlačítka v tomto případě jsou číslována od spodního levého rohu po sloupcích (1 a 2 levá strana, 3 a 4 pravá strana). Poté už se nastavovala samotná funkcionality tlačítek. Byla vybrána možnost krátkého i dlouhého stisku. V případě krátkého stisku žaluzie vyjedou/sjedou samostatně. Dlouhý stisk znamená pohyb pouze v čase, kdy je tlačítko stisknuto.

2.2.6 HDL - M/TBP6.1-A2

Předposlední tlačítko je od společnosti HDL. Jedná se o šestinásobné dotykové tlačítko Čtyřnásobné tlačítko se zabudovaným RGB podsvícením pro ovládání žaluzií, osvětlení, stmívání a ovládání dvou scén s deseti objekty. Dále také obsahuje RGB kontrolér, který dokáže posílat 3-byte hodnotu obsahující informace o intenzitě každé složky. [19]



Obr. 2.8: Šestinásobné tlačítko HDL - M/TBP6.1-A2 [19]

První z parametrů, které je možno nastavit v záložce *General* byla citlivost dotyku, a to na hodnotu 4. Dále se pak povolily scény. Následně se obě scény nastaví v záložkách *Panel scene A* a *Panel scene B*. První scéna byla nastavena na dle Obr. 2.9 a druhá dle Obr. 2.10.



Obr. 2.9: Parametry scény A tlačítka HDL - M/TBP6.1-A2



Obr. 2.10: Parametry scény B tlačítka HDL - M/TBP6.1-A2

Při nastavování tlačítek bylo nutno nastavit krátké a dlouhé stisknutí tlačítek. Krátkému stisknutí byla přiřazena funkce *toggle*, která dovoluje přepínat osvětlení mezi hodnotami zapnuto a vypnuto. Dlouhé stisknutí bylo nastaveno na dobu 1s a používá se na stmívání. Pro demonstraci stmívání byly nastaveny různé hodnoty kroku prvních 4 tlačítek. Každý z těchto tlačítek má nastavenou signální podsvícení na jinou hodnotu. První tlačítko bylo nastaveno červenou barvou, druhou na zelenou, třetí na modrou a čtvrté na bílou. Při signalizaci se zvýší jas barev o 70%. Zbylá 2 tlačítka byla přepnuta do modu RGB kontrolér, který odesílají hodnotu RGB jak pro krátké, tak i pro dlouhé stisknutí. Tato hodnota se také signalizuje při stisknutí tlačítek.

2.2.7 Siemens - QMX3.P37

Jedná se o ovládací panel určený na regulování pokojové teploty s integrovaným displejem. Tento displej dokáže zobrazovat vlhkost vzduchu, koncentraci CO₂ v ovzduší a samotnou teplotu místo. Také obsahuje osm tlačítek, která obsahují žluté statusové LED. Tento panel umožňuje také ovládání žaluzií, osvětlení a scény. [22]



Obr. 2.11: Ovladací panel Siemens - QMX3.P37 [22]

V tomto případě bylo zařízení nastaveno na spínání pomocí jednoho tlačítka. Nejprve v záložce *General* byla nastavena hodnota svitu signálníčků LED na 100% hodnotu. V další záložce byl nastaven teplotní senzor na odesílání hodnoty každých 10 minut. Poté se už nastavovaly jednotlivé tlačítkové páry. Funkce páru byla zvolena *Individual*, která umožnila nezávislé fungování obou tlačítek. Dále se u obou tlačítek nastavila možnost *1 - button switching / send value, Short/long press* (dlouhé stisknutí po uplynutí 0,5s) a vybrala se možnost odesílání druhé hodnoty při dlouhém stisku. Levým tlačítkům byla přiřazena hodnota *on* a pravým *off*. Také byla nastavena signalizace stisku tlačítek. Kvůli tomu byla možnost *LED display* nastavena na *status object* a možnost *LED activation* pro levá tlačítka na *0 = LED off; 1 = LED on*. Pravá tlačítka byla nastavena *0 = LED on; 1 = LED off*. Po pozdější úvaze o zefektivnění panelu se pro 1. a 4. řadu tlačítek změnil dlouhý stisk na *Toggle*.

2.2.8 B.E.G - Indor 140-L-KNX-DX

Poslední snímač, který se použil na panelu je detektor přítomnosti s teplotním senzorem a dvěmi tlačítky. [16]

Parametrisace tohoto prvku byla celá v němčině, a to dosti zkomplikovalo postup. První záložka *Grundeinstellungen* (Základní nastavení) se nastavila hodnota teploměru (Temperaturmessung) na aktiviertz. Poté v záložce teploměru se v možností zasílání teploty (*Temperaturwer senden*) zvolilo odesílání při změně (bei Änderung). Další parametry byly nastaveny v záložce *Tastenfunktionen* (Klíčové funkce), kde se aktivovala tlačítka T1 a T2. Nastavení *Präsenzmelder* (Detektoru pohybu) zůstal v plně automatickém režimu (*Vollautomatik*). V první podzáložce detektoru

pohybu byla nastavená doba vypnutí na 30 sekund. Při nastavování obou tlačítek byl vybrán režim spínání (*Betriebsart*).



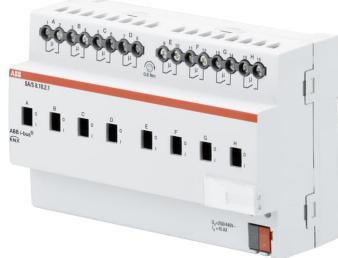
Obr. 2.12: Detektor pohybu B.E.G - Indor 140-L-KNX-DX [9]

2.3 Parametrizace akčních členů

Tahle podkapitola se zaměřuje na parametrizaci použitých akčních členů umístěných v rozvaděči na zadní straně panelu.

2.3.1 ABB SA/S8.10.2.1

Tento osmikanálový spínací člen nebyl nijak parametrizován za účelem dosáhnutí ponechání ve stavu spínacího aktoru, který zasílá status pouze při změně. Úkolem tohoto aktoru je spínání LED představující topení (šest) a klimatizaci (dvě).



Obr. 2.13: Osmikanálový spínací člen ABB - SA/S8.10.2.1 [13]

2.3.2 ABB - JRA/S4.230.2.1

Jedná se o čtyřkanálový žaluziový člen, který je určen na ovládaní žaluzií. Jelikož se v projektu používají pouze 2 žaluziové okruhy, tak se využívá pouze polovina

akčního členu. Využívají se první dva kanály. Jediná změna od původní parametrizace je v záložkách *Drive* pro jednotlivé kanály a to nastavení ukončení pohybu po 5 sekundách (tj. žaluzie může po stisku vyjíždět/sjíždět po dobu maximálně 5 sekund).



Obr. 2.14: Čtyřkanálový žaluziový člen ABB - JRA/S4.230.2.1 [14]

2.3.3 HDL - M/R8.10.1

Osmikanálový spínací člen HDL se v této práci využívá, na spínání osvětlení respektive 7 LED, které představují osvětlení umístěné v domě. V případě tohoto členu nebyla nutná žádná změna oproti původnímu nastavení parametrů. Všechny kanály jsou nastaveny, jako spínací aktor s typem kontaktu Normally Opened (NO). Zasílání statusu probíhá pouze při změně hodnoty.

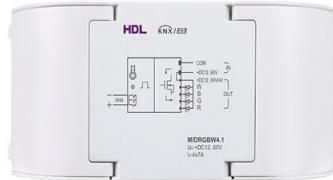


Obr. 2.15: Osmikanálový spínací člen HDL - M/R8.10.1 [20]

2.3.4 HDL - M/DRGBW4.1

Čtyřnásobný stmívací člen poskytnutý společností HDL, byl v této práci použit na ovládání RGBW LED pásku ukrytém v demonstrativním panelu. Výhodou tohoto členu je možnost ovládat kanál barevných složek zvlášt. Každý kanál (*Channel*) je nastaven na odesílání stavové hodnoty (1bit) při změně. Dále se nastavily hodnoty

času pro stmívání v záložkách *dimming config* každého kanálu na 1 sekundu pro zapnutí i vypnutí.



