

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

NOVÉ LABORATORNÍ ÚLOHY PRO PŘEDMĚT „AUTOMATIZACE BUDOV“

NEW LABORATORY TASKS FOR THE COURSE „BUILDING AUTOMATION“

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Martin Zamazal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Tomáš Marada, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Ing. Martin Zamazal**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce: **Ing. Tomáš Marada, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Nové laboratorní úlohy pro předmět "Automatizace budov"

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se bude zabývat návrhem a realizací nových laboratorních úloh pro předmět "Automatizace budov". Úlohy by měly například rozšířit stávající sadu laboratorních úloh o možnost vizualizace v technologii prvků systému KNX.

Cíle diplomové práce:

1. Seznamte se s KNX/EIB na internetu.
2. Seznamte se se stávajícími úlohami, které řeší studenti v předmětu "Automatizaci budov".
3. Stávající úlohy z oblasti instalační sběrnice KNX/EIB rozšiřte o nové úlohy. K novým úlohám vypracujte zadání a vzorové řešení.

Seznam literatury:

SOMFY, spol. s r. o.,
http://www.somfyarchitecture.cz/downloads/buildings/technicke_informace_o_knx_systemu.pdf,
přístup 22. listopadu 2015.

ABB, <http://www.abb.cz/product/cz/9AAC111724.aspx>, přístup 22. listopadu 2015.

Společnost ElektriKa.info, <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-sberrnice-v-instalacich-knx-eib>, přístup 22. listopadu 2015.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Roupec, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce rozšiřuje možnosti výuky předmětu „Automatizace budov“ o dvě oblasti. První oblastí je vizualizace KNX výukového panelu, která je provedena prostřednictvím softwarového balíku iRidium a to v několika variantách. Druhou oblastí je návrh a výroba výukového panelu se spínači různého řazení, na kterém si studenti mohou jednoduše vyzkoušet zapojení, která se běžně používají zejména ve stavebnictví. Součástí druhé oblasti je i vytvoření několika výukových úloh.

ABSTRACT

This master's thesis extends the teaching possibilities of the course “Building automation” in two areas. The first area is the visualization of KNX educational panel, which is made through iRidium software package in several variants. The second area is the design and manufacture of the educational switch panel with different types of switches, in which students can simply try wiring, which are commonly used mainly in civil engineering. Part of the second area is the creation of several teaching tasks.

KLÍČOVÁ SLOVA

Automatizace budov, vizualizace KNX, iRidium, výukový panel

KEYWORDS

Building automation, visualization of KNX, iRidium, educational panel

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZAMAZAL, M. *Nové laboratorní úlohy pro předmět "Automatizace budov"*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2016, 99 s., Vedoucí diplomové práce
Ing. Tomáš Marada, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat své manželce Radce a svým dcerám Nelince a Anetce, které mi svou trpělivostí a samostatností umožnily věnovat se této práci.

Chtěl bych též poděkovat vedoucímu této práce, Ing. Tomáši Maradovi, Ph.D., za cenné připomínky, kterými mi pomáhal při tvorbě této práce a za umožnění samostatné práce s výukovým panelem KNX.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 18. 5. 2016

.....

Zamazal Martin

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	POPIS STANDARDU KNX	17
2.1	Historie	17
2.2	Výhody systému KNX	17
2.3	Komunikační média	18
2.4	Logická topologie a prostor individuálních adres	19
2.5	Skupinové adresy	20
2.6	Specifikace datových typů	21
3	VYPÍNAČE SVĚTELNÝCH OBVODŮ	23
4	VÝBĚR SYSTÉMU VIZUALIZACE	27
4.1	Podmínky pro výběr systému vizualizace	27
4.2	Gira HomeServer	27
4.3	CUBEVISION MODULE	30
4.4	theSERVA	33
4.5	VisualSoft	36
4.6	Loxone	37
4.7	Smart2Vision	40
4.8	IP Control Center N 152	41
4.9	KNX InSideControl IP-Gateway	43
4.10	TP-Visu a IP Touch panel	44
4.11	WinSwitch 3 a KNX – Microserver	46
4.12	iRidium	48
4.13	Vyhodnocení výběru systému vizualizace	50
5	TVORBA VZOROVÉ VIZUALIZACE V SYSTÉMU IRIDIUM	51
5.1	Základní popis iRidium	51
5.1.1	Komponenty systému iRidium	51
5.2	Princip fungování systému iRidium	52
5.3	Licencování v systému iRidium	52
5.4	Možnosti propojení mezi sběrnici KNX a ovládacím panelem.	52
5.5	Naprogramování sběrnice KNX v programu ETS	55
5.6	Představa o finální verzi vizualizace	55
5.7	Tvorba skupinových adres	56
5.8	Vlastní programování sběrnice KNX v programu ETS	57
5.9	Funkce stavových diod u tlačítek	59
5.10	Popis světelných scén	59
5.10.1	Světelná scéna 1 (ráno)	60
5.10.2	Světelná scéna 2 (tlumené osvětlení večer)	60
5.10.3	Světelná scéna 3 (sledování filmu)	60
5.10.4	Světelná scéna 4 (sledování televize)	61
5.10.5	Světelná scéna 5 (test funkcí)	61
5.10.6	Světelná scéna 6 (vypnutí testu funkcí)	61
5.11	Problém velkého počtu skupinových adres přiřazených k šestinásobnému akčnímu spínacímu členu	61
5.12	Použití snímač přítomnosti (snímače pohybu/snímače intenzity osvětlení)	62
5.13	Ovládání programu iRidium GUI Editor	62

5.14	Tvorba verze vizualizace pro použití v počítači (verze panel).....	63
5.14.1	Tvorba vzhledu	63
5.14.2	Nastavení napojení na skupinové adresy	64
5.15	Tvorba verze vizualizace pro použití v chytrém telefonu (typ dálkové ovládaní)....	67
5.15.1	Tvorba vzhledu	67
5.15.2	Nastavení napojení na skupinové adresy	67
5.16	Výuková videa	69
6	VÝUKOVÝ PANEL OSVĚTLENÍ	71
6.1	Požadavky na výukový panel.....	71
6.2	Technický popis jednotlivých komponent panelu.....	72
6.2.1	Přístroj ovládače zapínacího dvojitého	72
6.2.2	Přístroj spínače dvojpólového	73
6.2.3	Přístroj přepínače sériového	74
6.2.4	Přístroj přepínače střídavého dvojitého.....	75
6.2.5	Přístroj přepínače křížového	76
6.2.6	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	77
6.2.7	Kryt spínače kolébkového.....	77
6.2.8	Kryt spínače kolébkového dělený	78
6.2.9	Krabice přístrojová KP 68/2 KA Kopus	79
6.2.10	DIN lišta PR-TS 35 0,3M	80
6.2.11	Zdířka panelová 2mm červená, 24.102.1	80
6.2.12	Faston na kabel FZK 2,8x0,8 modrý PL 1,5-2,5mm ² , KSS	81
6.2.13	Měřicí šňůra červená 50cm, 22.050	82
6.2.14	DC 24V 22mm bílá LED žárovka.....	83
6.2.15	Spínaný zdroj SIEMENS 6EP1331-1SH02	83
6.2.16	Časové relé - CRM-91H	84
6.3	Návrh výukového panelu	85
7	VÝUKOVÉ PŘÍKLADY	89
7.1	První příklad.....	89
7.1.1	Zadání	89
7.1.2	Použité komponenty.....	89
7.1.3	Řešení.....	89
7.2	Druhý příklad	90
7.2.1	Zadání	90
7.2.2	Použité komponenty.....	90
7.2.3	Řešení.....	90
7.3	Třetí příklad.....	91
7.3.1	Zadání	91
7.3.2	Použité komponenty.....	91
7.3.3	Řešení.....	91
8	ZÁVĚR.....	93
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	95
10	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	97
10.1	Seznam obrázků	97
10.2	Seznam tabulek	98

1 ÚVOD

Tím, jak se inteligentní elektroinstalace stále více dostává z oblasti sci-fi a omezených instalací pro nadšence a movitou klientelu do sféry, kdy již začíná být konkurenceschopná klasické elektroinstalaci, tak zcela logicky kromě cenových bariér se výrobci snaží odbourávat i ostatní bariéry, které brání dalšímu rozšíření inteligentní elektroinstalace. Z pohledu běžného uživatele je několik důvodů, proč se obávat využití inteligentní elektroinstalace:

- Již zmíněná vyšší cena inteligentní elektroinstalace
- Nižší spolehlivost inteligentní elektroinstalace
- Obtížné nasazení v případě rekonstrukce (pravděpodobně nutné zásahy do stavebních konstrukcí)
- Delší doba zprovoznění, nutnost více poznat nároky uživatelů
- Vyšší nároky na obsluhu, nižší srozumitelnost

Zejména poslední dva body mohou budoucím uživatelům přinést velké zklamání, pokud se rozhodnou pro inteligentní elektroinstalaci, ale podcení nutnost seznámit s jejími výhodami a nevýhodami všechny plánované uživatele a elektroinstalaci přizpůsobit jejich požadavkům. Toto platí ještě výrazněji pro domácnosti, kde je konzervatismus uživatelů obvyklejší a také je zde větší rozptyl uživatelů a to jak z pohledu věkového, tak i z pohledu ochoty změnit své návyky.

Snadno se tak může stát, že uživatelé nejsou spokojeni s provedením inteligentní elektroinstalace a pokud neznají podrobnosti o jejím fungování, tak na využívání jejích výhod postupně rezignují a používají ji jako elektroinstalaci hloupou, přičemž jim zůstanou pouze nevýhody inteligentní elektroinstalace (vyšší cena, nižší spolehlivost) a žádné výhody (úspora energií, vyšší uživatelský komfort).

Jednou z možností jak zpřístupnit inteligentní elektroinstalaci i konzervativním uživatelům je nabídnout jim ovládání, které se přizpůsobí jejich potřebám. Je možno použít vizualizaci, neboli umožnění ovládání a zobrazení stavu sběrnice KNX prostřednictvím počítačové grafiky. Vizualizace nám umožní:

- Ovládání prvků na sběrnici KNX nejenom prostřednictvím senzorů a spínačů, ale i pomocí počítače, chytrého telefonu či tabletu.
- Zobrazení stavu akčních prvků, tedy například která světla jsou rozsvícená, které zásuvky jsou pod napětím nebo jaký je stav žaluzií.
- Přizpůsobit ovládání konkrétní situaci, například podle typu ovládacího prvku (počítač, telefon, tablet), uživatele nebo času

Z výše zmíněných důvodů by i výuka předmětu Automatizace budov měla obsahovat základní informace o možnostech tvorby vizualizací. V rámci mé diplomové práce jsem se zabýval dvěma úkoly, které souvisejí s vizualizací:

- Provést průzkum trhu a najít systém pro tvorbu vizualizací, který bude nejlépe splňovat podmínky vhodnosti nasazení do výuky

- V nejvhodnějším systému vytvořit vzorovou vizualizaci, nejlépe pro různá ovládací schémata

Ve výuce předmětu „Automatizace budov“ však je vhodné, aby se studenti seznámili s automatizací nejenom v její pokročilé podobě, ale aby se seznámili i s jednoduchými způsoby, jak jde docílit automatizace budovy pomocí jednoduchých elektrikářských prvků.

K tomu slouží druhá část mé diplomové práce, v rámci které jsem vytvořil výukový panel a vymyslel několik úloh, pomocí kterých si studenti mohou vyzkoušet jednoduché ovládání osvětlení či odvětrání. Součástí panelu jsou vypínače různých řazení, které v kombinaci s multifunkčním relé umožňují tvorbu i v běžném provozu použitelných automatizačních úloh.

2 POPIS STANDARDU KNX

2.1 Historie

V květnu roku 1999 byla založena asociace KNX. Založily ji tyto organizace:

- EIBA (European Installation Bus Association)
- EHSA (European Home Systems Association)
- BCI (BatiBUS Club International)

Asociace je nezisková společnost, která spadá pod Belgické právo. Členy asociace KNX se mohou stát libovolní výrobci, kteří budou vyrábět v souladu se standardem KNX prvky pro domovní automatizaci. Kromě výrobců se členem asociace mohou stát i dodavatelé souvisejících služeb, například instalačních či servisních.

Asociace KNX je tvůrce a majitel technologie KNX – celosvětového otevřeného standartu pro automatizaci budov. Aplikace tohoto standartu sahají od osvětlení přes stínění k zabezpečení, vytápění, ventilaci, klimatizaci k audio a videotechnice, energetickému managementu a mnohem více.

Pro členy asociace KNX je systém bez poplatků, navíc může být implementován na každou platformu. Asociace KNX zajišťuje, že všechny produkty, které nesou logo KNX jsou certifikovány a je garantována jejich kompatibilita. KNX je standart, který je schválen jako:

- Evropský standard (CENELEC EN 50090 a CEN EN 13321-1).
- Mezinárodní standard (ISO/IEC 14543-3).
- Čínský standard (GB/T 20965).
- US Standard (ANSI/ASHRAE 135).

V současné době je členem asociace KNX přes 370 společností, které nabízí přes 7000 skupin produktů certifikovaných na standard KNX [1].

2.2 Výhody systému KNX

Jednou z hlavních výhod systému KNX je vzájemná spolupráce komponent. Tato schopnost by se dala definovat jako „Situace, kdy jsou jednotlivé produkty odesílající a přijímající zprávy schopny správně pochopit signály a reagovat na ně bez dalšího přídavného zařízení“.

Abychom mohli profitovat z kvalitního systému pro automatizaci, tak je nutno aby spolu spolupracovali výrobky různých výrobců a různého účelu použití. V systému KNX je toho docíleno pomocí přísné certifikace. Aby výrobky mohly nést logo KNX, tak je nutné, aby splnila tato pravidla:

- Za prvé a především, produkty, které jsou označeny ochrannou známkou KNX, jsou povinny "mluvit a rozumět" jazyku KNX, tedy musí být schopny správně interpretovat analogové signály na nosiči, ke kterému jsou připojeny a převést je na bity a bajty, jak je stanoveno v specifikaci systému KNX

- Za druhé, všechny certifikované produkty KNX jsou buď konfigurovatelné programem ETS, nebo použité síťové zdroje těchto zařízení můžou být tímto programem alespoň čteny
- A v poslední řadě, pokud chceme realizovat specifickou funkci – například vyslání teploty – toto může být kódováno pouze v souladu se specifikací KNX. U všech používaných funkcí (spínání, stmívání, ovládání žaluzií, číselné hodnoty, procento, datum či čas, režimy HVAC, kontrolní scéna, atd.), KNX má standardizovanou kompletní sadu datových typů.

Výše uvedený přístup přispěl do značné míry k úspěchu KNX, kterému se KNX těší dnes. Bez výše zmíněných přísných pravidel by bylo nemožné:

- Nabídnout majitelům budov svobodnou volbu mezi výrobky z velkého počtu výrobců KNX
- Umožnit dodavatelům systémů KNX použití jednotného plánovacího a konfiguračního nástroje ETS
- Vyškolení několik tisíc KNX dodavatelů po celém světě jednotným způsobem
- Umožnit výrobcům vývoj specializovaných produktů, který díky jejich spolupráci se zbytkem systému přinese funkce, které jediný výrobce by nikdy nebyl schopen nabídnout sám ve svém produktovém portfoliu
- Zvýšit OEM trh mezi výrobci KNX
- Usnadnit rozvoj bran mezi KNX a jinými systémy (jako DALI a BACnet) [1].

2.3 Komunikační média

Norma KNX obsahuje několik komunikačních médií. Každé komunikační médium může být použito v kombinaci s jedním nebo více druhy konfigurace, což umožňuje každému výrobcovi vybrat správnou kombinaci pro segment cílového trhu a aplikace:

- TP (Twisted Pair – kroucená dvoulinka) TP-1
 - Toto komunikační médium, kroucená dvoulinka, má datový tok 9600 bitů/s a byla převzata z EIB. Certifikované TP1 produkty EIB a KNX TP1 produkty budou pracovat a komunikovat mezi sebou na stejné sběrnici.
- PL (Powerline – elektrické vedení) PL110
 - Toto komunikační médium, elektrické vedení, datový tok 1200 bitů/s, bylo rovněž převzato z EIB. Certifikované produkty EIB a KNX PL110 budou pracovat a komunikovat mezi sebou na stejném elektrickém vedení.
- RF (Radio Frequency - radiofrekvenční)
 - KNX zařízení podporující tento způsob komunikace používají střední rádiové vlny k přenosu KNX telegramů. Telegramy jsou přenášeny v pásmu 868 MHz (zařízení krátkého dosahu), s maximálním vyzářeným výkonem 25 mW a mají datový tok 16,384 kbit/sec. KNX RF médium umožňuje jednosměrnou a obousměrnou komunikaci. Vyznačuje se nízkou spotřebou energie a pro malé a střední instalace vyžaduje opakováče pouze ve výjimečných případech.

- IP (Ethernet)
 - Jak je dokumentováno ve specifikacích KNXnet/IP, KNX pakety mohou také být předány zapouzdřené v IP paketech. Tímto způsobem sítě LAN i Internet mohou být použity ke směrování nebo tunelování KNX telegramů [1].

Podle mého názoru je posledně jmenované médium velmi perspektivní a i z webových stránek organizace KNX je patrné, že organizace KNX se bude snažit tento způsob komunikace rozvíjet. Je to logické z několika důvodů:

- Kroucená dvoulinka má maximální rychlost 9600 bitů za sekundu, což pro běžné použití sice dostačuje, ale pokud použijí náročnější aplikaci, například vizualizaci, která najednou začne načítat velké množství skupinových adres, tak hrozí přetížení sběrnice. Jak jsem si sám ověřil při práci na této diplomové práci, tak k tomu opravdu dochází a je potřeba s tímto počítat. Snížit dopad této vlastnosti je možné tím, že vizualizaci naprogramuji tak, aby mezi příkazy vyslanými do sběrnice KNX vkládala mezery.
- Komunikační média Power line (elektrické vedení) a Radio Frequency (radiofrekvenční) jsou též poměrně pomalá a navíc nejsou tak spolehlivá, jako klasické drátové datové vedení.
- Všechna média kromě IP mají kromě výše zmíněných nevýhod jednu další podstatnou nevýhodu a to navýšení ceny za kabelové vedení a jeho položení, případně za vysílače či přijímače rádiových vln. V případě větších objektů mohou být tyto náklady značné. Médium IP sice též přináší náklady na kabel a jeho položení, ale tento kabel může sloužit jako médium pro vnitřní síť a ve většině objektů je jeho rozvod plánován bez ohledu na jeho možné využití pro přenos datagramů KNX.

Z výše zmíněných důvodů si myslím, že v brzké době dojde k rozvoji zařízení, které budou splňovat standard KNX, ale budou připojeny přímo do sběrnice KNX.