Obr. 2.16: Čtyřnásobný stmívací člen HDL - M/DRGBW4.1 [21]

2.4 Připojená komunikační rozhraní

Pro umožnění parametrizace a externího řízení bylo nutno přidat do projektu dvě různá rozhraní pro komunikaci. Ani jedno z těchto rozhraní nebylo nijak parametrizováno a bylo ponecháno v původním stavu. První z nich je IP Secure router Siemens - 5WG1 146-1AB03, který je převážně určen k bezpečnému přenosu dat. Lze z něj také využít jako liniová spojka.. [23]



Obr. 2.17: IP Secure router Siemens - 5WG1 146-1AB03 [23]

Druhé komunikační rozhraní použité na panelu je Weinzierl - KNX IP BAOS 774. Využívá se za účelem komunikace skrze telegramy, nebo datové body. Dále umožňuje přístup k objektům pomocí TCP/IP protokolu anebo za pomoci webového rozhraní. [25]



Obr. 2.18: Komunikační rozhraní Weinzierl - KNX IP BAOS 774 [26]

2.5 Vytvoření skupinových adres projektu

V závislosti na informacích obsažených v podkapitole 1.3.2 se tato podkapitola zaměří pouze na tvorbu skupinových adres. První část této podkapitoly bude věnována vytvoření a popsání tabulek jednotlivých místností. Tyto tabulky bude použity pro popis funkce jednotlivých tlačítek a následně pro tvorbu skupinových adres. Dále tyto tabulky nebudou obsahovat tlačítko společnosti Berker, které nelze parametrisovat.

První místnost, které budou nastaveny jsou kuchyně a koupelna. Do těchto prostor byly pomyslně nainstalovány tlačítka společnosti Ekinex a Siemens. Aby se využilo maximálně těchto tlačítek, budou využita obě tlačítka i v jiných místnostech. Zejména se jedná o tlačítko Ekinex, které má na pravé klapce žaluzie. V případě tlačítka Siemens se jedná pouze o využití velkého množství tlačítek, které budou použity při dlouhém stisku na ovládání celé budovy.

Tab. 2.1: Funkce kuchyňských tlačítek pro krátké stisknutí

| Tlačítko | Ekinex | Siemens |
|----------|--------------------|--------------|
| 1. | S1 Zapnuto/Vypnuto | Ch3 Vypnuto |
| 2. | S2 Zapnuto/Vypnuto | Ch3 Zapnuto |
| 3. | Ž1, Ž2 krok nahoru | T3 Vypnuto |
| 4. | Ž1, Ž2 krok dolů | T3 Zapnuto |
| 5. | - | T3/1 Vypnuto |
| 6. | - | T3/1 Zapnuto |
| 7. | - | T3/2 Vypnuto |
| 8. | - | T3/2 Zapnuto |

Tab. 2.2: Funkce kuchyňských tlačítek při dlouhém stisknutí

| Tlačítko | Ekinex | Siemens |
|----------|----------------------------|-----------------------|
| 1. | S1, S2, S6 Zapnuto/Vypnuto | Ch1 Zapnuto/Vypnuto |
| 2. | S6 Zapnuto/Vypnuto | Ch2 Zapnuto/Vypnuto |
| 3. | Ž1, Ž2 nahorů | T1, T2, T2 Vypnuto |
| 4. | Ž1, Ž2 dolů | T1, T2, T2 Zapnuto |
| 5. | - | Ch1, Ch2, Ch3 Vypnuto |
| 6. | - | Ch1, Ch2, Ch3 Zapnuto |
| 7. | - | S1,S2,S6 Vypnuto |
| 8. | - | S3,S4,S5 Zapnuto |

Dalším místností se dvěma pomyslně nainstalovanými tlačítky je obyvací pokoj. Jedná se o tlačítka společnosti ABB a Simon. Tlačítko Simon bude použito na ovládání žaluzií a tlačítko ABB na ovládání topení, chlazení a světel v místnosti.

Tab. 2.3: Funkce tlačítek obývacího pokoje při krátké stisknutí

| Tlačítko | ABB | Simon |
|----------|-----------------|----------------|
| 1. | T1 Vypnuto | Ž1 krok nahorů |
| 2. | T2 Vypnuto | Ž1 krok dolů |
| 3. | Ch1,Ch2 Vypnuto | Ž2 krok nahorů |
| 4. | S3 Vypnuto | Ž2 krok dolů |
| 5. | S4 Vypnuto | - |
| 6. | S5 Vypnuto | - |

Tab. 2.4: Funkce tlačítek obývacího pokoje při dlouhém stisknutí

| Tlačítko | ABB | Simon |
|----------|-----------------|-----------|
| 1. | T1 Zapnuto | Ž1 nahorů |
| 2. | T2 Zapnuto | Ž1 dolů |
| 3. | Ch1,Ch2 Zapnuto | Ž2 nahorů |
| 4. | S3 Zapnuto | Ž2 dolů |
| 5. | S4 Zapnuto | - |
| 6. | S5 Zapnuto | - |

Dotyková tlačítka společností Basalte a HDL byla určena na ovládání scén a barvy pozadí objektu. Tlačítko společnosti basalte v této práci reaguje pouze na krátký dotek jednotlivých tlačítek. Tahle skutečnost je způsobena použitím scén. Při použití funkce volání scény nelze využít dlouhého dotek. Další z vlastností tlačítka je již zmínovaný multitouch, který funguje na bázi doteku dvou a více ploch najednou.

V této práci je použit krátký dotek na zavolání scény odchod a dlouhý dotek na volání scény příchod.

Tab. 2.5: Funkce dotykových tlačítek při krátké stisknutí

| Tlačítko | Basalte | HDL |
|----------|----------------|-------------------------|
| 1. | Scéna dovolená | Červené podsvícení |
| 2. | Scéna léto | Zelené podsvícení |
| 3. | Scéna zima | Modré podsvícení |
| 4. | RGB Kontroler | Bílé podsvícení |
| 5. | - | Nastavená hodnota RGB 1 |
| 6. | - | Nastavená hodnota RGB 2 |

Tab. 2.6: Funkce dotykových tlačítek při dlouhém stisknutí

| Tlačítko | Basalte | HDL |
|----------|---------|-----------------------------|
| 1. | - | Červené podsvícení stmívání |
| 2. | - | Zelené podsvícení stmívání |
| 3. | - | Modré podsvícení stmívání |
| 4. | - | Bílé podsvícení stmívání |
| 5. | - | Nastavená hodnota RGB 3 |
| 6. | - | Nastavená hodnota RGB 4 |

Poslední z použitých spínačů je detektor pohybu, kterému bylo logicky přiřazeno přední světlo domu.

Ze vzniklých tabulek byly vytvořeny skupinové adresy, které byly rozděleny do skupin dle přístroje (Světla, Žaluzie, Topení, Klimatizace, LED, Scény a Měření). Tyto skupiny se dále dělí na podle funkcionality a množství. Poslední vrstva již představuje jednotlivé objekty, nebo scény. Výpis skupinových adres je součástí příloh.

3 Vizualizace skrze programovatelný logický automat

V této kapitole se nachází popis jednotlivých částí ovládání instalace skrze PLC firmy TECO - CP-2007 [27], které obsahuje knihovny pro práci s KNX/IP [30] a MQTT [31] a dále integrovaný webový server pro vizualizaci [32]. Všechny tyto části jsou podrobněji rozvedeny v následujících podkapitolách. Ovládání a vizualizace instalace je možné provádět i skrze PLC jiných výrobců za předpokladu, že mají implementované knihovny pro komunikace KNX/IP a MQTT. PLC výrobce TECO bylo vybráno kvůli jeho specializaci na domácí automatizaci, dostupnosti a ceně.

3.1 CP - 2007

Jedná se základní modul řídícího systému Foxtrot v provedení s jednojádrovým procesorem ARMv7 o frekvenci 792MHz a databoxem o velikosti 128kB, který je vyroben pro přichycení na DIN Lištu. Obsahuje 2 ethernet porty, 2 sériové porty, 15 vstupů z nichž je 14 univerzálních a 1 galvanicky oddělený digitální, 15 výstupů z nichž je 11 releových a 4 analogové. Dále pak obsahuje 2 sloty na rozšiřující moduly. [27]



Obr. 3.1: CP-2007 [27]

3.2 Mosaic

Ovládání instalace bylo realizováno v programovacím prostředí společnosti TECO - Mosaic, které je určeno pro programování PLC. Toto prostředí nabízí široké spektrum funkcí a nástrojů pro programování, vizualizaci a správu projektů [28]:

- **Programovací jazyky dle IEC 61131-3 [29]:**
 - Ladder Diagram (LD)
 - Function Block Diagram (FBD)
 - Structured Text (ST)
 - Instruction List (IL)
 - Sequential Function Chart (SFC)
 - Continuous Function Chart (CFC)
- **Simulační nástroje:**
 - Simulátor PLC
 - Simulátor panelu
- **Archivační nástroje:**
 - Datalogger
 - Správce souborů projektu
 - Správce knihoven
- **Nástroje pro tvorbu vizualizace:**
 - WebMaker
 - PanelMaker
 - GraphMaker
- **Inženýrské a pomocné nástroje:**
 - Mapování uživatelských registrů
 - I/O konfigurátor
 - PID Maker
 - PLCnet Manažer
 - LangMan (jazykový manažer)
 - Debugger
 - IEC Manažer
 - Asistent 16 → 32 (Převod 16bitového projektu na 32bitový)
 - Texty KEY2 (Správa textových řetězců pro operační panely KEY2)
 - Import KNX (Import konfigurace KNX IP BAOS z csv souboru)
 - Firmware Updater
 - Project Loader
 - Set PLC IP
 - Mosaic Updater
 - Jazyk prostředí / IDE Language

3.2.1 Ovládací prvky

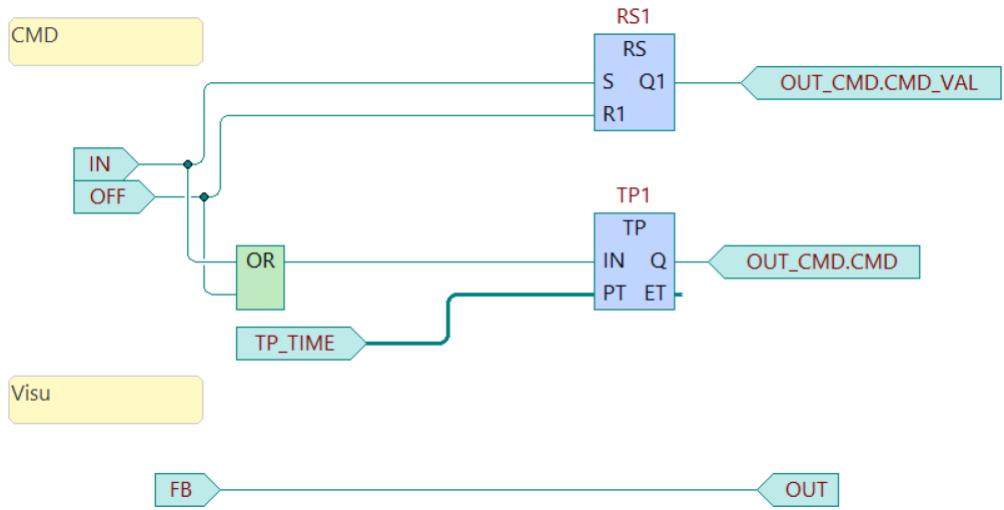
Pro ovládání instalace byly vytvořeny funkční bloky, které byly poté použity v reálnici logiky programu:

- **Základní funkční bloky:**
 - fbKNXVisuBool - Ovládání binárních signálů skrze vizualizaci
 - fbKNXShutters - Ovládání žaluzií skrze vizualizaci
 - fbRoomTempMod - Modelovaní teploty místnosti v závislosti na parametrech a vstupech z topení a klimatizace (měření teploty z panelu bude neměnné - neumožní demonstraci změny teploty)
- **Funkční bloky jednotlivých místností:**
 - fbLivRoom - Ovládání obývacího pokoje a simulace teploty
 - fbKitch - Ovládání kuchyně a simulace teploty
 - fbBath - Ovládání koupelny a simulace teploty
 - fbOutz - Ovládání vstupu a měření venkovní teploty (teplota z panelu)

Níže jsou uvedeny definice jednotlivých funkčních bloků, které byly použity pro ovládání a vizualizaci instalace. Pro jejich realizaci byly použity jazyky CFC a ST.

fbKNXVisuBool

```
FUNCTION_BLOCK fbKNXVisuBool
VAR_INPUT
    IN          : BOOL R_EDGE; //Světlo ON Vizu
    OFF         : BOOL R_EDGE; //Světlo OFF Vizu
    FB          : BOOL; //KNX Světlo Feedback
END_VAR
VAR_OUTPUT
    OUT_CMD     : DT_CMD_BOOL; //KNX CMD
    OUT         : BOOL; //Visu hodnota
END_VAR
VAR
    TP_TIME : TIME := T#1S; //KNX CMD délka
    RS1   : RS;
    TP1   : TP;
END_VAR
```



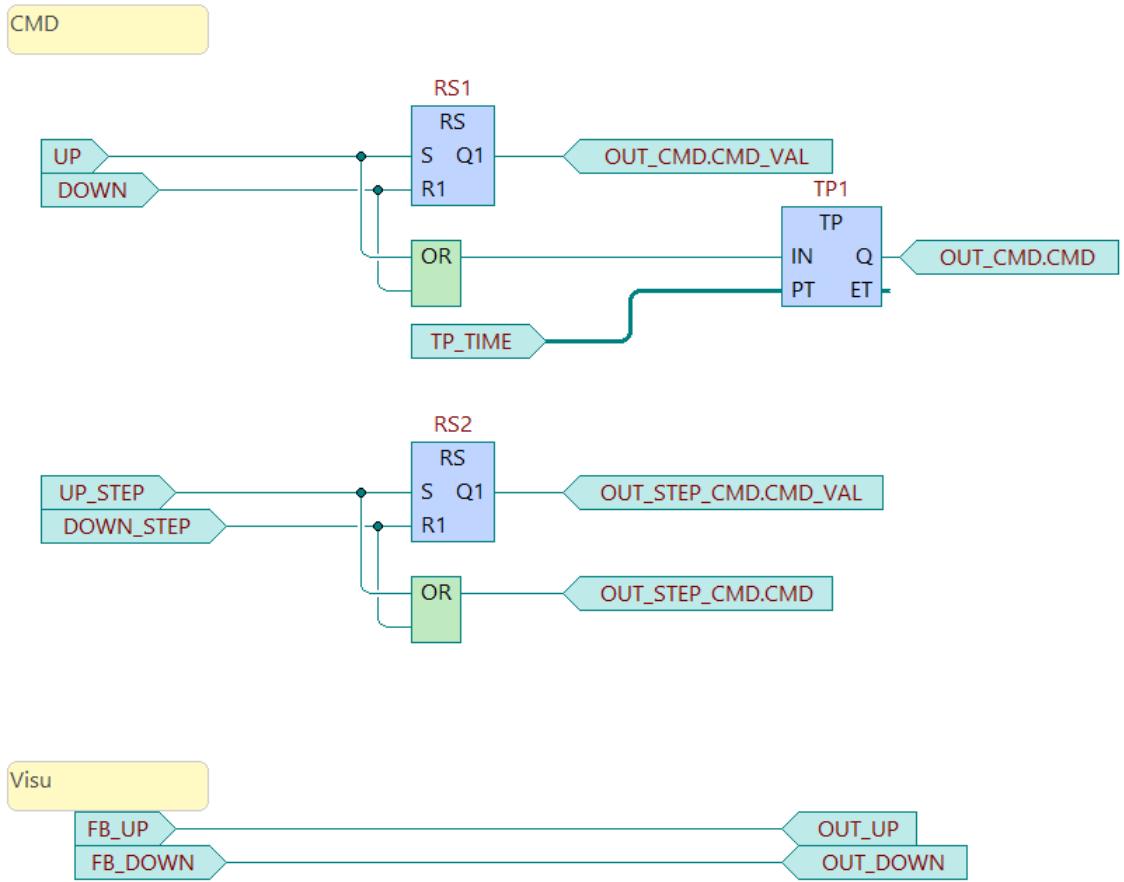
Obr. 3.2: fbKNXVisuBool

fbKNXShutters

```

FUNCTION_BLOCK fbKNXShutters
VAR_INPUT
    UP          : BOOL R_EDGE; //Rolety nahoru Vizu
    DOWN        : BOOL R_EDGE; //Rolety dolu Vizu
    UP_STEP     : BOOL; //Rolety nahoru krok Vizu
    DOWN_STEP   : BOOL; //Rolety dolu krok Vizu
    FB_UP       : BOOL; //KNX Rolety Feedback nahoru
    FB_DOWN     : BOOL; //KNX Rolety Feedback dolu
END_VAR
VAR_OUTPUT
    OUT_CMD      : DT_CMD_BOOL; //KNX CMD
    OUT_STEP_CMD : DT_CMD_BOOL; //KNX CMD krok
    OUT_UP       : BOOL; //Visu nahoru
    OUT_DOWN     : BOOL; //Visu dolu
END_VAR
VAR
    TP_TIME : TIME := T#1S; //KNX CMD délka
    RS1 : RS;
    TP1 : TP;
    RS2 : RS;
END_VAR