2.4 Logická topologie a prostor individuálních adres

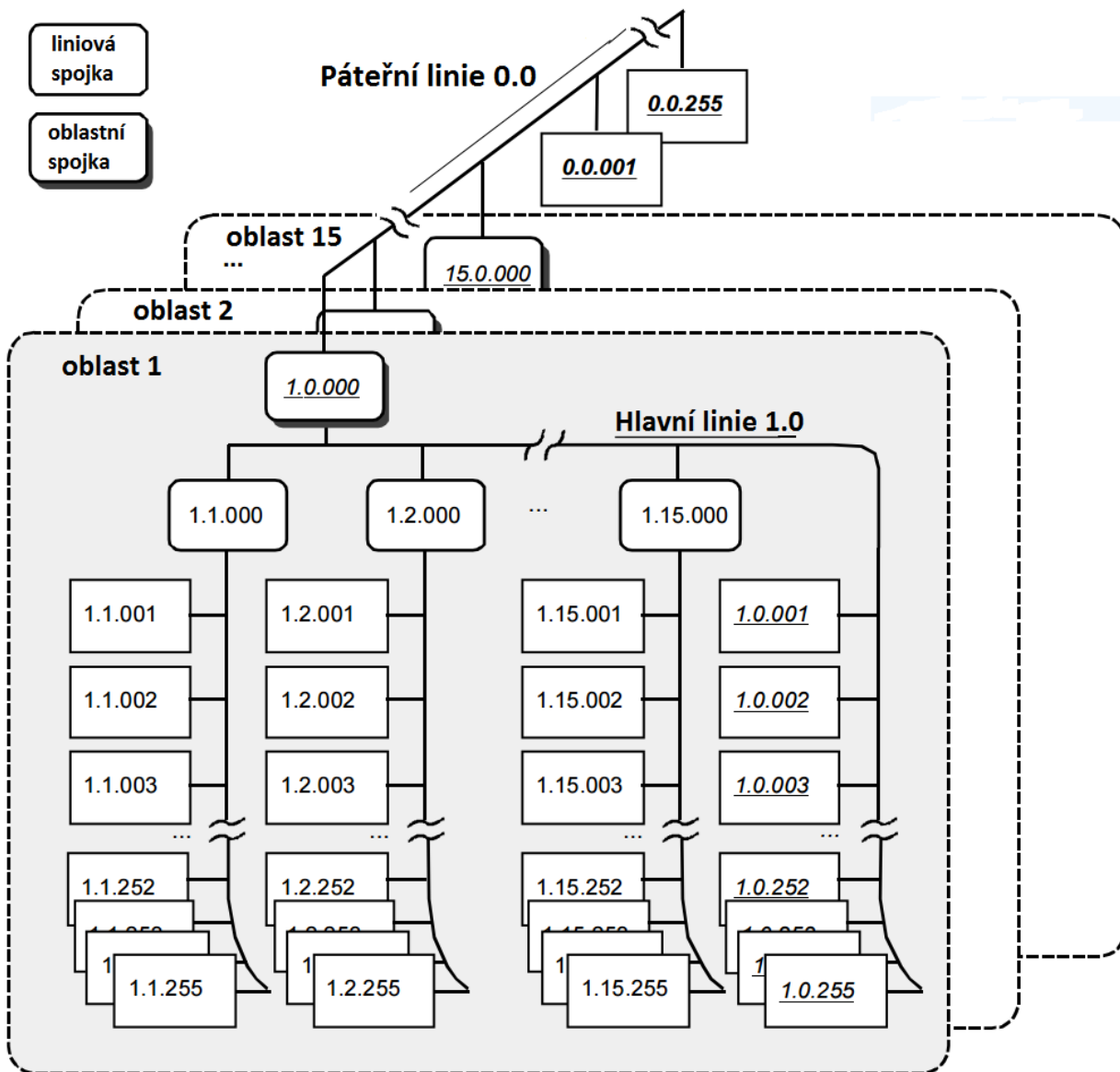
KNX je plně distribuovaná síť, která pojme až 65 536 zařízení v 16 bitovém individuálním adresním prostoru. Logická topologie nebo struktura podsítě umožňuje připojit až 256 zařízení na jedno vedení. Jak je znázorněno na obrázku níže, tak jednotlivá vedení mohou být spojena hlavním vedením do takzvané oblasti. A až 15 takovýchto oblastí může být spojeno páteřním vedením

Důležité je, že protokol KNXnet/IP umožňuje integraci KNX podsítí pomocí IP protokolu.

Obrázek níže též zobrazuje číselnou strukturu individuálních adres, která odráží topologii KNX. Tato individuální adresa až na výjimky jednoznačně identifikuje každý uzel v síti.

Při použití Powerline (elektrické vedení) jsou domény logicky odděleny 16-bitovou adresou domény. Bez adresy vyhrazené pro spojky tak $(255 \times 16) \times 15 + 255 = 61\,455$ koncových zařízení může být spojeno sítí KNX. Skutečný počet zařízení může záviset na

provedení (médium, spojky, napájení) a okolním prostředí (elektromagnetické rušení, atd.). Musíme též vzít v úvahu pokyny k instalaci konkrétního produktu [3].



Obr. 1) Logická topologie sběrnice KNX [3]

2.5 Skupinové adresy

Komunikace mezi zařízeními na sběrnici se provádí pomocí skupinových adres.

Při nastavení skupinové adresy pomocí programu ETS, může být zvolena dvouúrovňová struktura (hlavní skupina/podskupina), tříúrovňová struktura (hlavní skupina/střední skupina/podskupina) a volně definovaná struktura. Struktura úrovní může být změněna ve vlastnostech každého jednotlivého projektu. Skupinová adresa 0/0/0 je vyhrazena pro takzvané všesměrové vysílání (telegramy všem dostupným zařízením na sběrnici).

Tvůrce ETS projektu může rozhodnout, jak budou úrovně skupinových adres přiřazeny k jednotlivým zařízením, například jako v následujícím schématu:

- Hlavní skupina = podlaží
- Střední skupina = funkční domény (např. spínání, stmívání)
- Podskupina = funkce zátěže nebo skupiny zátěží (například kuchyňská světla zapnout/vypnout, okno ložnice otevřít/zavřít,...).

Je vhodné se držet zvoleného vzoru skupinových adres ve všech projektech.

Každá skupinová adresa může být přiřazena ke konkrétnímu zařízení, bez ohledu na to, kde je zařízení na sběrnici instalováno.

Akční členy mohou poslouchat a reagovat na několik skupinových adres. Senzory však mohou odeslat jedním telegramem jen jednu skupinovou adresu [4].

2.6 Specifikace datových typů

Sběrnice KNX dokáže prostřednictvím standardizovaných paketů přenést tyto datové typy:

Tab 1) Tabulka datových typů

Symbol	Datový typ
A	Znak
A[n]	Řetězec z n znaků
B	Boolean/bit
C	Ovládání
E	Exponent
F	Hodnota s pohyblivou čárkou
M	Mantisa
N	Výčet
R	Rezervovaný bit nebo pole
S	Znaménko
U	Hodnota bez znaménka
V	Druhá doplňující hodnota
Z8	Standardizovaný status/příkaz B8

3 VYPÍNAČE SVĚTELNÝCH OBVODŮ

Vypínače pro domovní elektroinstalaci dostačují pro nenáročné spínací funkce, kdy nejsou vyžadovány lepší parametry jako například dlouhá životnost, zcela bezhlučný chod, vysoký komfort při obsluze nebo možnost programování. Jejich výhodou ve srovnání s elektronickými spínači je nižší cena.

Každý takovýto vypínač musí svými parametry vyhovovat pro zařazení do příslušného obvodu. Zjednodušeně řečeno musí být každý spínač v tomto obvodu dimenzován na jmenovitý proud jističe.

Vypínače pro spínání osvětlení se umisťují vždy tak, aby byly snadno dostupné při vcházení do místnosti nebo při jejím opuštění, tedy v blízkosti vstupních dveří. Takovýto spínač je vždy ve svislé instalační zóně u dveřního otvoru, na straně dveřního zámku, uvnitř místnosti, v níž se jím ovládá osvětlení. Montážní výška je v rozmezí od 1200 do 1400mm od podlahy. Další spínače, určené pro spínání osvětlení z dalšího místa, pro místní spínání doplňkového osvětlení nebo pro spínání jiných elektrických předmětů, budou ve shodné montážní výšce v dalších svislých instalačních zónách, např. v blízkosti okenních otvorů. Pro spínání části instalací jsou spínače konstruovány v modulových rozměrech pro montáž do rozvodnic a rozváděčů. Tyto prvky se ale v domovních a bytových instalacích používají jen zřídka.

V některých stavebních konstrukcích panelových domů se používaly tzv. zárubňové spínače, montované do speciálních elektrozárubní. V praxi nebyly zjištěny žádné výhody tohoto řešení, naopak došlo ještě ke zhoršení již tak zoufalé situace v elektrické bezpečnosti instalací. Konstrukční řešení zárubně bylo totiž tak nešťastné, že docházelo k prodření izolace pracovního vodiče a následně k zavlečení nebezpečného dotykového napětí na tuto zárubeň.

Podle způsobu spínání dělíme spínače na vypínače, přepínače a tlačítkové ovladače. Vypínače mají vždy dvě krajní polohy: zapnuto - vypnuto, což na nich může být také vyznačeno grafickými symboly I - O. Podle počtu současně spínaných pólů jsou jedнопólové, dvoupólové, třípólové, popř. i čtyřpólové, které ale bývají označovány jako třípólové se spínaným středním vodičem. Pro jednotlivá řazení spínačů byl stanoven číselný kód, z nichž přístroje obvykle používané ve vnitřních elektrických instalacích jsou shrnuty v tabulce.

Tab 2) Přehled řazení spínačů

Číslo řazení	Funkce spínače
1	jedнопólový vypínač
1+1	dvojitý jedнопólový vypínač
1/0	zapínací tlačítkový ovladač
1/0+1/0	dvojitý zapínací tlačítkový ovladač
0/1	vypínací tlačítkový ovladač
2	dvoupólový vypínač
3	trojpólový vypínač
03	trojpólový vypínač se spínaným středním vodičem

4	skupinový přepínač
5	sériový přepínač (lustrový spínač)
6	střídavý (schodišťový) přepínač
6+6	dvojitý střídavý přepínač
6/0	přepínací tlačítkový ovladač
6/0+6/0	dvojitý přepínací tlačítkový ovladač
7	křížový přepínač

Spínací mechanismy tlačítkových ovladačů jsou vybaveny vratnými pružinami. Jsou tedy určeny jen pro vytváření krátkodobých spínacích impulzů, trvajících po dobu stisknutí ovladače. Využívají se pro ovládání dalších elektrických přístrojů, jako jsou impulzní relé, schodišťové automaty, stykače a podobně. Mohou být se zapínacími, vypínacími nebo přepínacími kontakty, tedy v řazeních 1/0, 0/1 nebo 6/0.

Spínače řazení 4 (skupinové přepínače), určené pro přepínání režimů činnosti osvětlení na schodištích a chodbách, byly dodávány jako otočné, se třemi základními polohami: den - večer - noc. Poloha "den" znamenala vypnutý stav, "večer" sepnutý stav a "noc" krátkodobé spínání po dobu vymezenou časovým nastavením schodišťového automatu. Přepínání pracovních poloh denně zajišťoval domovník nebo jiná pověřená osoba. Závislost na ruční obsluze je z praktického hlediska nevýhodná, kromě toho se již nevyrábějí technologicky zbytečně náročné otočné spínací mechanismy. Vzájemně principiálně příbuzné spínací mechanismy kolébkové a páčkové, které se pro domovní spínače nyní používají, nepřipouští jednoduchou možnost výroby spínačů řazení 4. Přesto je možné režim osvětlení schodiště centrálně ovládat ve dvou provozních stavech (vypnuto, časově omezený provoz) předřazeným spínačem řazení 6.

Sériový (lustrový) přepínač - řazení 5 - slouží ke spínání dvou svítidel (nebo částí jednoho svítidla) z jednoho místa.

Přepínače řazení 6, jinak též označované jako spínače střídavé, slouží ke spínání svítidla nebo skupiny svítidel zpravidla střídavě ze dvou míst. Spínače se montují vždy tak, aby byly k dispozici u jednotlivých vstupů do příslušných prostor (chodby, schodiště, či jiné místnosti s více vchody). Typické je použití střídavých spínačů pro ovládání osvětlení na schodištích. Z toho vzniklo jejich velmi často používané hovorové označení - spínače schodišťové. Je-li třeba spínat osvětlení z více než dvou míst (od většího počtu dveří), zapojí se na začátek a konec obvodu střídavé spínače a mezi ně se vloží potřebný počet křížových spínačů (řazení 7). Při zapojování obvodu se musí postupovat pečlivě, přesně podle předem vytvořených schémat zapojení. Při jakékoliv drobné chybě při zapojování vodičů - zejména při větším počtu ovládacích míst - se může stát, že některá kombinace poloh ovládacích kolébek nebude funkční.

Další možností využití střídavých spínačů je ovládání osvětlení rozděleného do dvou větví (např. víceramenné lustry), ze dvou míst stejným způsobem, jako při použití sériového spínače (spínače lustrového, spínače řazení 5). K tomuto účelu se použije dvou kombinovaných spínačů řazení 6+6 (dřívější označení 5B).

Samostatné střídavé spínače lze využívat i pro jednopólové spínání osvětlení, stejně jako spínače řazení I, popř. pro přepínání dvou obvodů, napájených z jednoho zdroje.

Někdy je třeba indikovat zapnutý stav spotřebiče nebo umístění spínače ve ztemnělé místnosti. K tomu slouží svítidla osazená doutnavkami nebo diodami LED. Pro rychlé nalezení spínače při vypnutém osvětlení postačí orientační svítidla s nižším světelným výkonem (u doutnavek pro jmenovité napětí 230V plně postačí proud kolem 0,4mA). U spínačů vybavených orientační doutnavkou se uvádí společně s označením řazení i symbol So.

Střídavé i křížové spínače lze s výhodou vybavit doutnavkovými orientačními svítilny, která napomáhají jejich rychlému nalezení v noci či v tmavých prostorách, do nichž nemá přístup denní světlo. Při vložení správným způsobem svítí doutnavky vždy při zhasnutém osvětlení na všech spínačích, při jakékoliv kombinaci ovládacích kolébek pro polohu vypnuto.

Symbolem S u čísla řazení je označeno vybavení spínače signálním svítilnou, které svým svitem indikuje zapnutý stav spotřebiče. Toto světlo musí být viditelné i při umělém či přirozeném osvětlení. Svítivost proto musí být výrazně větší, u doutnavky pak bude nutný proud kolem 2mA. Příklady značení spínačů se svítilny jsou v tabulce.

Tab 3) Příklady značení spínačů se svítilny

Příklady řazení spínače	Druh svítidla
1S, 1/0S, 6S	signální svítidlo
1So, 1/0So, 7So	orientační svítidlo

Spínací mechanismy domovních spínačů jsou překryty ovládacími kolébkami, různě tvarovanými podle výtvarného návrhu. Součástí jejich designu jsou i průzory pro orientační a signální svítidla [5].

4 VÝBĚR SYSTÉMU VIZUALIZACE

V této části diplomové práce budu vybírat vizualizaci, která bude vhodná pro nasazení do výuky. Nejprve popíšu podmínky, na základě kterých budu vizualizaci vybírat, a následně krátce popíšu jednotlivé možné systémy. Na konci kapitoly vyberu na základě zjištěných skutečností nejvhodnější vizualizaci,

4.1 Podmínky pro výběr systému vizualizace

Vhodnost použití vizualizace budu hodnotit na základě splnění různých podmínek, přičemž některé podmínky budou obligatorní (jejich splnění je nutnou podmínkou pro to, aby vizualizaci bylo možno nasadit do výuky) a jiné budou fakultativní (u těchto podmínek budu hodnotit míru splnění a tím i vhodnost nasazení do výuky). U fakultativních podmínek budu hodnotit míru splnění na stupnici 0 % až 100 %.

Jednotlivé systémy vyhodnotím, systémy které nesplnily obligatorní podmínky, vyřadím z výběru a ze zbývajících systémů vizualizace vyberu ten, který nejlépe splnil fakultativní podmínky.

Obligatorní podmínky:

- Systém musí být kompatibilní s každou sběrnici KNX
- Celkové náklady na nasazení (hardware i software) musejí být nízké, nejlépe zdarma.

Fakultativní podmínky

- Jednoduchost nasazení
- Univerzálnost použití
- Pravděpodobnost dalšího rozvoje vizualizačního systému

4.2 Gira HomeServer

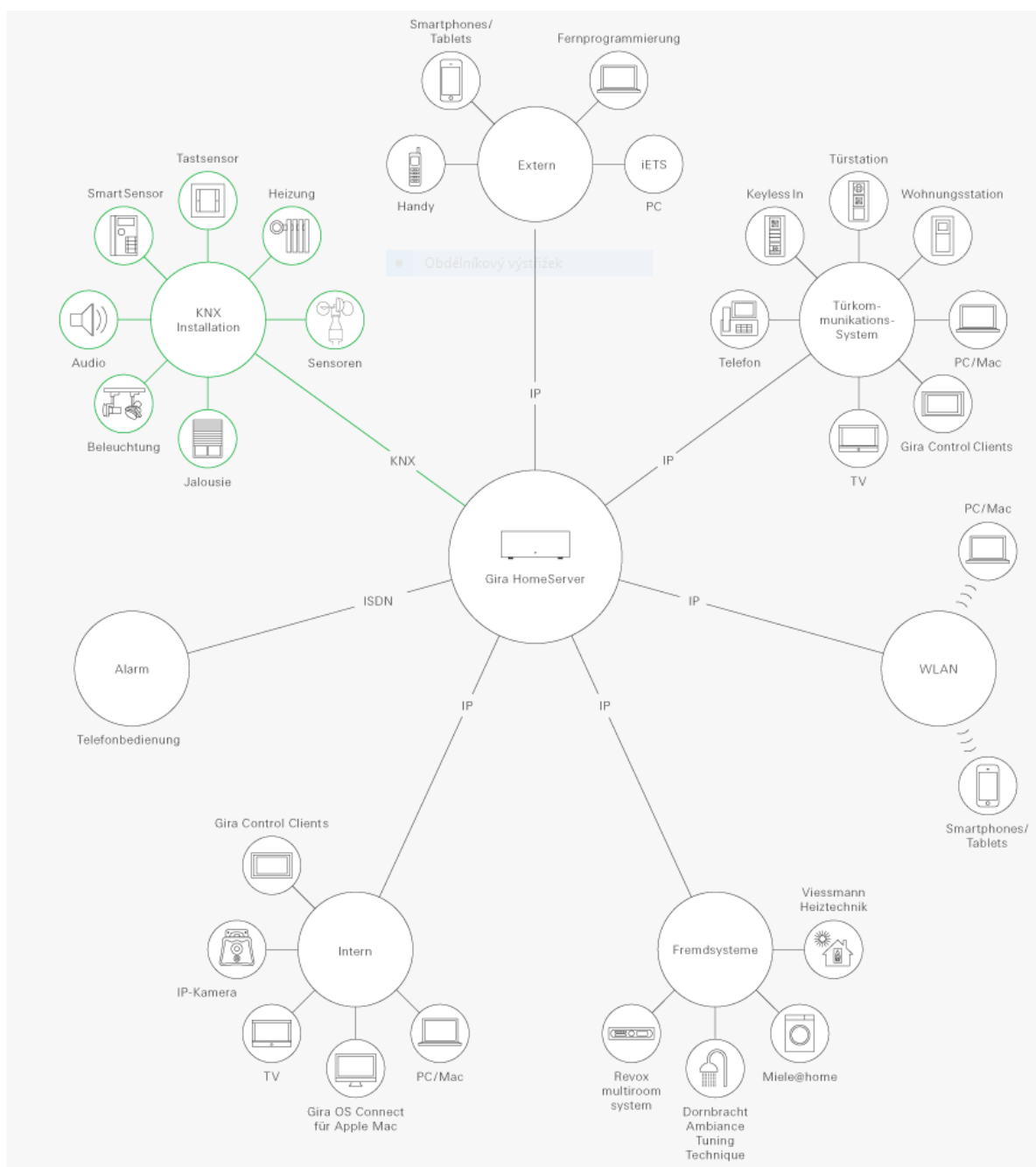
Gira HomeServer je produktem firmy Gira [6]. V podání firmy Gira je HomeServer středem domácnosti a umožňuje komunikovat prostřednictvím různých protokolů se zařízeními v domácnosti dle architektury klient/server. Server tvoří Gira HomeServer, klienti mohou být připojeni pomocí rozhraní KNX, ISDN či nejobvykleji IP.



Obr. 2) Vyobrazení zařízení Gira HomeServer

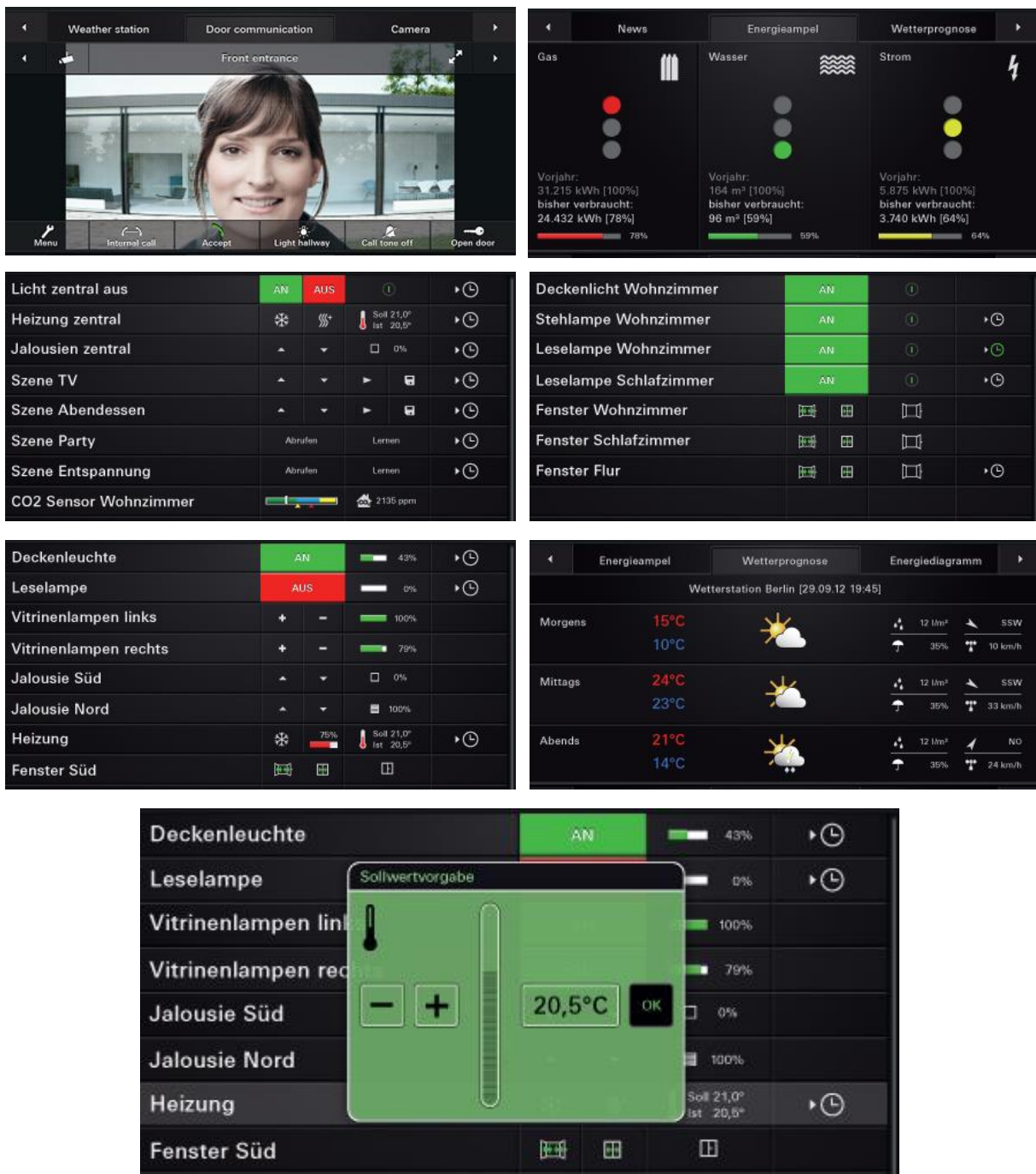
Vlastní server je tvořen počítačem, na kterém běží modifikovaná verze Linuxu. Toto umožňuje značnou flexibilitu a konfigurovatelnost. Gira HomeServer je schopen komunikovat s každým zařízením na sběrnici KNX a prostřednictvím IP rozhraní může komunikovat se zabezpečovacím systémem, zpracovávat obraz kamer, ovládat audio a video techniku a může být ovládán prostřednictvím IP sítě (počítačem, tabletem, chytrým telefonem).

V současné době se prodává ve čtvrté verzi (HomeServer 4). Pro vizualizaci se používá vestavěná vizualizace Gira Interface.



Obr. 3) Schéma komunikace a napojení na zařízení Gira HomeServer

Cena je přibližně 60 000,- Kč, což je pro mé použití bohužel nevyhovující. Jako značnou nevýhodu též vidím nemožnost vytvořit si vizualizaci přímo na míru konkrétnímu použití. Je pouze možno konfigurovat či přizpůsobit přednastavenou vizualizaci.



Obr. 4) Příklad uživatelského rozhraní Gira Interface.

4.3 CUBEVISION MODULE

CUBEVISION MODULE od firmy b.a.b-technologie GmbH je vizualizační server [7]. Prodává se ve dvou variantách, první je určen pro sběrnici EnOcean, druhá varianta je pro sběrnici KNX. Varianta pro KNX může fungovat jako KNX/IP router. Obě varianty disponují též rozhraním LAN pro připojení klientských aplikací k vizualizaci.

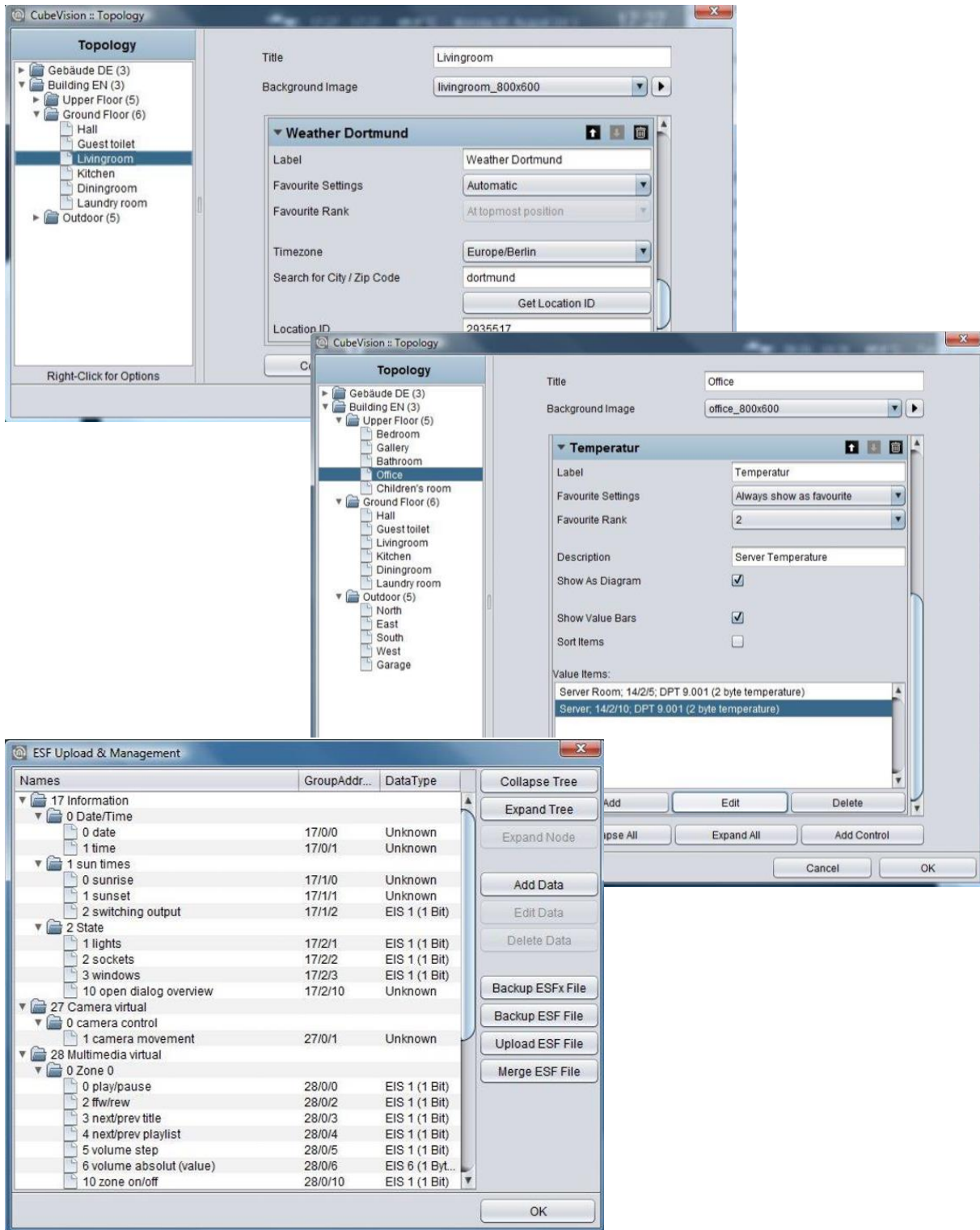
Vizualizace je poskytována prostřednictvím webového serveru s podporou HTML 5, takže na klientských počítačích není potřeba žádný speciální software, stačí webový prohlížeč. Na platformách Android a iOS je možno použít i aplikaci CUBEVISION APP.

Pro tvorbu vizualizací slouží software CUBEVISION Editor. Vizualizace se dá vypracovat a nakonfigurovat dle konkrétní instalace. Aplikace též nabízí automatické generování vizualizace.

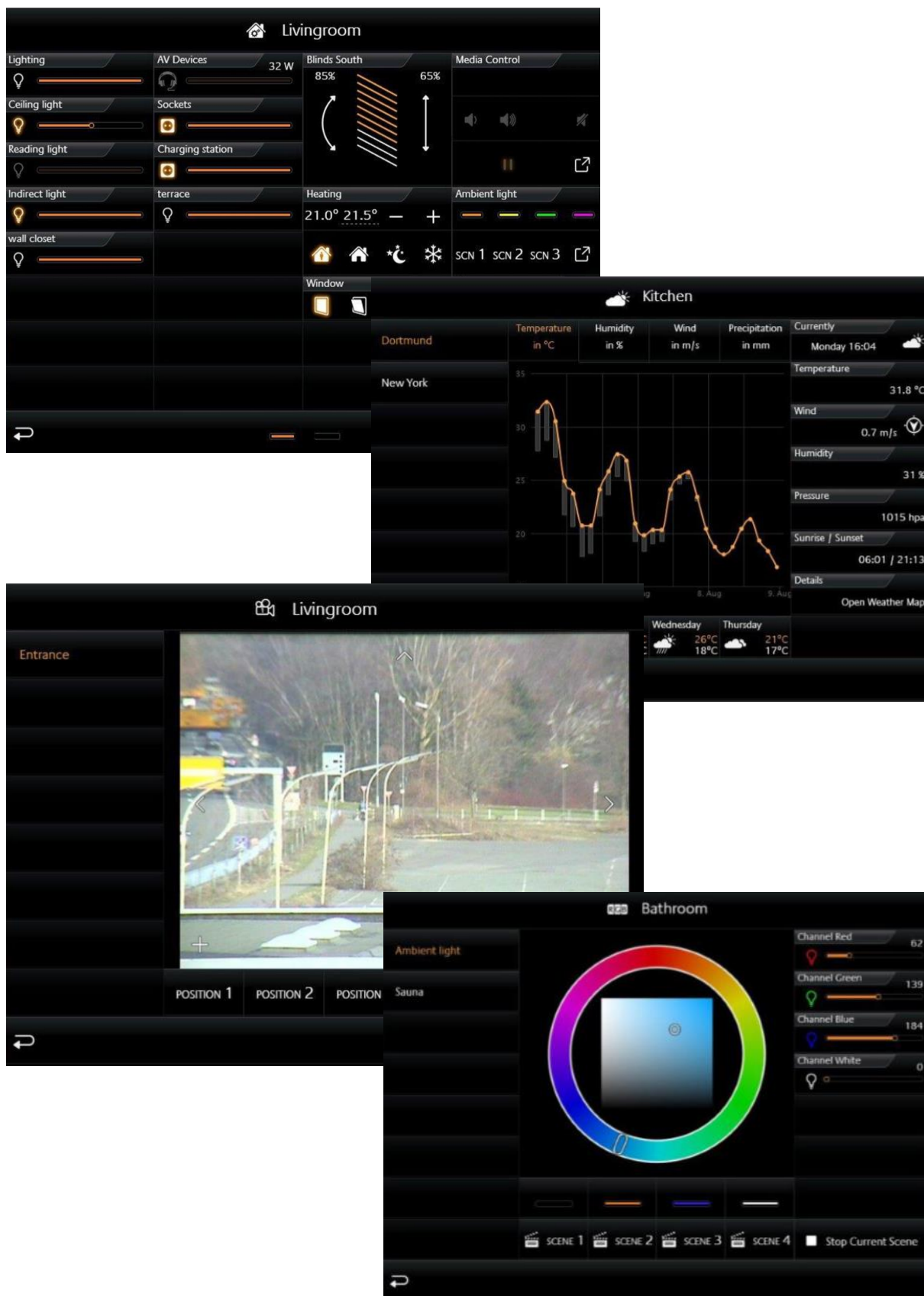


Obr. 5) Modul CUBEVISION

Cenu jsem nebyl schopen zjistit, předpokládám, že se bude pohybovat v desítkách tisíc korun.



Obr. 6) Tvorba vizualizace



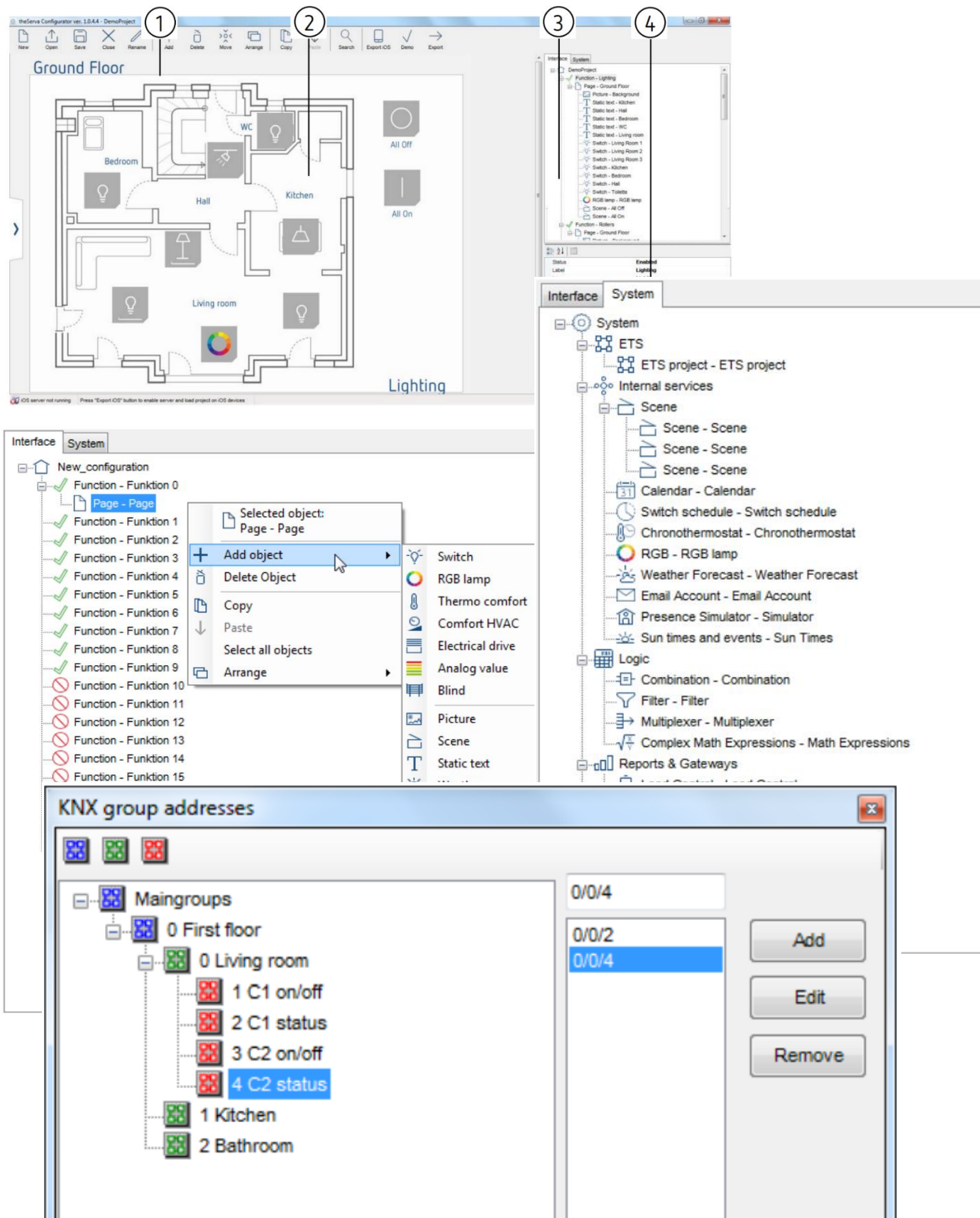
Obr. 7) Příklady finálního vzhledu vizualizace

4.4 theSERVA

Systém theSERVA je produkt firmy Theben AG [8]. Jde o hardwarový server, který obsahuje kromě LAN rozhraní i KNX rozhraní. Jako operační systém je použit embedded Linux [9]. Jako klient může být použit PC či MAC, na kterém běží program theSera Player, theSera app pro iPad, theSera mini app pro iPhone nebo theSera pro Android.



Obr. 8) Zařízení theSERVA a možnosti propojení



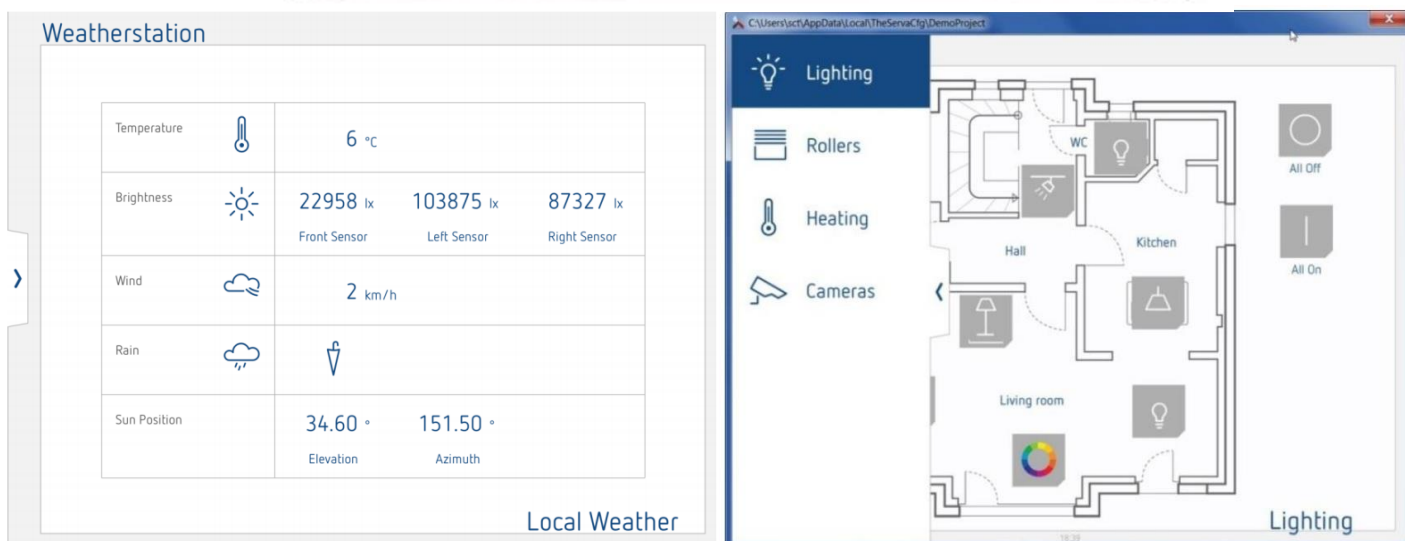
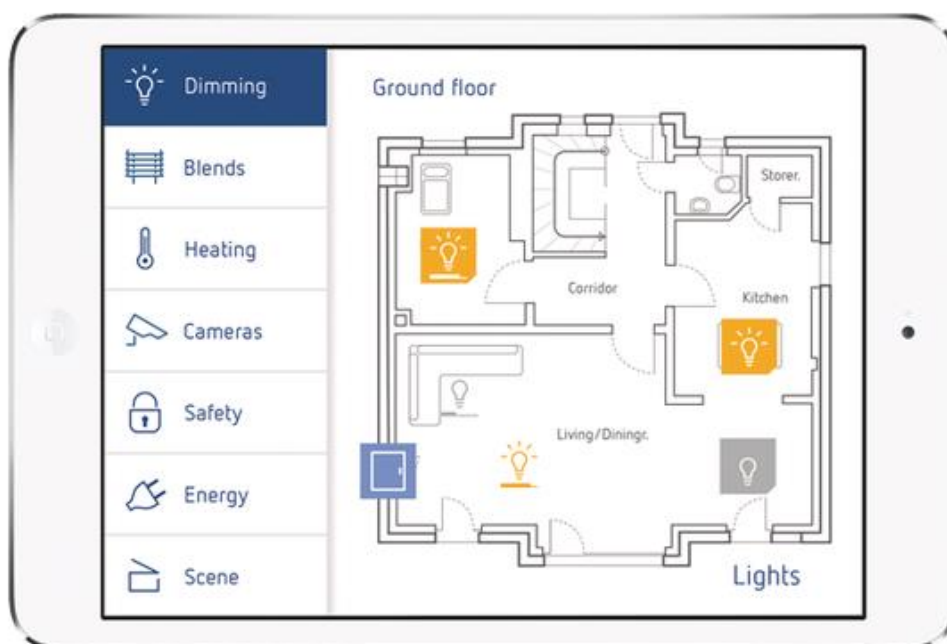
Obr. 9) Příklad tvorby vizualizace v systému theSERVA

Pro tvorbu vizualizací se používá software theServa Configurator pro Windows. Tento program slouží též pro přenos hotové vizualizace do jednotlivých klientů.