```



Obr. 3.3: fbKNXShutters

fbRoomTempMod

Na modelování teploty místnosti byl vytvořen jednoduchý matematický model, který měl za úkol zobrazit změnu v závislosti na působení topení a klimatizace. Uvažujeme, že místnost je kvádr o rozměrech specifikovaných uživatelským vstupem. Tento kvádr je naplněný vzduchem, který má určitou váhu, ze které lze vypočítat energie potřebná ke změně o teploty o 1 °C.

$$V = a \cdot b \cdot c \quad (3.1)$$

$$m = \rho \cdot V \quad (3.2)$$

$$Q = m \cdot c_p \quad (3.3)$$

Kde:

- V - objem vzduchu v místnosti [m^3]
- a, b, c - rozměry místnosti [m]
- m - hmotnost vzduchu v místnosti [kg]

- ρ - hustota vzduchu při tlaku jedné atmosféry a teplotě 20 °C - 1.204 [kg/m³]
- Q - energie potřebná ke změně teploty o 1 °C [J]
- c_p - měrná tepelná kapacita vzduchu - 1005 [J·kg⁻¹·K⁻¹]

Dále uvažujeme obal kvádru (stěny, podlahu a strop) s různými tloušťkami a tepelnými vodivostmi. Pro zjednodušení výpočtu se předpokládá, že dveře a okna místnosti nemají rozdílný vliv oproti stěnám a tudíž tepelný tok zůstává na celé ploše strany stejný a směr toku závisí pouze na poměru teplot na obou stranách zdi. Dále je předpoklad nulových teplot z jiných směrů. Také budeme předpokládat, že materiál bude všude stejný a to cihla.

$$S = a \cdot b \quad (3.4)$$

$$\Delta T = T_{in} - T_{out} \quad (3.5)$$

$$\phi_{Strana} = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta T}{c} \quad (3.6)$$

Kde:

- S - plocha strany [m²]
- a, b, c - rozměry strany [m]
- ΔT - rozdíl teploty na obou stranách strany [°C]
- T_{in} - teplota uvnitř místnosti [°C]
- T_{out} - teplota venku [°C]
- ϕ_{Strana} - tepelný tok [W]
- λ - tepelná vodivost cihly - 0.4 [W·m⁻¹·K⁻¹]

Další součástí simulace je topení a klimatizace, které jsou dodávány pouze jako binární signály. Pro jednoduché modelování byly vytvořeny funkce růstu (logaritmický) a poklesu (exponenciální) výkonu. Tyto funkce jsou zobrazeny na Obr. 3.4. Dále k těmto rovnicím byly vytvořeny korekční členy, které ovlivňují rychlosť funkcí a tudíž více přiblížily chování funkcí více realitě.

$$f_{Růst}(t) = \frac{\ln(1 + k_{Růst} \cdot t)}{\ln(1 + k_{Růst} \cdot t_{MaxRůst})} \cdot y_{Max} \quad (3.7)$$

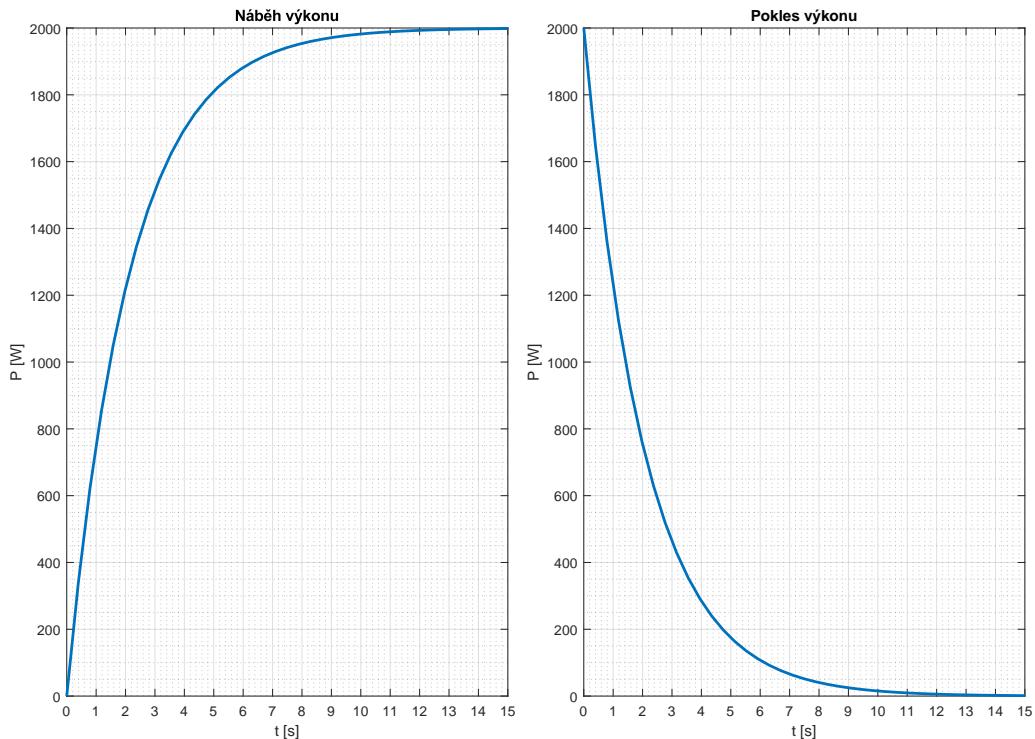
$$k_{Růst} = \frac{t_{MaxRise}}{t_{80}} \quad (3.8)$$

$$f_{Pokles}(t) = \frac{y}{e^{k_{Pokles} \cdot t}} \quad (3.9)$$

$$k_{Pokles} = \frac{\frac{y_{max}}{\varepsilon}}{t_{MaxPokles}} \quad (3.10)$$

Kde:

- $f_{Růst}(x)$ - funkce růstu výkonu [W]
- $k_{Růst}$ - korekční člen pro pokles [-]
- t - čas [s]
- $t_{MaxRůst}$ - maximální čas růstu výkonu [s]
- y_{Max} - maximální výkon [W]
- t_{80} - čas potřebný k dosažení 80% výkonu [s]
- $f_{Pokles}(x)$ - funkce poklesu výkonu [W]
- k_{Pokles} - korekční člen pro růst [-]
- y - aktuální výkon [W]
- ε - cílová hodnota pod kterou se výkon musí dostat [W]
- $t_{MaxPokles}$ - maximální čas poklesu výkonu [s]



Obr. 3.4: Průběh funkcí pro simulaci

Toto funkce bylo potřeba převést do rekurzivní podoby, aby bylo možné je implementovat do funkčního bloku.

$$y_{RůstPred} = y_{RůstPred} + \frac{\ln(1 + k_{Růst} \cdot \Delta t)}{\ln(1 + k_{Růst} \cdot T_{Max})} \cdot (y_{Max} - y_{RůstPred}) \quad (3.11)$$

$$y_{PoklesTed} = y_{PoklesPred} \cdot e^{k_{Pokles} \cdot \Delta t} \quad (3.12)$$

Kde:

- $y_{RůstTed}$ - nový výkon [W]
- $y_{RůstPred}$ - předchozí výkon [W]
- $k_{Růst}$ - korekční člen pro pokles [-]
- Δt - časový krok [s]
- T_{Max} - maximální čas růstu výkonu [s]
- y_{Max} - maximální výkon [W]
- $y_{PoklesTed}$ - nový výkon [W]
- $y_{PoklesPred}$ - předchozí výkon [W]

Po vyčtení výkonu topení a klimatizace zbývá vypočítat teplotu v místnosti. Ten se získá součtu aktuální hodnoty teploty a přírůstku podílu působích toků a potřebné energie ke změně teploty (Rov. 3.3). Rovnice pro celkový tepelný tok je dána jako součet tepelných toků ze stran, výkonu topení a klimatizace (působí záporně).

$$T_{Aktualni} = T_{Predchozi} + \frac{\phi_{Celkovy}}{Q} \quad (3.13)$$

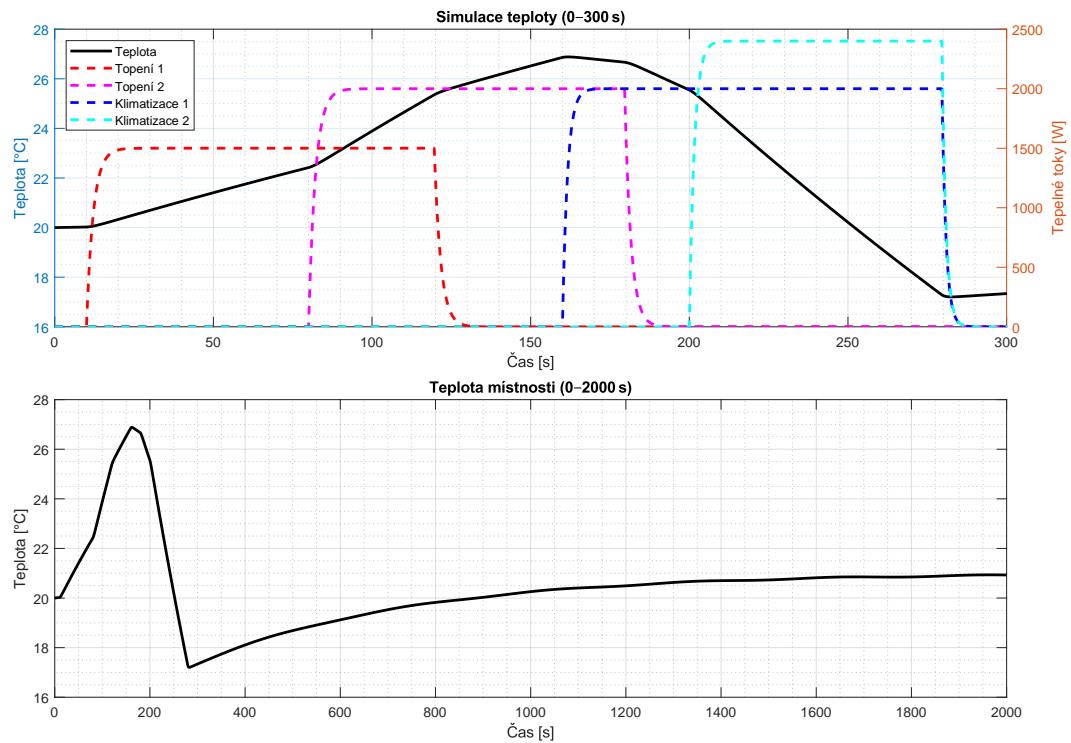
$$\phi_{Celkovy} = \sum_{i=1}^6 \phi_{Strana_i} + \phi_{Topeni} - \phi_{Klimatizace} \quad (3.14)$$

Kde:

- $T_{Aktualni}$ - aktuální teplota [$^{\circ}\text{C}$]
- $T_{Predchozi}$ - předchozí teplota [$^{\circ}\text{C}$]
- $\phi_{Celkovy}$ - celkový tepelný tok [W]
- ϕ_{Strana_i} - tepelný tok ze strany i [W]
- ϕ_{Topeni} - tepelný tok z topení [W]
- $\phi_{Klimatizace}$ - tepelný tok z klimatizace [W]

Průběh teploty v místnosti je zobrazen na Obr. 3.5, kde je demonstrováno chování při běhu topení a klimatizace v horním grafu. Ve spodní části grafu je zase zobrazeno chování teploty bez působení topení a klimatizace. Teplota okolí je v tomto případě nastavená na $21\ ^{\circ}\text{C}$. Z průběhu lze vypozorovat, že se teplota ustálí na teplotu okolí a tudíž, lze považovat model za korektní.

Tento funkční blok byl použit pro simulaci teploty v obývacím pokoji, kuchyni. Definice tohoto funkčního bloku je zobrazena kvůli své velikosti v příloze číslo 2. Pro venkovní teplotu byl použit signál, který byl napojen na teploměr na panelu. V případě koupelny byla teplota simulována jako sinusoida v rozmezí $18-22\ ^{\circ}\text{C}$ a periodou 3 minuty. Tento způsob byl zvolen kvůli absenci teploměru a akčního členu pro řízení teploty.



Obr. 3.5: Simulace teploty v místnosti

fbLivRoom

fbKitch

fbBath

fbOutz

3.2.2 Komunikace KNX/IP

3.2.3 Komunikace MQTT

3.2.4 Vizualizace

4 Raspberry Pi 5

4.1 Docker Compose

4.1.1 Kontejnerizace

4.1.2 Tvorba YAML souboru

4.2 Mosquitto

4.3 Home Assistant

4.4 Influxdb

4.5 Grafana

Závěr

Úkolem této semestrální práce je seznámit se sběrnicovým systémem KNX, který jsem prostudoval a popsal v první kapitole. Kapitola začala krátkým úvodem obsahujícím informace o asociaci, podmínkami pro přijetí do asociace a informovala o existenci norem. V první podkapitole je představena historie asociace od vzniku až dodnes. Další podkapitola nastínila možnosti využití sběrnicového systému. Třetí podkapitola je obsáhlější a popisuje sběrnicové přístroje. Nejdříve jejich funkci-
nalitu, poté vysvětuje problematiku adresování, které je nedílnou součástí správné komunikace po sběrnici. Další část vysvětluje, jak tato komunikace vlastně probíhá a jakou mají strukturu data, která na ní kolují. Poté následuje vysvětlení funkci-
nality datového bodu, který se používá všemi sběrnicovými přístroji KNX. Čtvrtá podkapitola se zabývá zabezpečením tohoto systému. Vysvětluje rozdíl mezi klasickými zařízeními a zabezpečenými zařízeními. Dále popisuje šifrování telegramů a končí vysvětlením režimu Secure Commissioning a funkce FDSK. Poslední podkapitola první části se zabývá topologií. Přesněji přibližuje základní rozdělení kabeláže na celky, individuální adresování v topologii, funkci spojek, funkci routingového čísla a končí vysvětlením funkce komunikačních rozhraní. Všechny tyto informace byly čerpány z materiálů školení poskytnutých samotnou asociací za účelem přípravy na školení.

Druhá kapitola je zaměřená na společnost FLOWBOX, a to zejména na seznámení se společností a její platformou. Tahle kapitola bude při příštím vydání práce rozšířena.

Třetí kapitola se popisuje praktickou část semestrální práce. Začátek kapitoly je koncipován, jako seznámení s prostředím, které se zvolna změnilo na popis tvorby projektu od založí, přes instalaci, parametrizaci až po vytvoření skupinových adres. U jednoho přístroje bohužel nešlo i přes různé pokusy změnit parametry, nebo jakoli přidat do skupinové adresy. Proto byl vyřazen z řešení této práce.

Literatura

- [1] Asociace KNX *Datapoint Type* Online. Dostupné z: <https://support.knx.org/hc/en-us/articles/115001133744-Datapoint-Type> [cit. 23. 12. 2021].
- [2] Asociace KNX *A History of KNX* Online. Dostupné z: https://crelectrics.com.au/wp-content/uploads/2015/05/a_history_of_KNX.pdf [cit. 1. 10. 2021].
- [3] Asociace KNX *KNX Basics* Online. Dostupné z: https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_cz.pdf [cit. 1. 10. 2021].
- [4] Asociace KNX *Principy systému KNX* Online. Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX-System-Principles_cz.pdf [cit. 1. 10. 2021].
- [5] Asociace KNX *KNX Secure Devices* Online. Dostupné z: <https://support.knx.org/hc/en-us/articles/360000216419-KNX-Secure-Devices> [cit. 23. 12. 2021].
- [6] Asociace KNX *ISO/IEC 14543-3. KNX Celkový přehled*.
- [7] Asociace KNX *ISO/IEC 14543-3. KNX Systémové argumenty*.
- [8] Asociace KNX *ISO/IEC 14543-3. KNX TP Topologie*.
- [9] MITRENGA, Michal.: *Realizace demonstrativního panelu inteligentní elektroinstalace KNX*. Brno, 2021. Online. [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134788> Diplomová práce. *Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. Vedoucí práce Petr Fiedler.*
- [10] knx.org Online. Dostupné z: <https://www.knx.org> [cit. 1. 10. 2021].
- [11] knx.org *ETS Professional* Online. Dostupné z: <https://www.knx.org/knx-en-for-professionals/software/ets-professional/> [cit. 2. 1. 2022].
- [12] ABB - SBR/U6.0.1-84 Online. Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CKA006330A0004/sbr-u6-0-1-84> [cit. 28. 12. 2021].
- [13] ABB - SA/S8.10.2.1 Online. Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CDG110157R0011/sa-s8-10-2-1> [cit. 28. 12. 2021].
- [14] ABB - JRA/S4.230.2.1 Online. Dostupné z: <https://new.abb.com/products/2CDG110121R0011/jra-s4-230-2-1> [cit. 28. 12. 2021].