Vlastnosti systému theSERVA:

- Grafické zobrazení aktuálních spotřeb energií
- Automatické odpojení spotřebičů při dosažení nastavené prahové hodnoty
- míchání barev RGB u LED světel
- Individuální programy nastavitelné logickými moduly, scénami a sekvencemi
- Aktuální údaje o počasí, předpověď počasí pomocí povětrnostní stanice
- Poplachové funkce s automatickým odesláním SMS (iPad)

Aktuální cena serveru theSERVA je přibližně 41 000,- Kč.



Obr. 10) Příklady vizualizace v systému theSERVA

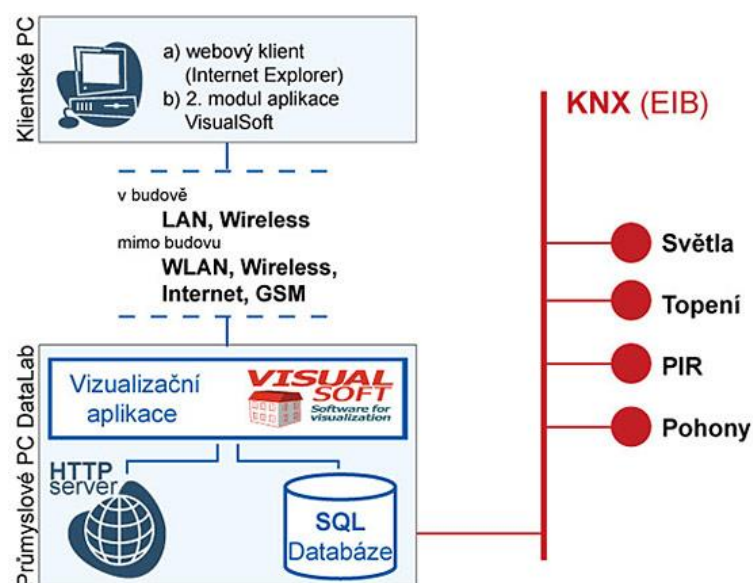
4.5 VisualSoft

VisualSoft od české firmy MEKOS GROUP a.s. je vizualizační nástavba nad SCADA systémem ControlWeb od firmy Moravské přístroje a.s. [10]. Aby mohl vlastní vizualizační software fungovat, tak musí běžet na průmyslovém počítači. K tomuto počítači se následně připojují jednotlivé klientské stanice a zobrazují data prostřednictvím webového prohlížeče nebo prostřednictvím modulu aplikace VisualSoft.

VisualSoft je vlastně hlavní řídicí SW aplikace, která se stará o veškerý sběr dat (telegramů) na sběrnici EIB. Taková data může:

- **Řídit** – Řízení může být prováděno:
 - 1. automatizovaně pomocí akcí, které se jednoduše nastavují v grafickém prostředí aplikace
 - 2. ručně přímo v reálném čase. V grafickém prostředí vidíte aktuální stav technologií, který můžete změnit dle svých představ ihned
- **Zobrazovat** – Samozřejmostí je přehledné zobrazení stavu budovy v jakékoliv grafické, nebo textové podobě.
- **Archivovat** – Je možné archivovat veškeré změny např. vnitřní teploty, venkovní teploty, rozsvícení – zhasnutí světel, indikaci stavů okenních kontaktů, různých pohonů (garážová vrata, rolety, zahradní čerpadla,...) Tyto údaje je možné zobrazovat opět v jakékoliv textové podobě, grafů atd. a využít pro optimalizaci, úsporu nákladů např. při vytápění, nebo jako statistické údaje. Přístupovat k řídicí aplikaci VisualSoft je možno buď přímo na řídicím PC DataLab, nebo z jakéhokoli jiného počítače připojeného prostřednictvím sítě Peer To Peer, LAN, WWW, GSM k tomuto PC.

Nevýhodou je to, že aby byla vizualizace fungovala, tam musí trvale běžet VisualSoft na průmyslovém počítači, což znamená nejen náklady na vlastní počítač, ale i náklady na elektřinu.



Obr. 11) Blokové schéma SNIB – vizualizační aplikace integrována do sběrnice KNX/EIB

4.6 Loxone

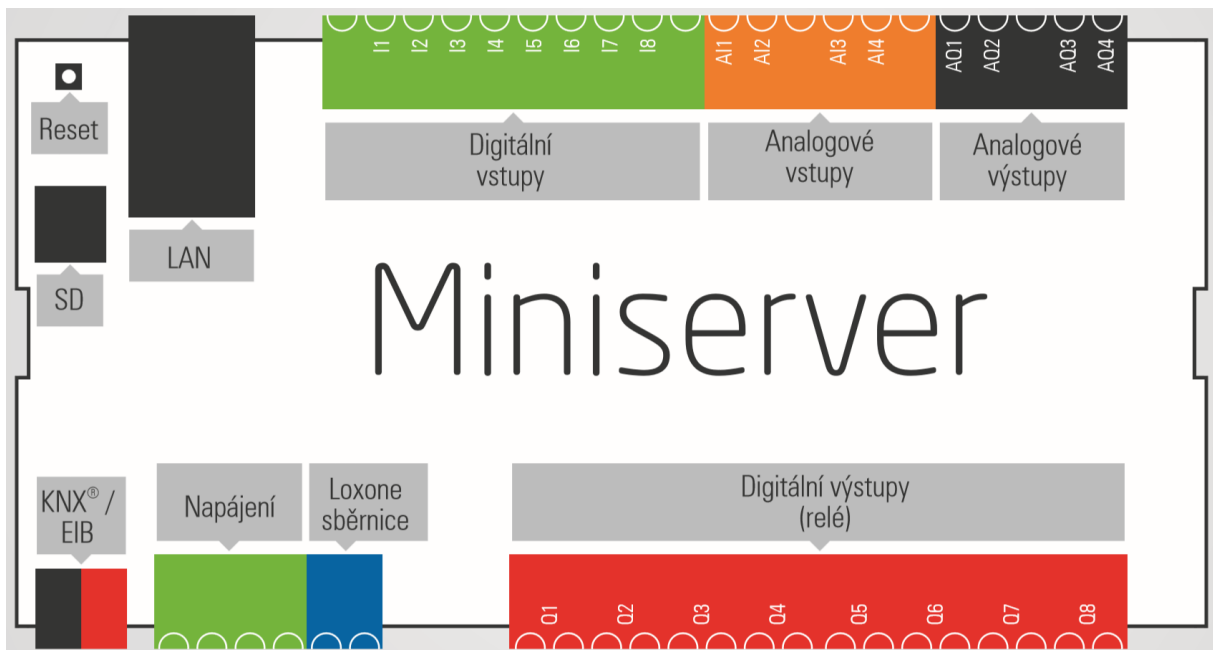
Loxone je komplexní systém pro řízení domácí automatizace [11]. Základním kamenem celého systému je Loxone miniserver, což je mikrokontrolér, na kterém běží Loxone OS. Tento mikrokontrolér je určen pro montáž na DIN lištu, disponuje mimo jiné analogovými a digitálními vstupy/výstupy a zejména i připojením na KNX sběrnici. Loxone Miniserver funguje jako IP Gateway a umožňuje programování z ETS přímo na LAN.

Loxone miniserver je možno doplnit řadou rozšiřujících modulů, které umožní Loxone miniserveru komunikovat řadou dalších komunikačních standardů, například Loxone Air (Mesh technologie), EnOcean, infračervené rozhraní, Modbus, RS485, RS232 a další.

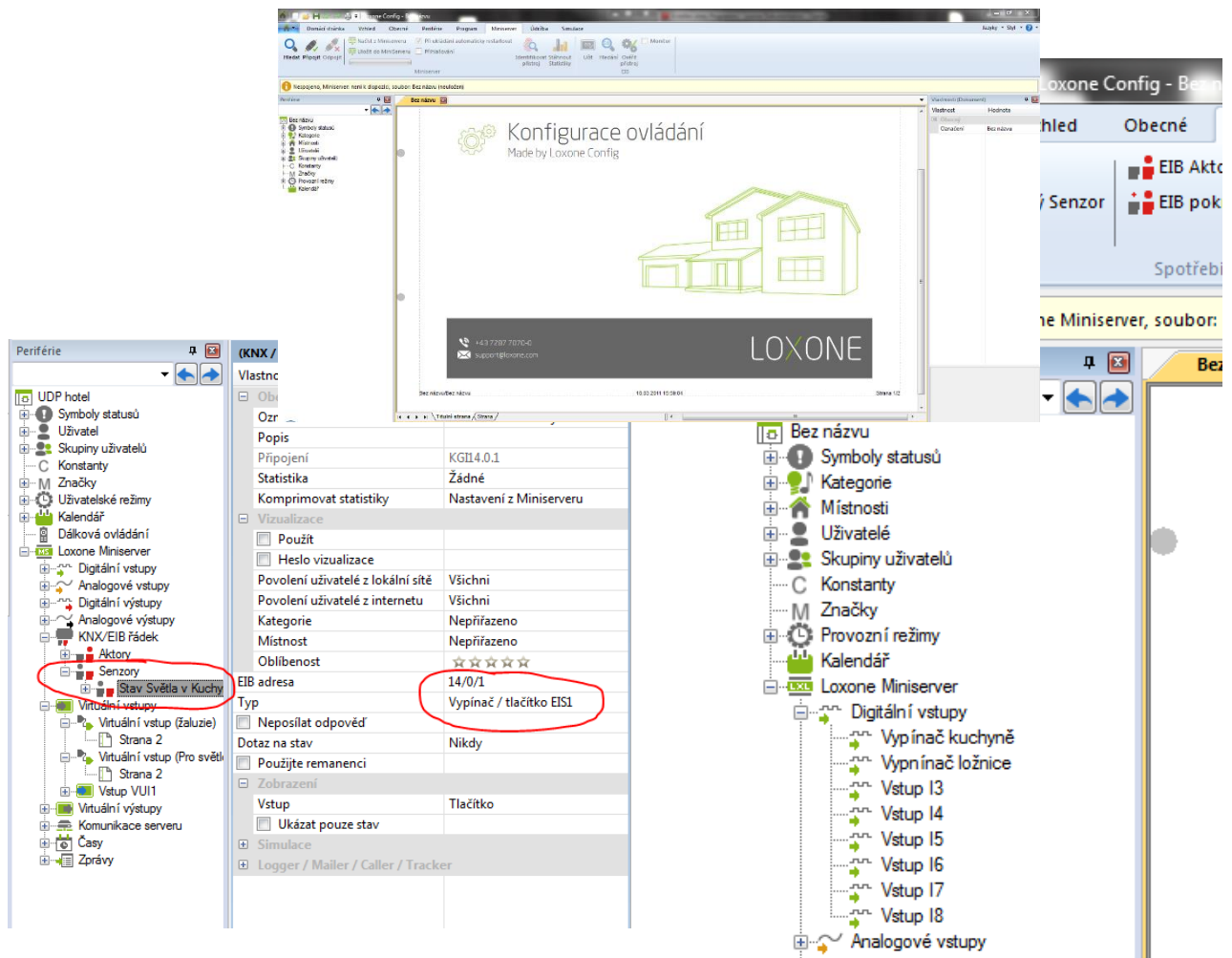
Vizualizace a ovládání chytrého domu je možné vzdáleně buď prostřednictvím webového rozhraní, které je integrované v Loxone miniserveru, nebo prostřednictvím Loxone App, což jsou aplikace pro operační systémy Android a iOS.



Obr. 12) Loxone Miniserver

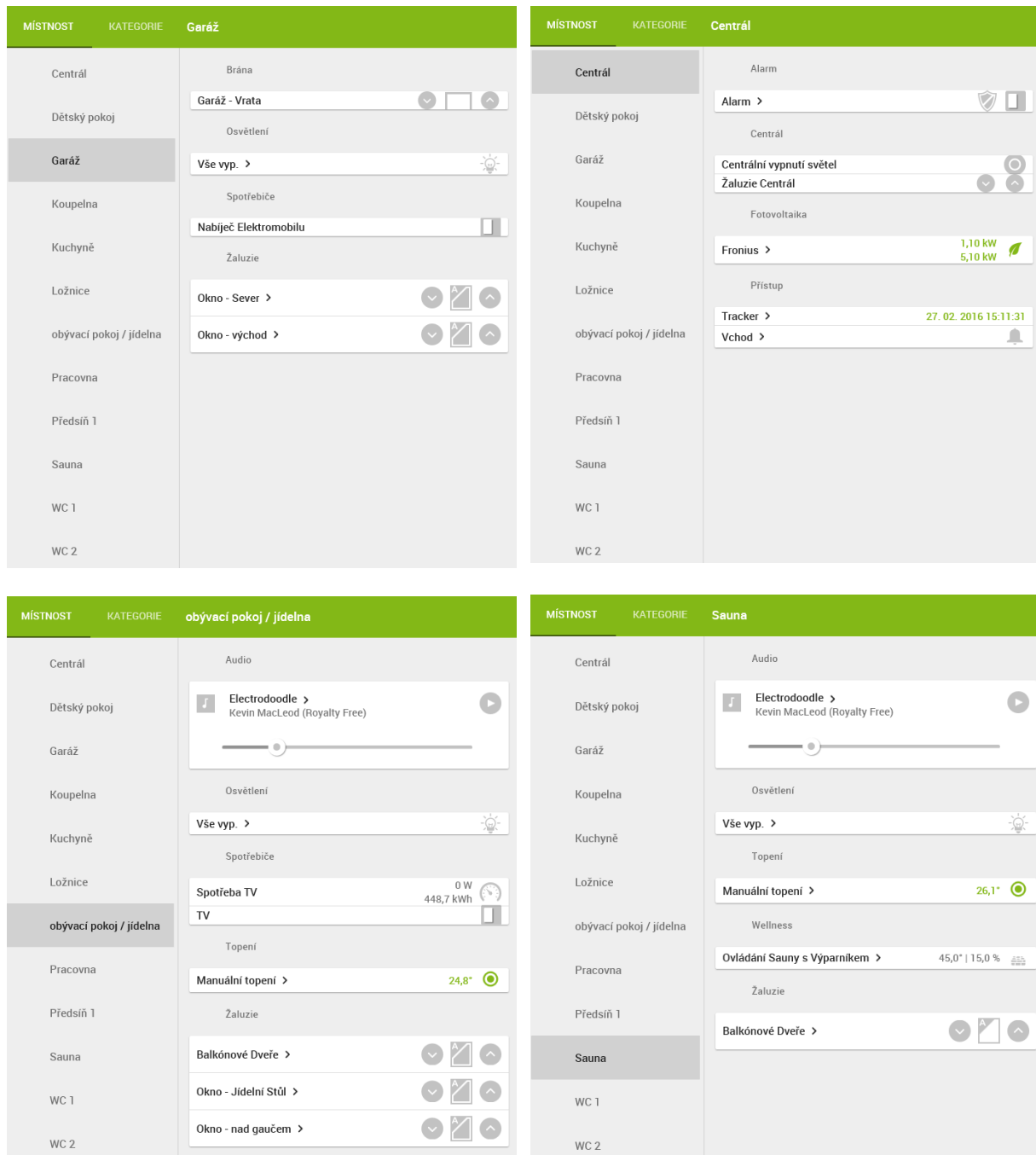


Obr. 13) Možnosti připojení Loxone miniserveru



Konfigurace miniserveru a tvorba vizualizace probíhá prostřednictvím softwaru Loxone Config. Bohužel i přestože možnosti konfigurace chování automatizace jsou rozsáhlé, tak možnosti vzhledu výsledné vizualizace jsou malé.

Cena Loxone miniserveru je 12 499,- Kč včetně DPH, software je zdarma.



Obr. 15) Příklad dokončené vizualizace

4.7 Smart2Vision

Smart2Vision od firmy NeNo je software [12], který umí číst data z a zapisovat data do sběrnice KNX, tyto data poskytovat klientům (mobilní telefon, počítač), kteří je zobrazí uživateli a ten je schopen ovládat systém KNX.

Software běží na platformě Windows v prostředí XP SP2 a vyšší případně Windows Server 2003 a vyšší. Software běží jak na 32-bit a 64-bit systémech Vista, Windows 7 a 8.

Program umožňuje:

- zasílat čas a datum do sběrnice KNX
- cyklické vyčítání dat ze sběrnice KNX
- ukládání startovacích proměnných (teplot či stavů) do paměti
- výpočet teploty equithermní křivky (ovládání regulace topné vody)
- komfortní časový management - stavy, hodnoty, teploty, scény
- komfortní scénický modul
- vizualizaci jako web server

Dále software umožňuje integraci jiných systémů jako například STIEBEL ELTRON, AIR MOTION, PJ LINK, ONKYO a dalších.

Bohužel vývoj tohoto programu byl dne 1. 8. 2014 ukončen a současná verze programu nebude dále zdokonalována.



Obr. 16) Příklad vizualizace v programu Smart2Vision.

4.8 IP Control Center N 152

IP Control Center N 152 od firmy Siemens je web server, který je umístěn přímo na sběrnici KNX a který zpřístupňuje funkce a zobrazení sběrnice KNX prostřednictvím ethernetového rozhraní [13]. Díky tomu, že server běží trvale a je trvale připojen na KNX sběrnici, tak může realizovat různé funkce, například časové programy, jednoduché bitové operace, anebo porovnání analogových hodnot. Navíc je ho možné použít jako standardní KNX/IP Interface pro KNX Tunneling pro připojení na sběrnici KNX.

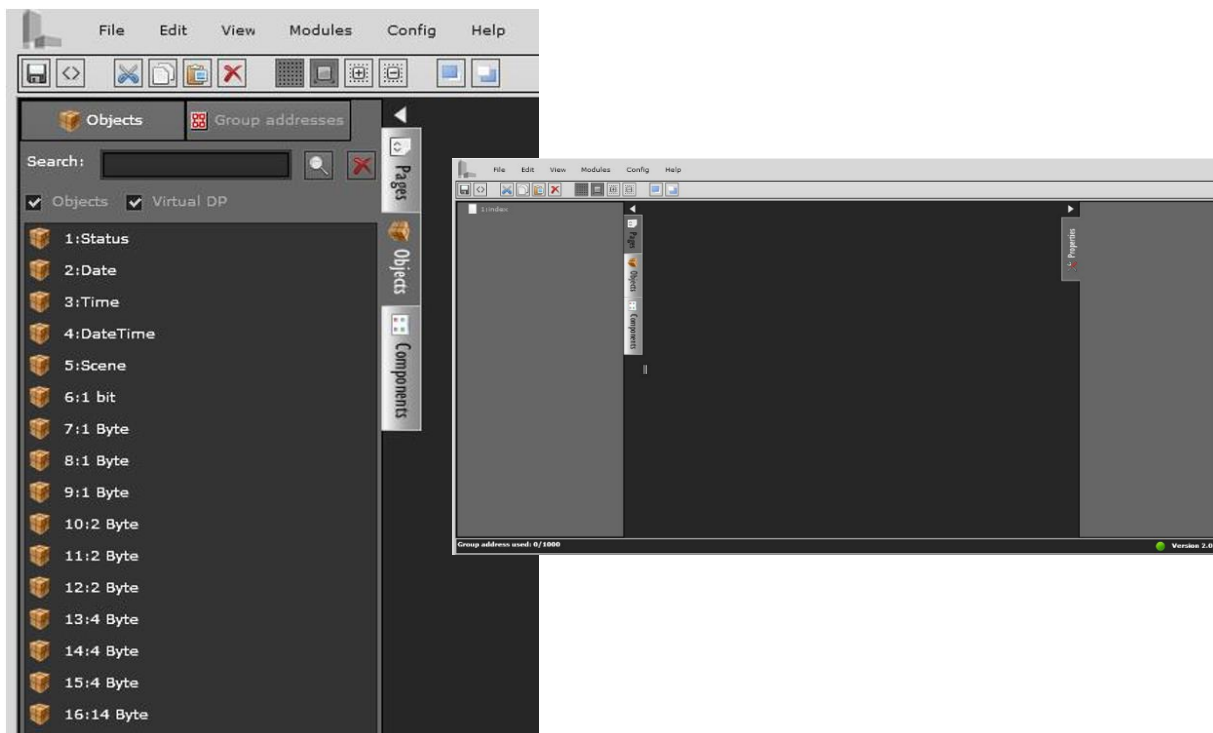
K zobrazení vizualizace je potřeba pouze zařízení s webovým prohlížečem, přičemž je podporován formát HTML 5 [14]. Díky plně grafickému editoru je možné jednotlivé stránky přizpůsobit typům zařízení, které se budou k web-serveru připojovat. Pro rychlejší uvedení do provozu je v editoru předpřipraveno 6 různých grafických stylů. Je ale na uživateli, zda se rozhodne pro jeden z těchto stylů nebo si vytvoří vlastní styl z vlastních grafických prvků.