- [15] Basalte - Sentido aluminium - quad - Brushed black Online. Dostupné z: <https://www.knxstore.cz/domu/1000403-basalte-sentido-aluminium-quad-brushed-black-5425025030224.html> [cit. 28. 12. 2021].
- [16] B.E.G - Indoor 140-L-KNX-DX Online. Dostupné z: <https://www.beg-luxomat.com/cz/produkty/luxomatnet/knx/knx-gen6-deluxe-pritomnostni-detektor/indoor-140-l-knx-dx/> [cit. 28. 12. 2021].
- [17] Berker - B.IQ push-button 3gang with thermostat Display, KNX Online. Dostupné z: <https://www.berker.com/en/e-catalogue/building-management-systems/knx-systems/berker-knx-system/b.iq-push-buttons-with-thermostat/75663593/355802.htm?lang=en> [cit. 28. 12. 2021].
- [18] EKINEX - Pushbutton with thermostat Online. Dostupné z: <https://www.ekinex.com/en/15/pushbutton-with-thermostat.html> [cit. 28. 12. 2021].
- [19] HDL - M/TBP6.1-A2-46 Ovládací prvek 6násobný iTouch, bílá Online. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/knx/ovladaci-prvky-hdl/ovladaci-prvky-itouch/hdl-m-tbp6-1-a2-46> [cit. 28. 12. 2021].
- [20] HDL - M/R8.10.1 8CH 10A High Power Switch Actuator Online. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/knx/switching-actuators/hdl-m-r8-10-1> [cit. 28. 12. 2021].
- [21] HDL - M/DRGW4.1 Akční člen stmívací LED 4násobný, 7 A Online. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/knx/akcni-cleny-stmivaci/hdl-m-drgbw4-1> [cit. 28. 12. 2021].
- [22] SIEMENS - QMX3.P37 Prostorový KNX přístroj, displej pro regulaci HVAC, čidlo teploty, konfigurovatelná tlačítka pro osvětlení/žaluzie/scény Online. Dostupné z: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=CZ&lang=cs&MODULE=Catalog&ACTION>ShowProduct&KEY=S55624-H108> [cit. 28. 12. 2021].
- [23] SIEMENS - 5WG1 146-1AB03 Online. Dostupné z: https://www.hqs.sbt.siemens.com/cps_product_data/data/search_find_en.htm?ssn=5WG11461AB03 [cit. 28. 12. 2021].
- [24] Simon - Standard button box 4 functions white Simon 82 Sense Online. Dostupné z: <https://www.simonelectric.com/intl/>

- 8000641-030-standard-button-box-4-functions-white-simon-82-sense.html [cit. 28. 12. 2021].
- [25] Weinzier - KNX IP BAOS 774 Online. Dostupné z: <https://www.weinzierl.de/index.php/en/all-knx/knx-devices-en/knx-ip-baos-774-en> [cit. 28. 12. 2021].
- [26] Weinzier - KNX IP BAOS 774 / Rozhraní BAOS do 1000 bodů Online. Dostupné z: <https://knx-trade.ru/weinzierl/597-5263.html> [cit. 28. 12. 2021].
- [27] TECO - CP-2007 Online. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/cp-2007> [cit. 23. 4. 2025].
- [28] TECO - Mosaic Online. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/ke-stazeni/software/mosaic/> [cit. 23. 4. 2025].
- [29] Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic Online. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/programovani-dle-normy-iec-61-131#download> [cit. 23. 4. 2025].
- [30] TECO - Knihovna KnxLib Online. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00380_01 [cit. 23. 4. 2025].
- [31] TECO - Knihovna MQTTLib Online. Dostupné z: <https://support.tecomat.cz/storage/app/uploads/public/633/acd/862/633acd8625f3d859405244.pdf> [cit. 23. 4. 2025].
- [32] TECO - WebMaker Online. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00328_01_mosaic_webmaker_cz [cit. 23. 4. 2025].

Seznam symbolů a zkratek

| | |
|----------------|---|
| ETS | Engineering Tool Software |
| TP | Kroucená dvojlinka (<i>Twisted pair</i>) |
| PL | Powerline |
| RF | Radiofrekvenční komunikační médium |
| IP | Internetový protokol |
| WLAN | Bezdrátová lokální síť (<i>Wireless Local Area Network</i>) |
| EIBA | European Installation Bus Association |
| BCI | Batibus Club International |
| EHSA | European Home Systems Association |
| ICT | Information and Communication Technology |
| CSMA/CA | Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance |
| DPT | Datový bod |
| MAC | Message Authentication Code |
| FDSK | Factory Default Setup Key |
| US | Účastník sběrnice |
| LS | Liniová spojka |
| OS | Oblastní spojka |
| NZ/TI | Zdroj s tlumivkou |
| PLC | Programovatelný automat |
| ISDN | Digitální síť integrovaných služeb |
| RGB | Red-Green-Blue - aditivní způsob míchání barev |
| LED | Elektroluminiscenční dioda |
| NO | Normally Opened |

Seznam příloh

| | |
|---|-----------|
| A Skupinové adresy | 56 |
| B Definice funkčního bloku fbRoomTempMod | 61 |

A Skupinové adresy



Skupinová adresa

Projekt: Kelnar SP

Počáteční datum: pondělí 29. listopadu 2021

Datum importu: pondělí 29. listopadu 2021

Tisknout datum: **pondělí 10. ledna 2022**

Čas tisku: 10:47:57

Stav: Editace

| Adresa | Název | Délka | Centrál | Vést přes liniovou spojku |
|-----------|----------------------|---------|---------|------------------------------|
| Popis | | | | |
| Komentáře | | | | |
| 0 | Světla | | | Ne |
| 0/0 | Jednotlive | | | Ne |
| 0/0/1 | S1_kuch | switch | Ne | Ne |
| 0/0/2 | S2_kuch_linka | switch | Ne | Ne |
| 0/0/3 | S3_prac | switch | Ne | Ne |
| 0/0/4 | S4_obyv | switch | Ne | Ne |
| 0/0/5 | S5_TV | switch | Ne | Ne |
| 0/0/6 | S6_koup | switch | Ne | Ne |
| 0/0/7 | S7_vstup | switch | Ne | Ne |
| 0/1 | Skupiny | | | Ne |
| 0/1/0 | S1,S2,S6_prizemi | switch | Ne | Ne |
| 0/1/1 | S3,S4,S5_patro | switch | Ne | Ne |
| 0/2 | Status | | | Ne |
| 0/2/0 | S1_Status_kuch | switch | Ne | Ne |
| 0/2/1 | S2_Status_kuch_linka | switch | Ne | Ne |
| 0/2/2 | S3_Status_prac | switch | Ne | Ne |
| 0/2/3 | S4_Status_obyv | switch | Ne | Ne |
| 0/2/4 | S5_Status_TV | switch | Ne | Ne |
| 0/2/5 | S6_Status_koup | switch | Ne | Ne |
| 0/2/6 | S7_Status_vstup | switch | Ne | Ne |
| 1 | Žaluzie | | | Ne |
| 1/0 | Pohyb | | | Ne |
| 1/0/0 | Ž1_pohyb | up/down | Ne | Ne |
| 1/0/1 | Ž2_pohyb | up/down | Ne | Ne |
| 1/0/2 | Ž1,Ž2_pohyb | switch | Ne | Ne |
| 1/1 | Krok | | | Ne |
| 1/1/0 | Ž1_krok | switch | Ne | Ne |
| 1/1/1 | Ž2_krok | 1-bit | Ne | Ne |
| 1/1/2 | Ž1,Ž2_krok | step | Ne | Ne |
| 2 | Topení | | | Ne |
| 2/0 | Jednotlive | | | Ne |
| 2/0/0 | T1_prac | switch | Ne | Ne |
| 2/0/1 | T2_obyv | switch | Ne | Ne |
| 2/0/2 | T3_kuch | switch | Ne | Ne |
| 2/0/3 | T3/1_kuch | switch | Ne | Ne |
| 2/0/4 | T3/2_kuch | switch | Ne | Ne |
| 2/1 | Skupiny | | | Ne |
| 2/1/3 | T1,T2,T3 | switch | Ne | Ne |
| 2/2 | Status | | | Ne |
| 2/2/0 | T1/1_prac_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 2/2/1 | T1/2_prac_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 2/2/2 | T2/1_obyv_STATUS | switch | Ne | Ne |