Vizualizace se netvoří v externím programu, veškerá práce s editorem probíhá přes webový prohlížeč.

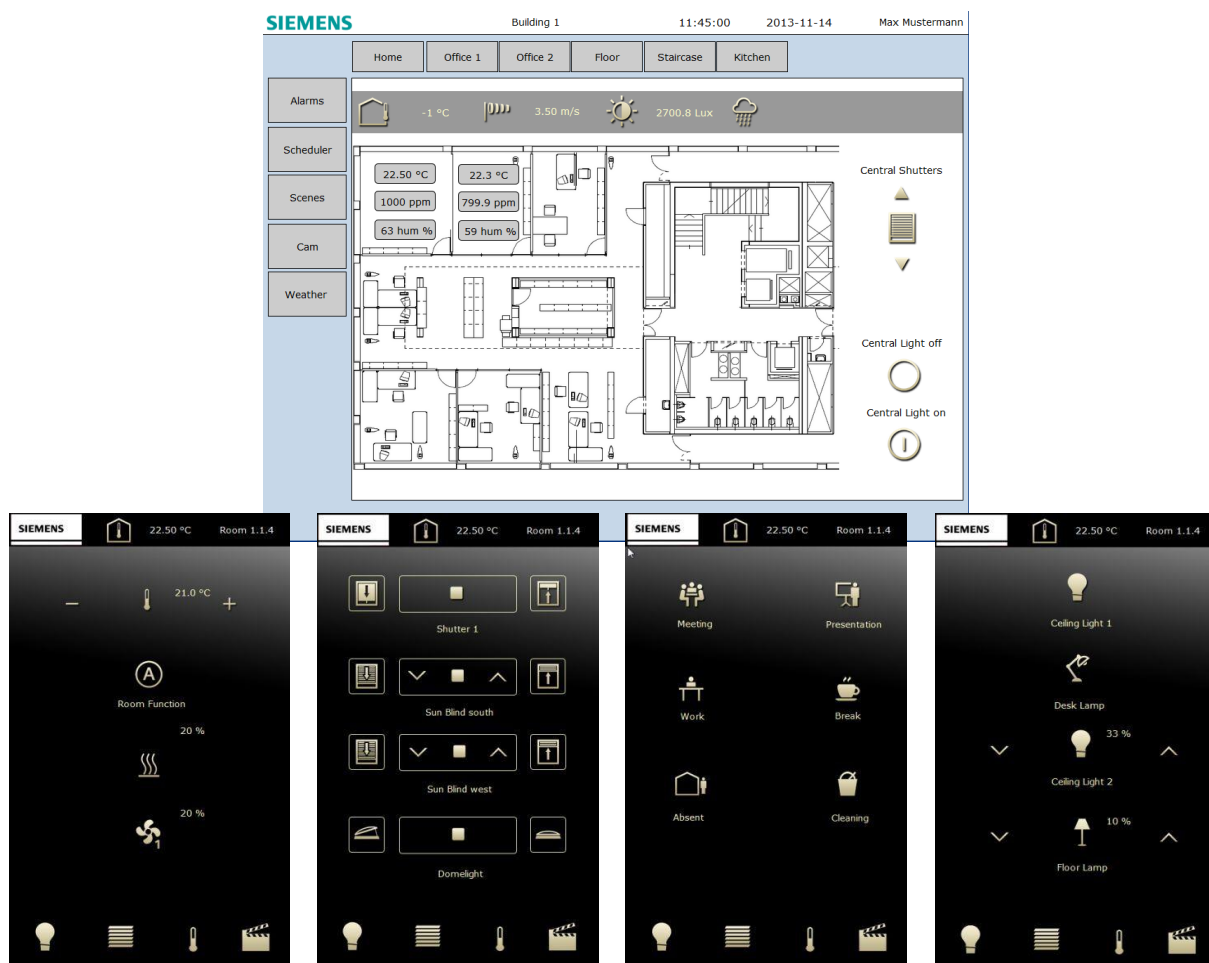
Cena za Siemens IP Control Center N 152 je přibližně 40 000,- Kč včetně DPH.



Obr. 17) Zařízení Siemens IP Control Center N 152



Obr. 18) Tvorba vizualizací přes webové rozhraní



Obr. 19) Příklad vizualizací v systému IP Control Center N 152 od firmy Siemens

4.9 KNX InSideControl IP-Gateway

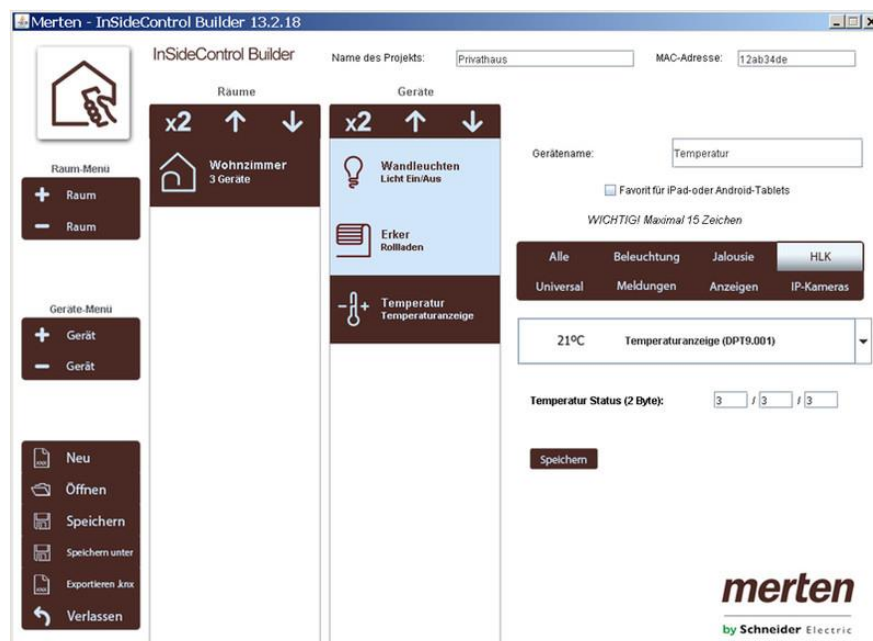
The KNX InSideControl IP-Gateway od firmy Merten (nyní Schneider Electric) propojí KNX instalaci s IP sítí prostřednictvím LAN konektoru [14]. V kombinaci s aplikací InSideControl App/HD App může být KNX instalace ovládána až pěti chytrými telefony nebo tablety [15].

The KNX InSideControl IP-Gateway může též sloužit jako brána mezi sběrnicemi KNX a IP. Vizualizace se tvoří v programu InSideControl Builder.

Cena KNX InSideControl IP-Gateway je přibližně 21 000,- Kč včetně DPH.



Obr. 20) KNX InSideControl



Obr. 21) Tvorba vizualizace v programu InSideControl Builder



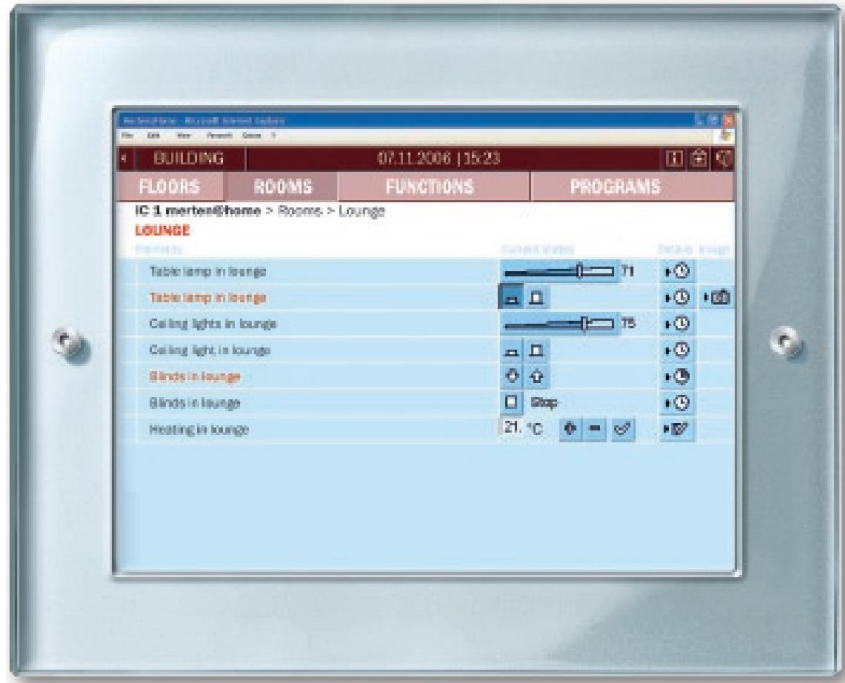
Obr. 22) Vzor výsledné vizualizace v systému KNX InSideControl

4.10 TP-Visu a IP Touch panel

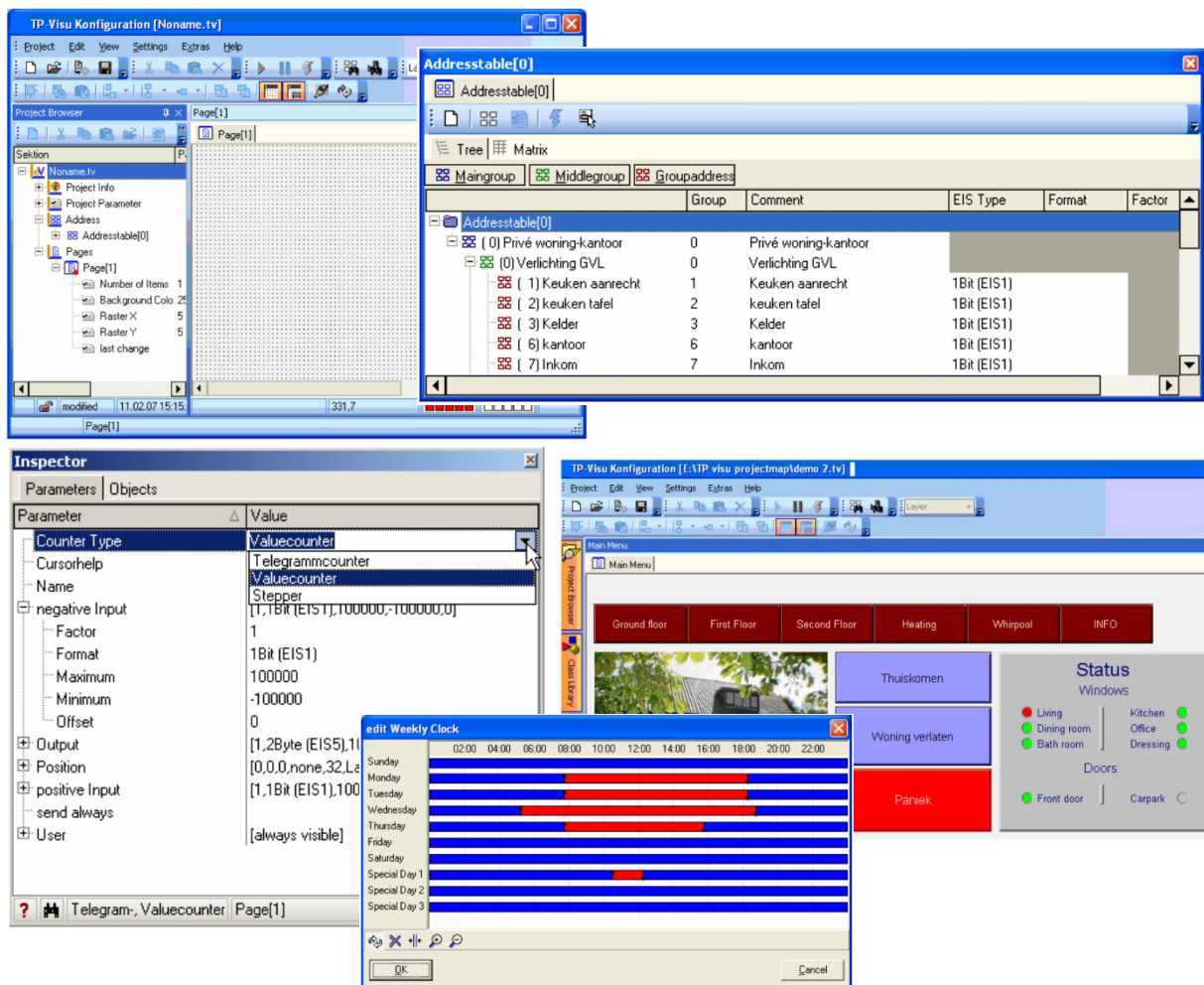
IP Touch panel je zobrazovací panel od společnosti Merten (nyní Schneider Electric), který slouží pro ovládání inteligentní elektroinstalace [16]. Prodává se ve velikostech 7 a 10 palců. Běží na operačním systému Windows CE. Panel se umístí na jednoduše přístupné místo v domě a obyvatelé domu jej mohou používat pro ovládání zařízení na sběrnici KNX. Aby se panel mohl připojit ke sběrnici KNX, tak je nutno jej doplnit o KNX modul.



Obr. 23) IP Touch panel ve velikosti 7 palců



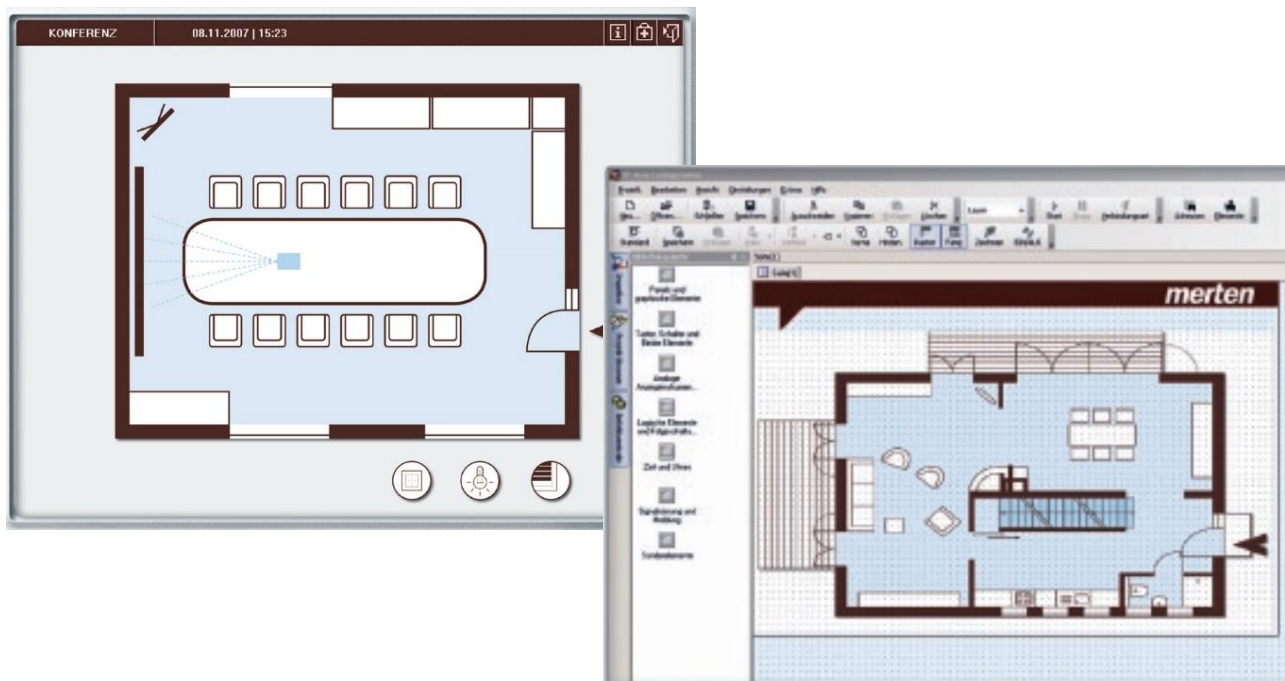
Obr. 24) IP Touch panel ve velikosti 10 palců



Obr. 25) Tvorba vizualizace v programu TP-Visu

Pro tvorbu vizualizace se používá program TP-Visu Configuration. V tomto programu, který je určen pro platformu Windows, se vizualizace vytvářejí nebo upravují, stejně tak tento program slouží i pro nahrání programu do panelu.

Cena IP Touch panelu ve velikosti 7 palců je přibližně 40 000,- Kč včetně DPH, cena IP Touch panelu ve velikosti 10 palců je přibližně 60 000,- Kč včetně DPH.



Obr. 26) Dokončená vizualizace v programu TP-Visu

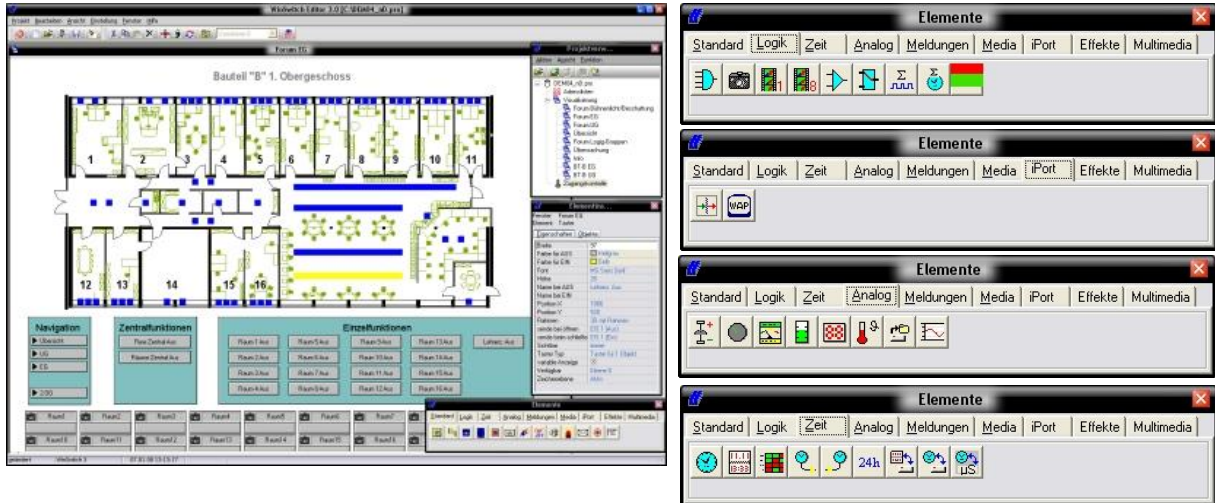
4.11 WinSwitch 3 a KNX – Microserver

WinSwitch 3 je softwarový produkt firmy ASTON GmbH, který slouží k tvorbě vizualizací a jejich zobrazení prostřednictvím webového serveru na hardwarovém zařízení KNX – Microserver prostřednictvím technologie HTML [17]. Aplikace pro připojení chytrého telefonu či tabletu s operačním systémem Android nebo iOS není k dispozici, data se dají zobrazit jen prostřednictvím webového prohlížeče [18].