| Adresa | Název | Délka | Centrál | Vést přes liniovou spojku |
|--------|-----------------------|-----------------|---------|------------------------------|
| Popis | Komentáře | | | |
| 2/2 | Status | | | Ne |
| 2/2/3 | T2/2_obyv_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 2/2/4 | T3/1_kuch_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 2/2/5 | T3/2_kuch_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 3 | Klimatizace | | | Ne |
| 3/0 | Jednotlivé | | | Ne |
| 3/0/0 | Ch1_prac | switch | Ne | Ne |
| 3/0/1 | Ch2_TV | switch | Ne | Ne |
| 3/0/2 | Ch3_kuch | switch | Ne | Ne |
| 3/1 | Skupiny | | | Ne |
| 3/1/0 | Ch1,Ch2,Ch3 | switch | Ne | Ne |
| 3/1/1 | Ch1,Ch2 | switch | Ne | Ne |
| 3/2 | Status | | | Ne |
| 3/2/0 | Ch1_obyv_leva_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 3/2/1 | Ch2_obyv_prava_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 3/2/2 | Ch3_kuch_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 4 | LED | | | Ne |
| 4/0 | Zapnutí | | | Ne |
| 4/0/0 | RGBW_Red | switch | Ne | Ne |
| 4/0/1 | RGBW_Green | switch | Ne | Ne |
| 4/0/2 | RGBW_Blue | switch | Ne | Ne |
| 4/0/3 | RGBW_White | switch | Ne | Ne |
| 4/1 | Stmívání | | | Ne |
| 4/1/0 | RGBW_St_Red | dimming control | Ne | Ne |
| 4/1/1 | RGBW_St_Green | dimming control | Ne | Ne |
| 4/1/2 | RGBW_St_Blue | dimming control | Ne | Ne |
| 4/1/3 | RGBW_St_White | dimming control | Ne | Ne |
| 4/2 | RGB sety | | | Ne |
| 4/2/0 | RGBW_Set1 | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/2/1 | RGBW_Set2 | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/2/2 | RGBW_Set3 | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/2/3 | RGBW_Set4 | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/2/4 | RGBW_Set5 | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/3 | Status | | | Ne |
| 4/3/0 | S_Blue_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 4/3/1 | S_Green_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 4/3/2 | S_Red_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 4/3/3 | S_White_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 4/3/4 | RGB_STATUS color | 3 bytes | Ne | Ne |
| 4/3/5 | RGB_STATUS | switch | Ne | Ne |
| 5 | Scény | | | Ne |
| 5/0 | Světla | | | Ne |

| Adresa | Název | Délka | Centrál | Vést přes liniovou spojku |
|-----------|----------------------|------------------|---------|---------------------------|
| Popis | | | | |
| Komentáře | | | | |
| 5/0 | Světla | | | Ne |
| 5/0/0 | SC_S1,S2,S3,S4,S5,S6 | switch | Ne | Ne |
| 5/1 | Žaluzie | | | Ne |
| 5/1/0 | SC_Ž1,Ž2_P | switch | Ne | Ne |
| 5/2 | Topení | | | Ne |
| 5/2/2 | SC_T1,T2,T3 | switch | Ne | Ne |
| 5/3 | Klimatizace | | | Ne |
| 5/3/0 | SC_Ch1,Ch2,Ch3 | switch | Ne | Ne |
| 5/4 | LED | | | Ne |
| 5/4/0 | SC_LED_Red | switch | Ne | Ne |
| 5/4/1 | SC_LED_Green | switch | Ne | Ne |
| 5/4/2 | SC_LED_Blue | switch | Ne | Ne |
| 5/4/3 | SC_LED_White | switch | Ne | Ne |
| 5/4/4 | SC_LED_Yellow | 3 bytes | Ne | Ne |
| 5/4/5 | SC_LED_Vypnuto | 3 bytes | Ne | Ne |
| 5/5 | Volání | | | Ne |
| 5/5/0 | SC_Příchod | scene control | Ne | Ne |
| 5/5/1 | SC_Odchod | 1 byte | Ne | Ne |
| 5/5/2 | SC_Dovolená | 1 byte | Ne | Ne |
| 5/5/3 | SC_Léto | scene control | Ne | Ne |
| 5/5/4 | SC_Zima | scene control | Ne | Ne |
| 6 | Měření | | | Ne |
| 6/0 | Teplota | | | Ne |
| 6/0/0 | Temp_Siemens | temperature (°C) | Ne | Ne |
| 6/0/1 | Temp_ABB | temperature (°C) | Ne | Ne |
| 6/0/2 | Temp_Ekinex | temperature (°C) | Ne | Ne |
| 6/0/3 | Temp_BEG | temperature (°C) | Ne | Ne |
| 6/0/4 | Temp_Basalte | temperature (°C) | Ne | Ne |
| 6/0/5 | Temp_Simon | temperature (°C) | Ne | Ne |

B Definice funkčního bloku fbRoomTempMod

```
FUNCTION_BLOCK fbRoomTempMod
(*Simulace změny teploty v pokojích
*)

VAR_INPUT
Heat_1          : BOOL; // Topení vstup 1 [-]
Heat_1_WATTS   : REAL; // Topení výkon 1 [W] => [J/s]
Heat_2          : BOOL; // Topení vstup 2 [-]
Heat_2_WATTS   : REAL; // Topení výkon 2 [W] => [J/s]
Cold_1          : BOOL; // Klimatizace vstup 1 [-]
Cold_1_WATTS   : REAL; // Klimatizace výkon 1 [W] => [J/s]
Cold_2          : BOOL; // Klimatizace vstup 2 [-]
Cold_2_WATTS   : REAL; // Klimatizace výkon 2 [W] => [J/s]
lengtht        : REAL; // délka [m]
width          : REAL; // šířka [m]
height         : REAL; // výška [m]
wall_temp1     : REAL; // Teplota za sousední zdí [deg C]
wall_temp2     : REAL; // Teplota za sousední zdí [deg C]
wall_temp3     : REAL; // Teplota za sousední zdí [deg C]
wall_temp4     : REAL; // Teplota za sousední zdí [deg C]
floor_temp     : REAL; // Teplota v místnosti pod [deg C]
ceiling_temp   : REAL; // Teplota v místnosti nad [deg C]
wall_thic1    : REAL; // Šířka zdi1 [m]
wall_thic2    : REAL; // Šířka zdi2 [m]
wall_thic3    : REAL; // Šířka zdi3 [m]
wall_thic4    : REAL; // Šířka zdi4 [m]
floor_thic    : REAL; // Šířka podlahy [m]
ceiling_thic  : REAL; // Šířka stropu [m]
TaskTime       : REAL; // Rychlosť tasku [ms]

END_VAR
VAR_OUTPUT
Temperature   : REAL := 20.0; // Teplota na výstupu [deg C]
END_VAR
VAR_IN_OUT
END_VAR
VAR
```

```

INIT          : BOOL  := FALSE; //INIT bloku
TimeStep      : REAL   := 0.0; // Hodnota kroku v ms
VAir          : REAL   := 0.0; // Obsah vzduchu v pokoji [m^3]
MAir          : REAL   := 0.0; // Váha vzduchu [Kg]
QAir          : REAL   := 0.0; // Energie potřebná ke změně o 1deg
RoomTemp     : REAL   := 20.0; // Pokojová teplota [deg C]
DeltaTemp     : REAL   := 0.0; // Přírůstek teploty za jeden cyklus
KHeatRise    : REAL   := 2.4; // Korekční člen pro rychlosti náběhu
KColdRise    : REAL   := 45.0; // Korekční člen pro rychlosti náležitosti
KHeatFall1   : REAL   := 0.0; // Korekční člen pro rychlosť poklesu
KColdFall1   : REAL   := 0.0; // Korekční člen pro rychlosť poklesu
KHeatFall2   : REAL   := 0.0; // Korekční člen pro rychlosť poklesu
KColdFall2   : REAL   := 0.0; // Korekční člen pro rychlosť poklesu
Epsilon       : REAL   := 1.0; // Hodnota pod kterou musí být výsledek logaritmu
AlphaHeat     : REAL   := 0.0; // Výsledek logaritmu pro topení 1 teď
AlphaCold     : REAL   := 0.0; // Výsledek logaritmu pro klimatizaci
FiTotal       : REAL   := 0.0; // Celkový tepelný tok [J/s]
FiHeat        : REAL   := 0.0; // Celkový tepelný tok topení 1 teď [J/s]
FiHeatTmp1   : REAL   := 0.0; // Tepelný tok topení 1 teď [J/s]
FiHeatTmp2   : REAL   := 0.0; // Tepelný tok topení 2 teď [J/s]
FiCold        : REAL   := 0.0; // Celkový tepelný tok klimatizace
FiColdTmp1   : REAL   := 0.0; // Tepelný tok klimatizace 1 teď [J/s]
FiColdTmp2   : REAL   := 0.0; // Tepelný tok klimatizace 2 teď [J/s]
AreaWall1    : REAL   := 0.0; // Plocha zdi 1 [m^2]
AreaWall2    : REAL   := 0.0; // Plocha zdi 2 [m^2]
AreaWall3    : REAL   := 0.0; // Plocha zdi 3 [m^2]
AreaWall4    : REAL   := 0.0; // Plocha zdi 4 [m^2]
AreaFloor     : REAL   := 0.0; // Plocha podlahy [m^2]
AreaCeiling   : REAL   := 0.0; // Plocha stropu [m^2]

END_VAR

VAR_TEMP
  DeltaTempWall_1   : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokoji 1 a 2
  DeltaTempWall_2   : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokoji 2 a 3
  DeltaTempWall_3   : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokoji 3 a 4
  DeltaTempWall_4   : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokoji 4 a 1
  DeltaTempFloor    : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokojem a místností
  DeltaTempCeiling  : REAL   := 0; // Rozdíl teplot mezi pokojem a stropem
  FiWall_1          : REAL   := 0.0; // Tepelný tok mezi pokoji 1 [J/s]
  FiWall_2          : REAL   := 0.0; // Tepelný tok mezi pokoji 2 [J/s]

```

```

    FiWall_3      : REAL := 0.0; // Tepelný tok mezi pokoji 3 [J/s]
    FiWall_4      : REAL := 0.0; // Tepelný tok mezi pokoji 4 [J/s]
    FiFloor        : REAL := 0.0; // Tepelný tok mezi pokojem a podlahou [J/s]
    FiCeiling      : REAL := 0.0; // Tepelný tok mezi pokojem a stropem [J/s]
END_VAR

VAR CONSTANT
    RoAir          : REAL := 1.204; // Hustota vzduchu [Kg/m^3]
    CpAir          : REAL := 1005.0; // Tepelná kapacita vzduchu [J/Kg]
    LambdaBrick   : REAL := 0.4; // Tepelná vodivost cihly [W/(m*K)]
    MaxTemp        : REAL := 24.0; // Maximální teplota [deg C]
    MinTemp        : REAL := 16.0; // Minimální teplota [deg C]
    TimeRise       : REAL := 15.0; // Čas náběhu výkonu [s]
    TimeFallHeat   : REAL := 15.0; // Čas klesání výkonu topení [s]
    TimeFallCold   : REAL := 10.0; // Čas klesání výkonu klimatizace [s]
    TargTimeHeat   : REAL := 5.06; // Čas na dosažení 80% topení [s]
    TargTimeCold   : REAL := 3.29; // Čas na dosažení 80% klimatizace [s]
END_VAR

IF NOT(INIT) THEN
    TimeStep := TaskTime / 1000.0; // ms => s
END_IF;

(* Výpočet objemu, hmotnosti, energie *)
IF NOT(INIT) THEN
    VAir := lenght * width * height;
    MAir := RoAir * VAir;
    QAir := MAir * CpAir;
END_IF;

(* Výpočet ploch *)
IF NOT(INIT) THEN
    AreaWall1 := height * width;
    AreaWall2 := height * width;
    AreaWall3 := height * lenght;
    AreaWall4 := height * lenght;
    AreaFloor := lenght * width;
    AreaCeiling := lenght * width;
END_IF;

(* Výpočet deltaT *)
DeltaTempWall_1 := wall_temp1 - RoomTemp;

```

```

DeltaTempWall_2 := wall_temp2 - RoomTemp;
DeltaTempWall_3 := wall_temp3 - RoomTemp;
DeltaTempWall_4 := wall_temp4 - RoomTemp;
DeltaTempFloor := floor_temp - RoomTemp;
DeltaTempCeiling := ceiling_temp - RoomTemp;

(* Výpočet tepelných toků přes stěny *)
FiWall_1 := (LambdaBrick * AreaWall1 * DeltaTempWall_1) / wall_thic;
FiWall_2 := (LambdaBrick * AreaWall2 * DeltaTempWall_2) / wall_thic;
FiWall_3 := (LambdaBrick * AreaWall3 * DeltaTempWall_3) / wall_thic;
FiWall_4 := (LambdaBrick * AreaWall4 * DeltaTempWall_4) / wall_thic;
FiFloor := (LambdaBrick * AreaFloor * DeltaTempFloor) / floor_thic;
FiCeiling := (LambdaBrick * AreaCeiling * DeltaTempCeiling) / ceiling_thic;

(* Výpočet korekčních členů *)
IF NOT(INIT) THEN
    KHeatRise := (TimeRise / TargTimeHeat) - 1.0;
    KColdRise := (TimeRise / TargTimeCold) - 1.0;

    KHeatFall1 := (LN(Heat_1_WATTS/Epsilon))/TimeFallHeat;
    KHeatFall2 := (LN(Heat_2_WATTS/Epsilon))/TimeFallHeat;
    KColdFall1 := (LN(Cold_1_WATTS/Epsilon))/TimeFallCold;
    KColdFall2 := (LN(Cold_2_WATTS/Epsilon))/TimeFallCold;
END_IF;

(* Tepelný výkon topení a klimatizace *)
(* Výpočet alfy *)
IF NOT(INIT) THEN
    AlphaHeat := LN(1 + KHeatRise * (TimeStep)) / LN(1 + KHeatRise * (TimeStep));
    AlphaCold := LN(1 + KColdRise * (TimeStep)) / LN(1 + KColdRise * (TimeStep));
END_IF;

(* Topení 1 *)
IF Heat_1 THEN
    FiHeatTmp1 := FiHeatTmp1 + AlphaHeat * (Heat_1_WATTS - FiHeatTmp1);
ELSE
    FiHeatTmp1 := FiHeatTmp1 * EXP(-KHeatFall1 * (TimeStep));
END_IF;

```

```

(* Topení 2 *)
IF Heat_2 THEN
    FiHeatTmp2 := FiHeatTmp2 + AlphaHeat * (Heat_2_WATTS - FiHeatTmp2)
ELSE
    FiHeatTmp2 := FiHeatTmp2 * EXP(-KHeatFall2 * (TimeStep));
END_IF;

(* Klimatizace 1 *)
IF Cold_1 THEN
    FiColdTmp1 := FiColdTmp1 + AlphaCold * (Cold_1_WATTS - FiColdTmp1)
ELSE
    FiColdTmp1 := FiColdTmp1 * EXP(-KColdFall1 * (TimeStep));
END_IF;

(* Klimatizace 2 *)
IF Cold_2 THEN
    FiColdTmp2 := FiColdTmp2 + AlphaCold * (Cold_2_WATTS - FiColdTmp2)
ELSE
    FiColdTmp2 := FiColdTmp2 * EXP(-KColdFall2 * (TimeStep));
END_IF;

(* Suma výkonů *)
FiHeat := FiHeatTmp1 + FiHeatTmp2;
FiCold := FiColdTmp1 + FiColdTmp2;

(* Celkový tepelný tok *)
FiTotal := FiHeat - FiCold + FiWall_1 + FiWall_2 + FiWall_3 + FiWall_4;

(* Výpočet přírůstku teploty za task *)
DeltaTemp := (FiTotal / QAir) * TimeStep;
RoomTemp := RoomTemp + DeltaTemp;

(* Výstup *)
Temperature := RoomTemp;

(* NOT INIT *)
INIT := TRUE;
END_FUNCTION_BLOCK

```