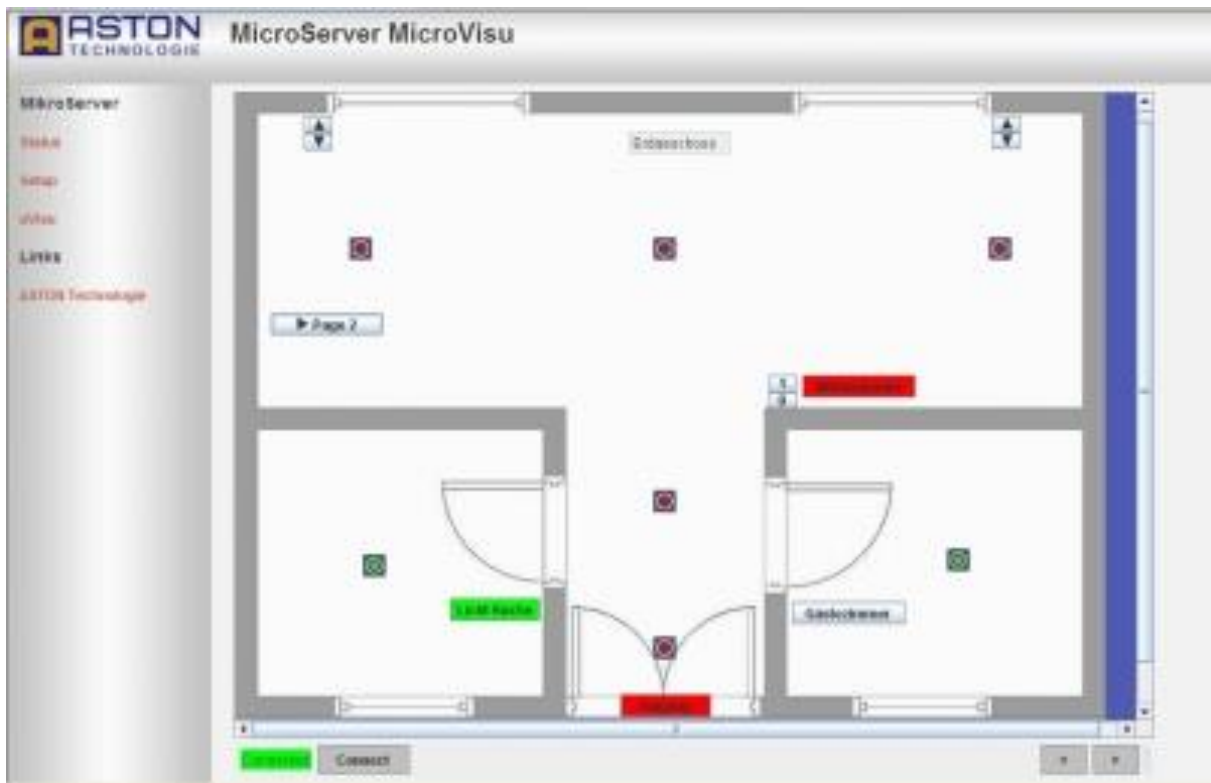


Obr. 27) KNX – Microserver

KNX – Microserver umožňuje kromě vlastní webové vizualizace i fungování jako KNX/IP brány a umožňuje též spuštění logických funkcí.



Obr. 28) Tvorba vizualizace v programu WinSwitch 3

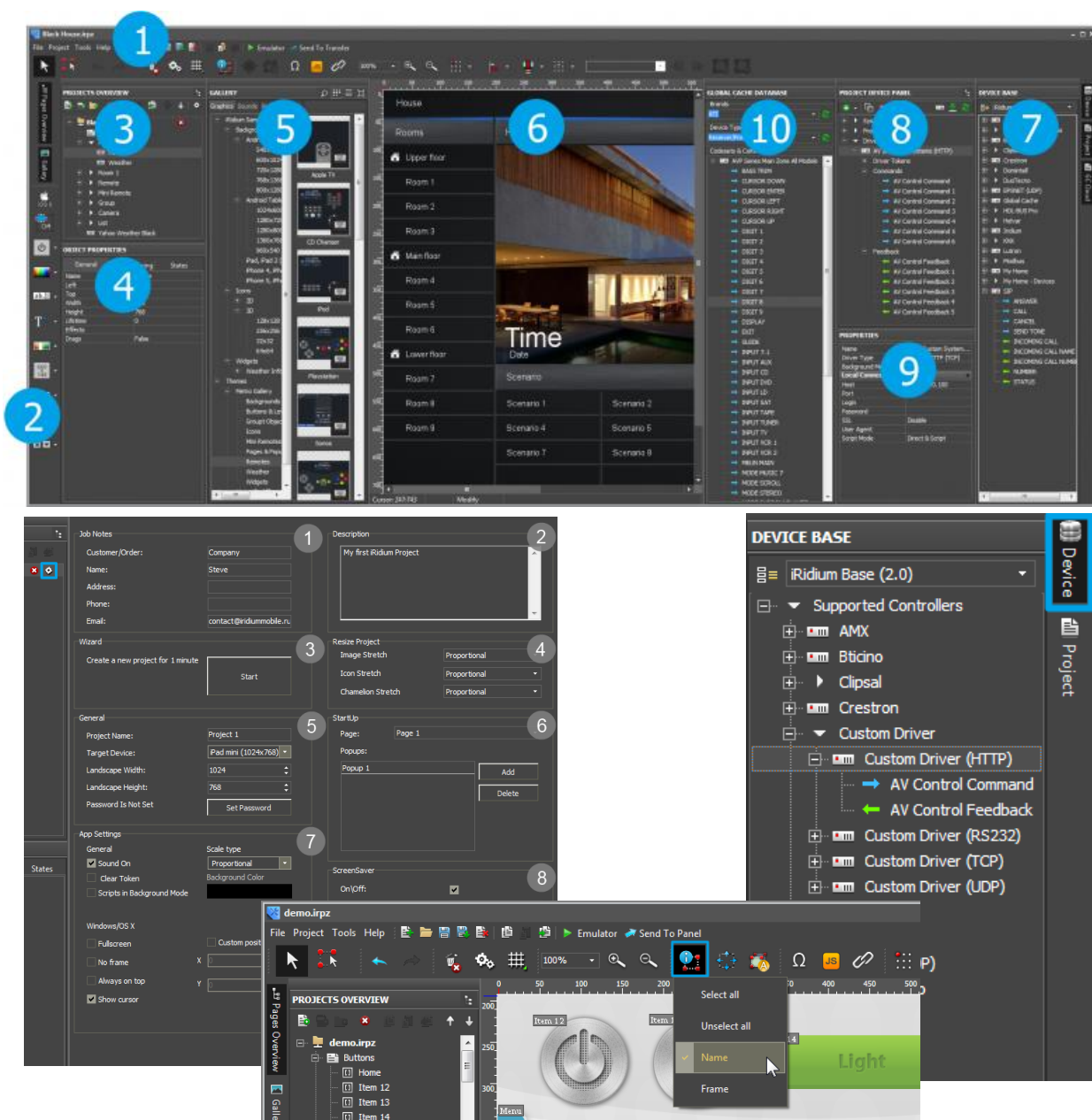


Obr. 29) Dokončená vizualizace v programu WinSwitch 3

4.12 iRidium

iRidium je univerzální vizualizační a ovládací softwarový balík od ruské společnosti iRidium Ltd [19]. Umožňuje ovládání automatizačních systémů, Audio/Video zařízení a Media serverů s plnou dvoucestnou komunikací, skripty a zákaznický přizpůsobitelnými rozhraními, která umožňují ovládat celý systém z jedné snadno použitelné aplikace. Je velmi univerzální a může komunikovat prostřednictvím sběrnic AMX, Creston, KNX, Modbus, HDL BusPro, C-Bus, MyHome, Beckhoff, EPSNET, Helvar, Domintell, Duotecno a navíc je schopen ovládat jakékoli zařízení pomocí TCP, UDP, HTTP, RS232, IR s plnou obousměrnou komunikací.

Vizualizace se nejprve vytvoří v programu iRidium GUI editor. Následně je vizualizace nahrána na klientské zobrazovací zařízení. Podporovány jsou operační systémy Windows, OSX, Android a iOS.



Obr. 30) Tvorba vizualizace v programu iRidium GUI editor

Program pro tvorbu vizualizace je propracovaný a umožňuje tvorbu vizualizací dle představ obsluhy. Výhodou je to, že pro funkčnost vizualizace není potřeba žádný speciální hardware, stačí jakýkoliv KNX/IP router. Vzhledem k tomu, že jednu KNX sběrnici je možno ovládat z více klientských počítačů, tak hrozí přetížení KNX sběrnice při větším počtu požadavků. Proto výrobce doporučuje provádět ovládání jen z jedné klientské stanice, i přestože je pravděpodobné, že ovládání bude fungovat i z několika stanic, přičemž jejich počet závisí na počtu KNX senzorů, aktorů a topologii sběrnice KNX. Také je možno použít KNX/IP router od firmy WEINZIERN s integrovaným BAOS serverem, který snižuje zatížení sběrnice KNX a je zároveň plně kompatibilní se softwarovým balíkem iRidium.

Cena za licenci softwarového balíku je závislá na použitých sběrnících a počtu maximálně připojených zařízení. Pro náš případ (KNX a jedno připojené zařízení) by cena byla přibližně 13 000,- Kč. Naštěstí výrobce nabízí možnost získat trial licence zdarma, které jsou pro potřeby výuky dostatečné.



Obr. 31) Příklady vizualizace v programu iRidium GUI editor

4.13 Vyhodnocení výběru systému vizualizace

Systémy vizualizace sběrnice KNX uvedené v této práci představují reprezentativní přehled trhu. Je pravděpodobné, že na trhu existují i další systémy, protože většina větších firem dodávajících široké spektrum prvků na sběrnici KNX je trhem donucena dodávat i vizualizaci. Z marketingových důvodů je pro ně výhodnější dodávat vlastní řešení. Do této skupiny patří například systémy Gira HomeServer, Siemens IP Control Center N 152, či vizualizační systémy od společnosti Merten (Schneider Electric).

Typické pro tyto systémy je nutnost doplnit do systému další komponentu, která v rámci systému komunikace klient/server poskytuje data klientským počítačům. Nevýhodou této skupiny je obvykle vysoká cena za serverovou komponentu, výhodou je propracovaný software a zázemí velké společnosti a tedy pravděpodobně i dlouhá podpora výrobce.

Druhou skupinou jsou produkty menších společností. Tyto společnosti nemohou nasadit tak vysokou cenu, nicméně i u nich je funkčnost vizualizace podmíněna nákupem hardwarové komponenty, typicky KNX/IP routeru od nabízející společnosti. Typickým představitelem jsou vizualizace WinSwitch 3 či theSERVA.

Třetí skupinou jsou společnosti, které se se vizualizací sběrnice KNX zabývají okrajově v rámci dodávky jiného produktu. Typickým představitelem jsou vizualizační systémy Loxone nebo iRidium.

Když provedu vyhodnocení dle podmínek uvedených v kapitole Podmínky pro výběr systému vizualizace

, tak je evidentní, že limitující podmínkou je obligatorní podmínka číslo dvě. Tato podmínka zní „Celkové náklady na nasazení (hardware i software) musejí být nízké, nejlépe zdarma.“.

Nejlépe tuto podmínku splňuje systém iRidium. I přestože jeho použití je zatíženo licenčními poplatky, tak pro výuku je použitelná trial licence, která je zdarma. Jeho výhodou je též možnost vytvořit vizualizaci téměř libovolného vzhledu a použití této vizualizace pro široké spektrum sběrnic, nejen KNX. Proto doporučuji použití tohoto systému v předmětu Automatizace budov a vzorovou vizualizaci vypracuji v tomto systému.

5 TVORBA VZOROVÉ VIZUALIZACE V SYSTÉMU IRIDIUM

5.1 Základní popis iRidium

iRidium je univerzální vizualizační a ovládací software, který není závislý na konkrétním hardwaru či komunikačním protokolu. Díky tomu je možno jej používat pro ovládání automatizačních sběrnic založených na různých protokolech (například AMX, Creston, KNX, Modbus, HDL BusPro, C-Bbus, MyHome, Beckhoff, EPSNET, Helvar, Domintell, Duotecno). Dále je schopen ovládat jakékoli zařízení pomocí TCP, UDP, HTTP, RS232, IR s plnou obousměrnou komunikací. Navíc je možno za použití iRidium Scriptu vytváření vlastních ovladačů v iRidium Driver Development Kitu, kterými je možno ovládat další zařízení.

5.1.1 Komponenty systému iRidium

Softwarový balík iRidium se skládá z těchto samostatných programů:

- iRidium GUI editor
 - program pro tvorbu vlastní vizualizace, naprogramování ovládacích prvků a nastavení přístupu ke komunikační sběrnici. Je určen pouze pro platformu Windows.
- i2 Control
 - tento program běží v klientském počítači a v něm je zobrazena vizualizace. Program je nabízen v různých verzích pro platformy Windows, OSX, iOS, Android a na všech těchto platformách je tedy možno provozovat vizualizace systému iRidium.
- iRidium Transfer
 - tento program slouží pro nahrání dokončené vizualizace do klientského počítače (přesněji řečeno do programu i2 Control). Zároveň zajistí přenos licence, aby vizualizace mohla bez omezení fungovat.
- iRidium Gate
 - tento program má několik funkcí:
 - zajišťuje přístup více klientů ke sběrnicím, které standardně tento přístup neumožňují (například Modbus TCP/ASCII/RTU, KNX routery s protokolem KNXNet/IP).
 - 3G nebo Wi-fi připojení pro kontrolní panely, které jsou k počítači připojeny přes COM port (konverze TCP na RS232 pro Modbus, HDL-Bus Pro).
 - Stabilní práce se zařízením, které používá UDP protokol přes Internet.
- iRidium Util
 - získá sériové číslo ze zařízení pro účely licencování

Aktuálně je celý softwarový balík ve verzi 2.2.3.

5.2 Princip fungování systému iRidium

Jak je popsáno v předchozí části, tak systém iRidium netvoří jeden program, ale skupina programů, přičemž každý z nich hraje svou roli.

Vlastní vizualizace a ovládací rozhraní je vytvářeno v programu iRidium GUI Editor. Tento program má jak nástroje pro tvorbu vzhledu vizualizace, tak má i nástroje pro programování jednotlivých ovládacích prvků. Stejně tak obsahuje i galerii vzhledů pro tvorbu ovládacích prvků a obsahuje i nástroje pro nastavení komunikačního rozhraní k jednotlivým komunikačním sběrnicím (v našem případě zejména KNX).

Výstupem z programu iRidium GUI Editor je soubor ve formátu irpz. Tento soubor obsahuje jak vlastní vizualizaci, tak i kompletní nastavení. Tento soubor se ale do klientského počítače, na kterém běží program i2 Control, nenahrává přímo, ale prostřednictvím aplikace iRidium Transfer.

Do aplikace iRidium Transfer nejprve vložíme soubor irpz společně s licencí, která je uložena v souboru s příponou irl. Aplikace iRidium Transfer následně vyhledá v místní síti všechny počítače, na kterých běží klientský program i2 Control. Po nalezení klientského počítače mohou jednoduše do běžícího programu i2 Control nahrát vizualizaci včetně licence. Po nahrání se vizualizace automaticky spustí a je možno ji používat.

Při příštím spuštění programu i2 Control se nejprve pokusí kontaktovat program iRidium Transfer, zda mu nenabízí novou vizualizaci k nahrání. Pokud tomu tak není, tak spustí poslední vizualizaci, která do něj byla nahrána.

5.3 Licencování v systému iRidium

Aby byla zajištěna ochrana před porušením licenčních podmínek, tak program i2 Control vyžaduje, aby společně se souborem s vizualizací byl nahrán licenční soubor. Při běhu vizualizace kontroluje, zda jsou splněny podmínky licence.

Aby bylo možno licenci získat, tak je nutno nejprve zjistit hardwarové ID (HWID). Toto číslo je vázáno na konkrétní hardware počítače či kontroléru a je možno je zjistit z programu i2 Control či iRidium Transfer (pro počítače), nebo z programu iRidium Util (pro některé jednoúčelové kontroléry).

Následně toto HWID zadáme na webových stránkách výrobce (iRidiummobile.net), kde v části My Account toto HWID zadáme a vygenerujeme si licenční soubor (s příponou irl). Samozřejmě je podmínkou se na těchto stránkách nejprve zaregistrovat a mít licenci zakoupenou, nebo mít nárok na licenci zdarma.

Licenční soubor použijeme v programu iRidium Transfer a nahrajeme jej do programu i2 Control společně se souborem s vizualizací.

5.4 Možnosti propojení mezi sběrnicí KNX a ovládacím panelem.

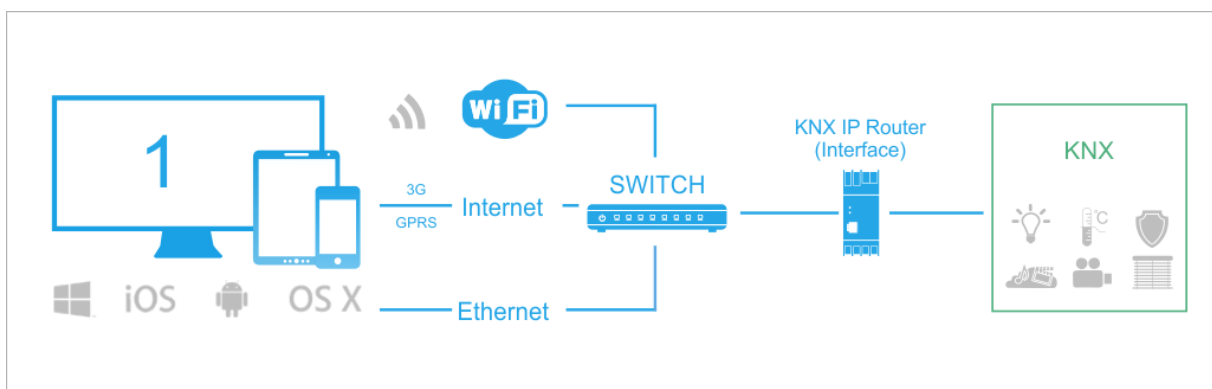
Systém iRidium je možno napojit na různé automatizační sběrnice. Napojení se provede při tvorbě vizualizace přímo v programu iRidium GUI Editor, kde v ovládacím panelu Device Base je možno zvolit napojení na automatizační sběrnice, které systém iRidium podporuje již od nainstalování, aniž by si uživatel naprogramoval vlastní ovladač.

Jednou z možností v této Device Base je i připojení ke sběrnici KNX. Abychom toto připojení mohli využít, tak v panelu Project Device Panel musíme vložit způsob připojení ke sběrnici. Pro sběrnici KNX můžeme zvolit možnosti KNX IP BAOS 770, KNX IP BAOS 771/772, KNX IP LMx, KNX Router (KNXnet /IP). Následně bychom mohli přidávat jednotlivé příkazy, které by byly propojeny se skupinovými adresami. Samozřejmě u každého příkazu bychom museli zvolit správný datový formát, aby do sběrnice KNX byly vysílány příkazy v správném datovém formátu.

Lepším způsobem, jak do projektu vložit napojení na sběrnici KNX, je importovat do iRidium projektu soubor s exportem z programu ETS, v kterém jsme programovali sběrnici KNX. Sběrnici KNX musíme naprogramovat tak jako tak, takže získání tohoto exportu není žádný problém. Pokud zvolíme tento způsob vložení napojení na skupinové adresy, tak pár kliky importujeme do iRidium projektu všechny skupinové adresy z ETS projektu a to včetně názvu a správného datového formátu.

Ať už zvolíme jakýkoliv způsob napojení na skupinové adresy, tak komunikace bude probíhat přes některé z těchto zařízení:

- obvyčejný KNX/IP Router, který podporuje KNXnet/IP tunelovací protokol
 - vzhledem k tomu, že takovýto router je již součástí výukového panelu, tak zvolíme tento způsob. Každý z následujících způsobů by znamenal nutnost dovybavení výukového panelu o další zařízení, což není akceptovatelné z důvodu, že by to znamenalo významné finanční náklady
 - nevýhodou tohoto způsobu je to, že v jednu chvíli bude moci být připojen jen jeden klient. Navíc vzhledem k nízkému výkonu routeru a nízké rychlosti sběrnice KNX hrozí, že při větším počtu požadavků krátce po sobě dojde k zahlcení sběrnice KNX a přerušení spojení. Toto omezení musím respektovat při tvorbě vizualizace a stejně tak musí být respektováno při výuce.

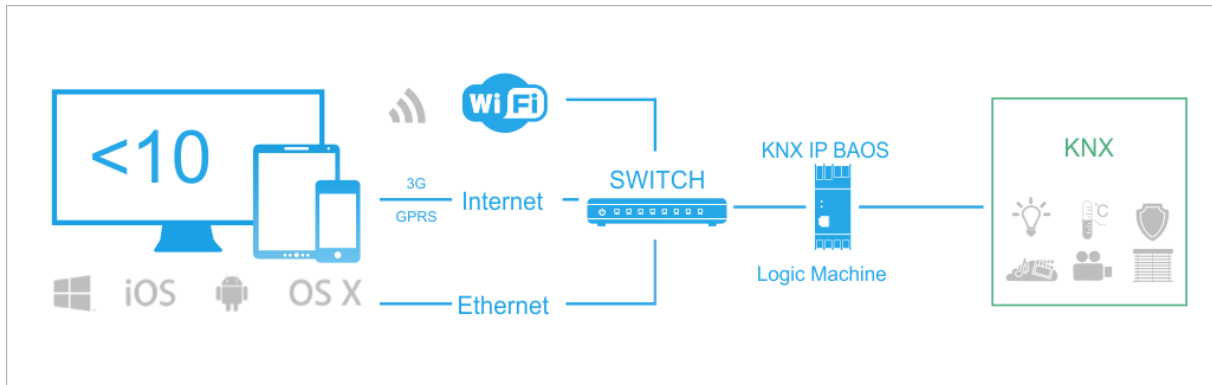


Obr. 32) Schéma připojení při použití obvyčejného KNX/IP routeru

- KNX IP BAOS router disponující protokolem BAOS Object Server nebo Logic Machine 2, 3
 - Tyto zařízení dodává firma Weinzierl Engineering GmbH (BAOS), respektive Embedded Systems SIA (Logic Machine). Jde o routery s vyšší inteligencí a

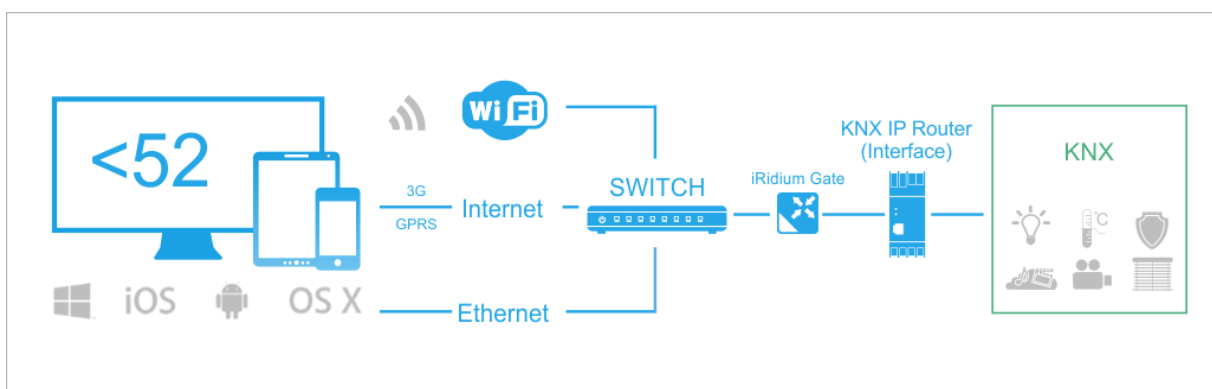
výkonem, které jsou schopny sledovat stav skupinových adres na sběrnici KNX a předávat informace zařízením na IP rozhraní, aniž by zatěžovaly sběrnici KNX. Jsou schopny obsluhovat až deset účastníků připojených přes IP rozhraní

- Router s protokolem BAOS stojí přibližně 10 000,- Kč bez DPH



Obr. 33) Schéma připojení prostřednictvím KNX/IP routeru s protokolem BAOS

- obyčejný KNX/IP Router, který podporuje KNXnet/IP tunelovací protokol ve spojení s programem iRidium Gate
 - tato varianta sice podporuje největší počet zároveň připojených uživatelů, ale je komplikovaná, protože vyžaduje trvale spuštěný počítač, na kterém běží program iRidium Gate.
 - V případě, že při výuce bude potřeba více zároveň připojených klientů, tak je možno na jednom počítači spustit program iRidium Gate a prostřednictvím tohoto počítače se připojovat s ostatními klienty.



Obr. 34) Schéma připojení prostřednictvím programu iRidium Gate

5.5 Naprogramování sběrnice KNX v programu ETS

Jak již bylo napsáno v předchozí části, tak pro tvorbu vizualizace se musíme napojit na skupinové adresy sběrnice KNX, které byly vytvořeny v programu ETS. Program ETS jsem popsal na začátku této práce a nyní popíšu, jak jsem programoval sběrnici KNX jako přípravu pro tvorbu vizualizace.

Pro programování sběrnice KNX jsem použil program ETS4 ve verzi 4.1.8. Důvodem je to, že tato verze je v současné době používána ve výuce. Novější verze ETS5 je již dostupná, ale vzhledem k tomu, aby se pro výuku musely zakoupit licence, tak se pravděpodobně i v dohledné budoucnosti bude používat verze ETS4.

5.6 Představa o finální verzi vizualizace

Dle hesla začínat s myšlenkou na konec jsem ještě před tím, než jsem začal programovat sběrnici KNX v programu ETS, začal zabývat myšlenkou na to, jaký by měl být finální vzhled výukové vizualizace a jaké by měly být její funkce.

Moje představa byla taková, že výukový panel by měl imitovat rodinný dům a vizualizace by měla sloužit k ovládní tohoto domu. Výhodou je, že ve výukovém panelu jsou zastoupeny akční prvky stejného typu, jako je tomu u běžného domu. Jsou zde spínaná a stmívaná svítidla, zásuvky, žaluzie, spínání zásuvek a spotřebičů. Samozřejmě v typickém rodinném domě by byly akční prvky zastoupeny ve větším počtu kusů než je tomu u výukového panelu, nicméně to nemá dopad na názornost vizualizace.

Nejprve jsem plánoval jednu vizualizaci, která bude ovládána ze stolního počítače. Když jsem ale nad vizualizací přemýšlel dále, tak mě napadlo, že v běžném provozu bude vizualizace běžící na stolním počítači využívána pouze zřídka. Důvodem je její neflexibilita. Abych mohl vyslat jakýkoliv příkaz do sběrnice, tak musím nejprve přijít k počítači (případně jej spustit), následně spustit program iRidium Control a teprve následně mohu zadávat příkazy prostřednictvím vizualizace.

Daleko flexibilnějším způsobem je používat tablet nebo chytrý telefon jako ovládacího prvku. Vzhledem k tomu, tato zařízení máme obvykle blíže než stolní počítač, tak stačí na nich spustit aplikaci i2 Control a můžeme vysílat příkazy přes sběrnici KNX.

Proto jsem se rozhodl vytvořit vizualizaci ve dvou variantách. První verze bude určena pro stolní počítače a druhá verze bude určena pro rychlé a pohodové ovládní prostřednictvím chytrého telefonu. Nicméně nic nebrání použití obou verzí i na jiných typech ovládacího panelu, protože vizualizace v systému iRidium je možno použít na jakémkoliv zobrazovacím zařízení, na kterém běží program iRidium i2 Control. Pouze může být problém s rozlišením (vizualizace zabírá jen příliš malou část plochy obrazovky, nebo na obrazovce není celá) nebo s orientací (vizualizace je na obrazovce pootočená). Oba problémy se ale dají vyřešit správným nastavením ve vlastnostech projektu.

5.7 Tvorba skupinových adres

Jednou z hlavních výhod ovládání sběrnice KNX prostřednictvím vizualizačního programu je to, že si mohou vytvořit a používat téměř neomezený počet ovládacích prvků. Proto jsem se při práci na projektu v programu ETS snažil vytvořit maximální počet skupinových adres tak, abych mohl samostatně ovládat jednotlivé funkce akčních prvků. Při tom jsem narazil na nepříjemné omezení týkající se počtu skupinových adres přiřaditelných k jednomu akčnímu prvku, o kterém budu mluvit později.

Pro lepší orientaci jsem při tvorbě projektu v programu ETS zvolil tříúrovňové skupinové adresy. Jejich nejvyšší úroveň přibližně odpovídá akčním prvkům. Níže je kompletní struktura skupinových adres:

0	<i>Světla</i>
0/0	<i>Spínané</i>
0/0/1	<i>Svítilno 1</i>
0/0/2	<i>Svítilno 2</i>
0/0/3	<i>Svítilno 3</i>
0/0/4	<i>Svítilno 4</i>
0/0/5	<i>Všechna spínaná svítidla</i>
0/1	<i>Stmívatelné</i>
0/1/0	<i>Svítilno 5 – spínání</i>
0/1/1	<i>Svítilno 6 – spínání</i>
0/1/2	<i>Svítilno 5 – stmívání</i>
0/1/3	<i>Svítilno 6 – stmívání</i>
0/1/4	<i>Svítilno 5 – nastavená hodnota</i>
0/1/5	<i>Svítilno 6 – nastavená hodnota</i>
0/1/6	<i>Svítilno 5 + 6 – spínání</i>
0/1/7	<i>Svítilno 5 + 6 – stmívání</i>
0/1/8	<i>Svítilno 5 + 6 – nastavená hodnota</i>
0/2	<i>Všechna světla</i>
0/2/0	<i>Všechna světla</i>
1	<i>Spotřebiče a zásuvky</i>
1/6	<i>Spotřebiče</i>
1/6/0	<i>Spotřebič 1</i>
1/6/1	<i>Spotřebič 2</i>
1/6/2	<i>Spotřebič 3</i>
1/6/3	<i>Spotřebič 4</i>
1/6/4	<i>Všechny spotřebiče</i>
1/7	<i>Zásuvky</i>
1/7/0	<i>Zásuvka 1 + 2</i>
2	<i>Žaluzie</i>
2/0	<i>Žaluzie – pootočení</i>
2/0/0	<i>Žaluzie 1</i>
2/0/1	<i>Žaluzie 2</i>
2/0/2	<i>Žaluzie 1 + 2</i>
2/1	<i>Žaluzie – posun</i>
2/1/0	<i>Žaluzie 1</i>
2/1/1	<i>Žaluzie 2</i>
2/1/2	<i>Žaluzie 1 + 2</i>
3	<i>Celkové ovládání</i>
3/0	<i>Celkové ovládání</i>
3/0/0	<i>Vše vypnout</i>
3/1	<i>Senzor pohybu/senzor osvětlení</i>
3/1/0	<i>Přepínání senzoru pohybu/snímače osvětlení</i>

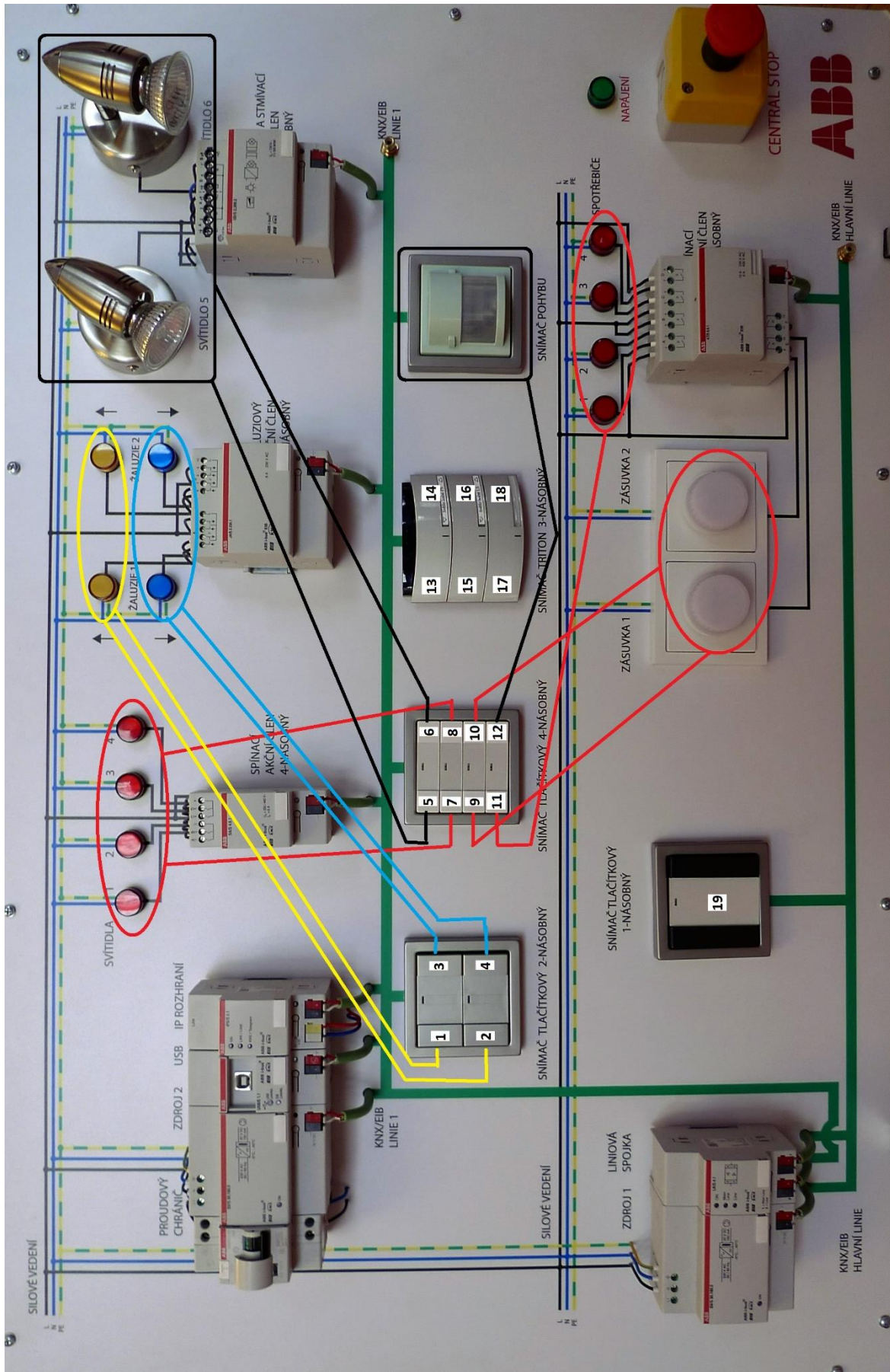
5.8 Vlastní programování sběrnice KNX v programu ETS

Primárně tuto úlohu v programu ETS tvořím pro ovládání prvků sběrnice KNX prostřednictvím vizualizace, ale ETS projekt jsem vytvořil tak, aby se výukový panel dal ovládat i prostřednictvím tlačítek či pohybového senzoru. Při tomto počtu skupinových adres je evidentní, že není možno tlačítka ovládat samostatně každou skupinovou adresu. Navíc jsem z důvodu demonstrování schopností systému KNX využil i možnosti uložit nastavené světelné scény v spínači Triton.

Další tlačítko jsem využil pro Central stop. Vzhledem k tomu, že u snímače pohybu/snímače intenzity osvětlení jsem chtěl využít obě funkce, tak jsem jedno tlačítko musel vyhradit na přepínání těchto funkcí. Na zbývající tlačítka jsem se snažil namapovat ovládání funkčních prvků tak, aby pokryly všechny významné funkce panelu.

Tab 4) Přiřazení funkcí k jednotlivým tlačítkům

Označení senzoru na schématu	Funkce senzoru
1, krátký stisk	Pootočení žaluzie 1 nahoru
1, dlouhý stisk	Vysunutí žaluzie 1 nahoru
2, krátký stisk	Pootočení žaluzie 1 dolů
2, dlouhý stisk	Spuštění žaluzie 1 dolů
3, krátký stisk	Pootočení žaluzie 2 nahoru
3, dlouhý stisk	Vysunutí žaluzie 2 nahoru
4, krátký stisk	Pootočení žaluzie 2 dolů
4, dlouhý stisk	Spuštění žaluzie 2 dolů
5, krátký stisk	Zapnutí svítidla 5 a 6
5, dlouhý stisk	Zvýšení intenzity světla 5 a 6
6, krátký stisk	Vypnutí svítidla 5 a 6
6, dlouhý stisk	Snížení intenzity světla 5 a 6
7	Zapnutí svítidel 1, 2, 3 a 4
8	Vypnutí svítidel 1, 2, 3 a 4
9	Zapnutí zásuvky 1 a 2
10	Vypnutí zásuvky 1 a 2
11	Přepínání zapnutí/vypnutí spotřebičů 1, 2, 3 a 4
12	Přepínání snímače pohybu/snímače intenzity osvětlení
13	Spuštění světelné scény 1
14	Spuštění světelné scény 2
15	Spuštění světelné scény 3
16	Spuštění světelné scény 4
17	Zapnutí testu funkcí
18	Vypnutí testu funkcí
19	Vypnout vše, vysunout žaluzie



Obr. 35) Označení tlačítek a schéma přiřazení funkcí

5.9 Funkce stavových diod u tlačítek

Ve všech tlačítkách jsou umístěny stavové diody, přičemž ke každým dvěma tlačítkům náleží jedna dioda. Výjimkou je tlačítko, které je na modulu samo (číslo 19, central stop), které má jednu diodu. Celkem je na výukovém panelu 10 diod.

Diody mohou mít buď funkci orientačního světla (červeného nebo zeleného), nebo se barva diody může měnit na základě hodnoty skupinové adresy.

Tab 5) Funkce stavových diod u jednotlivých tlačítek

Označení senzoru na schématu	Barva diody
1 – 2	Orientační světlo (zelená)
3 – 4	Orientační světlo (zelená)
5 – 6	Rozsvícená (zelená) nebo zhasnutá (červená) svítidla 5 a 6
7 – 8	Rozsvícená (zelená) nebo zhasnutá (červená) svítidla 1 až 4
9 – 10	Aktivované (zelená) nebo deaktivované (červená) zásuvky 1 a 2
11 – 12	Aktivované (zelená) nebo deaktivované (červená) spotřebiče 1 až 4
13 – 14	Bez funkce (zhasnuto)
15 – 16	Bez funkce (zhasnuto)
17 – 18	Bez funkce (zhasnuto)
19	Orientační světlo (červená)

5.10 Popis světelných scén

Světelné scény jsou funkce, která umožňuje jedním stiskem tlačítka ovládat několik spotřebičů. Typicky slouží pro nastavení osvětlení a aktivaci spotřebičů pro často se opakující situace.

Nastavení této funkce je v prostředí ETS poněkud komplikované. Pokud senzor (tlačítkový spínač) tuto funkci podporuje, tak při její aktivaci je vytvořeno několik virtuálních senzorů, které při aktivaci fyzického senzoru provedou zároveň nebo s definovanou prodlevou aktivaci virtuálních senzorů, přesněji pošlou definovanou hodnotu do skupinové adresy, ke které je přiřazeno virtuální tlačítko.

Tento způsob aktivace světelných scén má několik nepříjemných omezení:

- Maximální počet virtuálních tlačítek je omezen, v mém případě na 6. Neznamená to, že je možno ovládat pouze 6 akčních prvků (protože jedno virtuální tlačítko může být přiřazeno několika skupinovým adresám), pouze to omezuje počet různých hodnot, které mohou být odeslány do skupinových adres. Důvodem je to, že jedno virtuální tlačítko může odesílat jen jednu hodnotu.
- Prodleva mezi aktivací jednotlivých virtuálních tlačítek může být buď nulová, nebo pro všechna tlačítka stejná. Není například možno nejprve ve vteřinových intervalech zhasnout postupně všechna světla a až po dalších 10 vteřinách spustit televizi.

- V případě aktivace fyzického tlačítka je nutno aktivovat všechna virtuální tlačítka a vyslat odpovídající hodnotu do skupinové adresy. Není například možno při aktivaci jednoho fyzického tlačítka upravit umístění žaluzií a při aktivaci jiného tlačítka do žaluzií nijak nezasáhnout. Důsledkem této skutečnosti je to, že jsem musel u všech světelných scén první dvě funkce použít pro ovládání žaluzií, protože u světelné scény test chci aktivovat vysunutí i spuštění žaluzií a proto musím mít napárované ovládání žaluzií na dvě virtuální tlačítka, jedno na vysunutí a druhé na spuštění žaluzií.

Jak uvidíme v kapitole týkající se tvorby vizualizace v programu iRidium GUI Editor, tak ovládání sběrnice pomocí vizualizace všechny tyto nevýhody odstraňuje a pomocí vizualizace je možno velmi jednoduše definovat libovolné světelné scény s širokými možnostmi konfigurace.

Při programování jsem se snažil vytvořit jednotlivé světelné scény tak, aby odpovídaly scénám, které by byly použity ve skutečném rodinném domě. Níže je přesný popis aktivace jednotlivých světelných scén. Pro větší přehlednost jsem mezi aktivací skupinových adres nastavil pauzu 1,4 sekundy. Důvod, proč jsou první dva příkazy stejné, je popsán v posledním odstavci u omezení tvorby světelných scén.

5.10.1 Světelná scéna 1 (ráno)

- Vysunout žaluzie nahoru
- Vysunout žaluzie nahoru
- Vypnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 0 %
- Spotřebiče vypnout
- Zásuvky zapnout

5.10.2 Světelná scéna 2 (tlumené osvětlení večer)

- Spustit žaluzie dolů
- Spustit žaluzie dolů
- Vypnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 50 %
- Spotřebiče vypnout
- Zásuvky zapnout

5.10.3 Světelná scéna 3 (sledování filmu)

- Spustit žaluzie dolů
- Spustit žaluzie dolů
- Vypnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 0 %
- Spotřebiče zapnout
- Zásuvky zapnout

5.10.4 Světelná scéna 4 (sledování televize)

- Spustit žaluzie dolů
- Spustit žaluzie dolů
- Vypnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 30 %
- Spotřebiče zapnout
- Zásuvky vypnout

5.10.5 Světelná scéna 5 (test funkcí)

- Vysunout žaluzie nahoru
- Spustit žaluzie dolů
- Zapnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 50 %
- Spotřebiče zapnout
- Zásuvky zapnout

5.10.6 Světelná scéna 6 (vypnutí testu funkcí)

- Vysunout žaluzie nahoru
- Vysunout žaluzie nahoru
- Vypnout spínaná svítidla
- Stmívaná svítidla na 0 %
- Spotřebiče vypnout
- Zásuvky vypnout

5.11 Problém velkého počtu skupinových adres přiřazených k šestinasobnému akčnímu spínacímu členu

Řadový akční spínací člen šestinasobný ovládá na výukovém panelu zásuvky 1 a 2 a spotřebiče 1, 2, 3 a 4. Vzhledem k tomu, že jsem tento akční člen používal často, tak jsem po nějaké době zjistil, že je možno mu přiřadit maximálně 16 skupinových adres a to na všechny výstupy. Vzhledem k tomu, že má celkem 6 výstupů, tak je možno k jednomu výstupu přiřadit maximálně v průměru 2 – 3 skupinové adresy.

Vzhledem k tomu, že jednu adresu ke každému výstupu potřebuji na central stop, tak mi zbývalo jen málo skupinových adres na všechny zamýšlené funkce. Praktickým důsledkem tohoto omezení je to, že mi nezbyla možnost přiřadit další dvě skupinové adresy, každá pro jednu zásuvku a proto jsou obě zásuvky ovládány jednou skupinovou adresou. Toto je omezení, které není možno obejít ani ve vizualizaci a proto i ve vizualizaci není možno ovládat každou zásuvku samostatně.

5.12 Použití snímače přítomnosti (snímače pohybu/snímače intenzity osvětlení)

Součástí panelu je i snímač přítomnosti, který může fungovat jako snímač pohybu nebo jako snímač intenzity osvětlení. Tento prvek sice může v jednu chvíli poskytovat pouze jednu z těchto funkcí, ale umožňuje k sobě napárovat skupinovou adresu a na základě hodnoty této skupinové adresy je možno přepínat mezi oběma funkcemi. Je tedy možno jiným snímačem (typicky tlačítkem) přepínat mezi snímačem pohybu a snímačem intenzity osvětlení. V mém případě pro přepínání mezi snímačem pohybu nebo snímačem intenzity osvětlení slouží senzor číslo 12.

Snímač pohybu jsem nastavil tak, že při jeho aktivaci pohybem se spínaná svítidla 1, 2, 3 a 4 rozsvítí na 2,1 vteřiny a stmívatelná svítidla se rozsvítí na 100 % též na 2,1 vteřiny.

Snímač osvětlení umožňuje snímat osvětlení na stupnici 0 až 255, kde 0 je nejnižší osvit a 255 nejvyšší osvit. Když jsem programoval tento prvek v programu ETS, tak jsem automaticky předpokládal, že bude možno na základě intenzity osvětlení plynule regulovat stmívatelná svítidla 5 a 6. Ale až jsem měnil nastavení tohoto prvku a zkoušel jsem s panelem pracovat, tak se mi tohoto výsledku nikdy nepodařilo dosáhnout. Až po delší době jsem si uvědomil, že tuto funkci nepodporuje. Umožňuje pouze nastavit dvě hodnoty osvětlení, při kterých pošle do jedné skupinové adresy jednu či druhou hodnotu. Plynulé zasilání hodnot na základě aktuální hodnoty osvitu neumožňuje. Jediné, co umožňuje, je že zasláná hodnota může být buď vypnuto/zapnuto, nebo takzvaná hodnota EIS6, tedy hodnota v rozsahu 0 – 255.

Nakonec jsem snímač osvětlení nastavil tak, že pokud hodnota osvětlení klesne pod 10, tak stmívatelná svítidla 5 a 6 budou svítit na 100 % a pokud vystoupá nad 20, tak stmívatelná svítidla budou svítit na 30 %. Mezi těmito hodnotami je hystereze (necitlivost).

5.13 Ovládání programu iRidium GUI Editor

Nyní, když mám nachystán projekt v programu ETS s finální verzí skupinových adres, tak mohu pokračovat s tvorbou vizualizace. Jak jsem již psal, tak vizualizaci budu dělat ve dvou variantách – nejprve pro ovládání pomocí stolního počítače a následně pro ovládání prostřednictvím chytrého telefonu a tabletu. Postup tvorby vizualizace ale bude v obou případech stejný. Při tvorbě obou vizualizací jsem si ověřil, že nejlepší postup, který minimalizuje riziko úprav již dokončených částí, je tento:

- Vytvořit nový projekt a nastavit vlastnosti dle plánovaného zařízení
- Vytvořit vzhled vizualizace – vložit ovládací prvky, upravit jejich vzhled a stavy
- Importovat skupinové adresy z ETS projektu
- Vytvořit napojení na skupinové adresy a logiku ovládání

Důležitou součástí bodu 2, tedy tvorby vzhledu vizualizace, je návrh vlastní grafiky. Program iRidium GUI Editor nabízí několik šablon (témat), které je možno použít a vytvořit vizualizaci velmi rychle. Já jsem ale tuto možnost nevyužil a vytvořil jsem grafický styl zcela sám a to buď prostřednictvím jednoduchých grafických prvků přímo v programu iRidium GUI Editor, nebo prostřednictvím programů třetích stran. Konkrétní postup vzhledu je uveden u popisu tvorby obou variant.

5.14 Tvorba verze vizualizace pro použití v počítači (verze panel)

Moje představa o této vizualizaci byla taková, že uživatel pracující s touto vizualizací by měl mít pocit, že vidí před sebou skutečný panel. Jako každá vizualizace se bude skládat z částí, jejichž vzhled se nemění (většina plochy panelu, typicky je to alubondový panel, tlačítka, zdroje, liniové spojky a ostatní komponenty KNX sítě) a částí, jejichž vzhled se mění (svítidla a další zdroje světla, které imitují spotřebiče).

5.14.1 Tvorba vzhledu

Vzhledem k tomu, že tato vizualizace je určena pro zobrazení na počítačovém monitoru, tak jsem při zakládání nového projektu zvolil rozlišení Full HD (1920 x 1080 px) a orientaci na šířku.

Rozhodl jsem se vzhled částí, které se nemění, vložit do projektu jako bitmapu na pozadí a aktivní prvky vložit „na ni“. Základ bitmapy (alubondový panel s naznačenými vedeními kabelů a orientační značky pro umístění aktivních prvků) jsem vytvořil v programu LibreCAD, což je volně šiřitelný program pro vektorové rýsování, který je podobný AutoCADu. Následně jsem z tohoto programu vyexportoval pozadí jako bitmapu a v programu Malování (součást operačního systému Microsoft Windows 10 Pro) jsem do této bitmapy vložil fotky jednotlivých přístrojů sítě KNX a finální bitmapu jsem vložil do programu iRidium GUI Editor na pozadí.

Následně mě ještě napadlo vložit na pozadí fotku celého panelu. Překvapilo mě, že i tato verze vypadá v porovnání s verzí nakreslenou v programu LibreCAD poměrně dobře. Zatímco fotka více připomínala panel, verze z programu LibreCAD byla přehlednější. Rozhodl jsem se v programu iRidium GUI Editor udělat obě verze, neboť postup je stejný a i ovládací prvky jsou stejné, pouze mají trochu jinou velikost a umístění. Uživatel si bude moci vybrat z obou verzí a je na něm, kterou verzi upřednostní.

V dalším kroku jsem na pozadí v programu iRidium GUI Editor mapoval aktivní prvky, které bych rozdělil do dvou typů. První typ byly aktivní prvky, které neměnily svůj vzhled dle stavu skupinové adresy. Typicky jsou to tlačítka, které přebírají vzhled z pozadí a nemění jej, pouze při své aktivaci (kliknutí myši) vyšlou příkaz do skupinové adresy. Pro jejich tvorbu jsem použil ovládací prvek tlačítko (button), respektive v jednom případě trigger button (přepínací tlačítko), u kterých jsem ve vlastnostech nastavil průhlednost (color alpha channel na 0). Tento typ ovládacích prvků nemění svůj vzhled, a proto jim stačí jen jeden stav.

Druhou skupinou aktivních prvků jsou svítidla a LED žárovky, které imitují funkci spotřebičů. Tyto prvky jsem vždy tvořil jako tlačítka a vzhledem k tomu, že budou měnit svůj vzhled na základě stavu skupinové adresy, tam musejí mít dva stavy, přičemž jeden bude odpovídat zhasnutému a druhý stav bude odpovídat rozsvícenému svítidlu. Vzhled obou svítidel jsem vytvořil nafocněním svítidla na skutečném panelu v rozsvíceném i zhasnutém stavu, z fotky jsem vyjmul jen vlastní svítidlo a jako bitmapu jsem jej vložil jako obrázek (image) do tlačítka.

Vzhledem k tomu, že tlačítka jsou vždy čtvercová nebo obdélníková a většina svítidel má kruhový tvar, tak jsem musel v programu Paint.com nastavit průhlednost kolem kruhového tvaru svítidla. Docílil jsem toho vymazáním celého nového obrázku (ctrl-a, delete), vložením nepravidelného výstřížku z fotografie a uložením obrázku ve formátu png, který podporuje průhlednost. Před použitím fotografie v iRidium projektu jsem ještě musel obrázek vložit do

galerie v programu iRidium GUI Editor a po vložení do tlačítka k příslušnému stavu musím nastavit v Stretch and filtration proporciónální změnu velikosti obrázku dle velikosti tlačítka.

5.14.2 Nastavení napojení na skupinové adresy

Nejprve jsem v panelu Project device panel vložil celý ETS projekt, tím se mi do projektu vložily skupinové adresy jak pro příkazy (commands), tak i pro zpětnou vazbu (feedback).

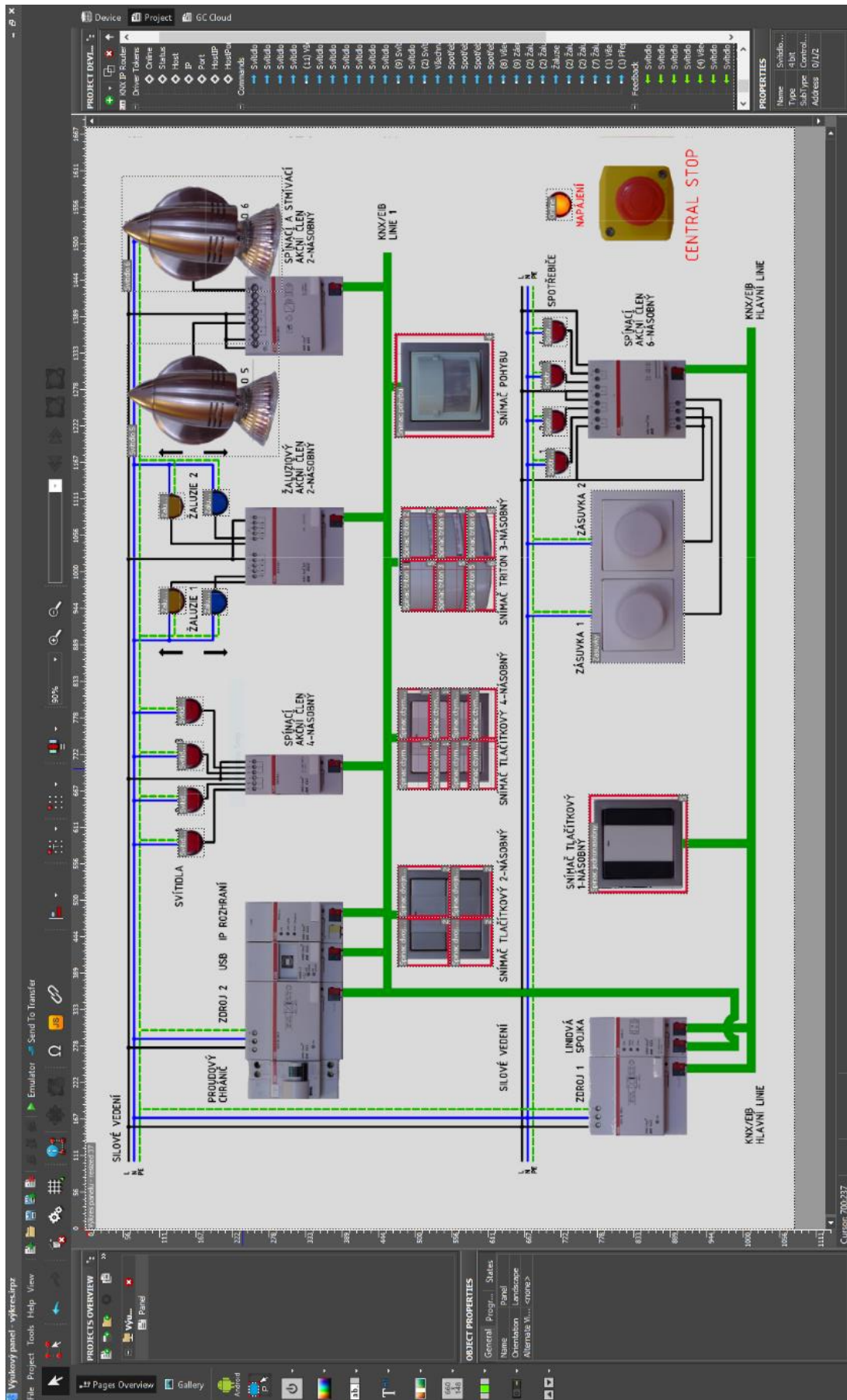
Aby výsledná vizualizace mohla pracovat s KNX sběrnici, tak je nutno nastavit v panelu Project device panel KNX IP router. Můžeme nastavit zejména IP adresu, port (standardně 3671), Reconnect time (dobu po které se bude vizualizace zkoušet připojit k panelu pokud se komunikace přeruší), Send time (dobu mezi zasláním jednotlivých příkazů, aby nedošlo k zahlcení sběrnice KNX) a Ping time (dobu po které bude vizualizace periodicky ověřovat, zda nedošlo k přerušení spojení).

Přiřazení skupinové adresy k ovládacímu prvku se dělá jednoduše – stačí přetáhnout skupinovou adresu z panelu Project device panel na příslušnou akci na panelu Programming. Je možno zvolit tyto akce:

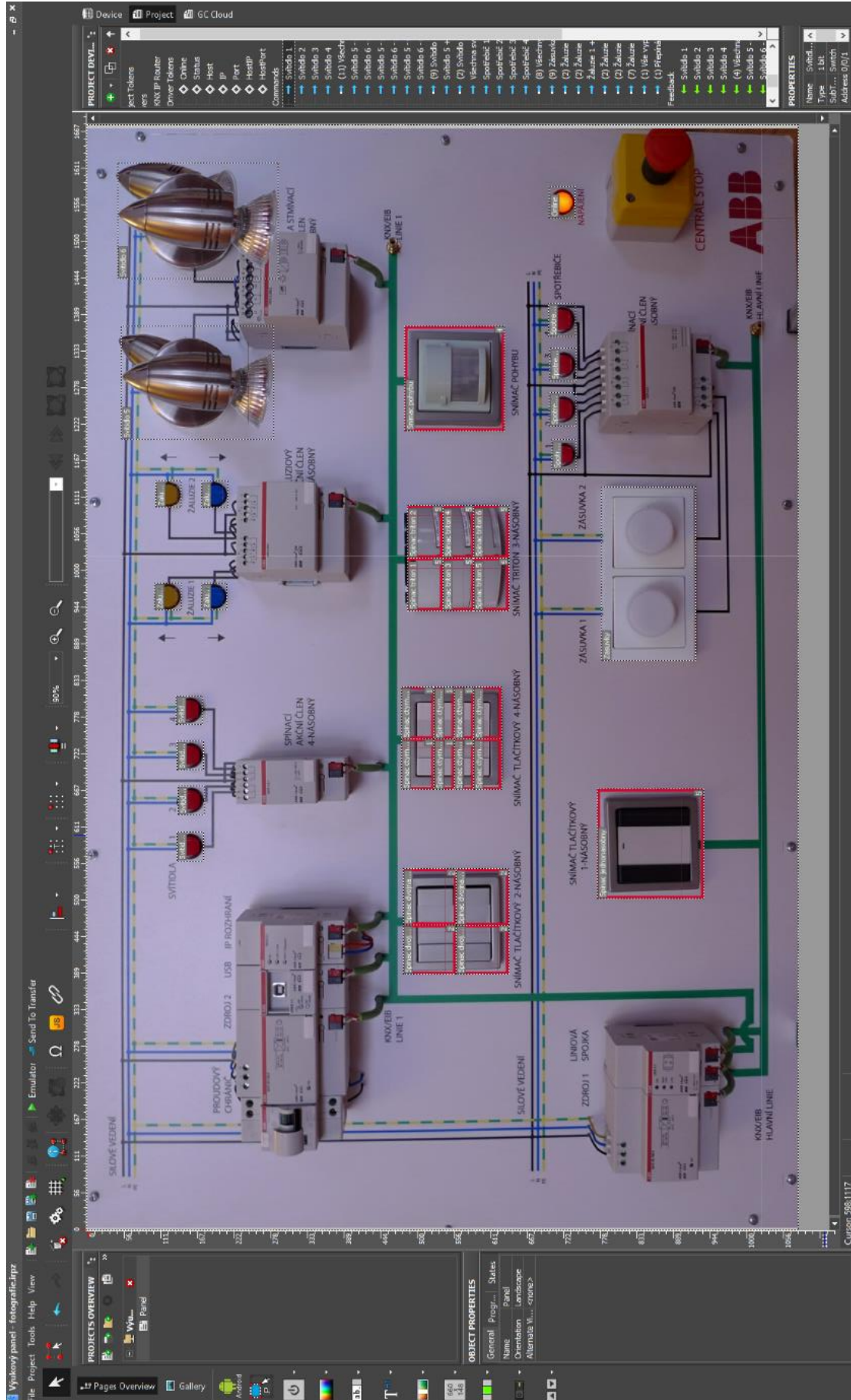
- Relations – slouží jen pro přiřazení k příkazu feedback a při změně skupinové adresy dojde ke změně stavu tlačítka
- Press – při aktivaci tlačítka dojde k vyslání příslušného příkazu do skupinové adresy
- Release – při povolení tlačítka dojde k vyslání příslušného příkazu do skupinové adresy
- Hold – při podržení tlačítka nastavitelnou dobu dojde k vyslání příslušného příkazu do skupinové adresy
- Move – při pohybu ovládacího prvku dojde k vyslání příslušného příkazu do skupinové adresy

K jednotlivým ovládacím prvkům je možno přiřadit i takzvané tokeny. Nejde přímo o skupinové adresy sběrnice KNX, ale o proměnné, které obsahují hodnoty související s připojením ke sběrnici KNX – například IP adresu a port KNX IP routeru a zejména zda je spojení ke KNX panelu úspěšně navázáno. Tohoto jsem využil a v mé vizualizaci je uživatel informován, zda je spojení s KNX panelem aktivní.

Přiřazení skupinových adres proběhlo bez problému, ale měl jsem problém u žaluzií. Na výukovém panelu při aktivaci vysunutí či spuštění žaluzií žaluziový akční člen po nějaké době vypne napájení pohonů, respektive na panelu dojde k zhasnutí LED žárovky. Nevěděl jsem, jak toto zhasnutí vizualizovat. Nakonec jsem to vyřešil tak, že jsem chování LED žárovky naprogramoval přímo v ovládacím tlačítku – při aktivaci tlačítka dojde nejprve k změně stavu LED žárovky a po nastavené době se stav změní zpět.



Obr. 36) Výsledná vizualizace ve variantě s obrázkem na pozadí



5.15 Tvorba verze vizualizace pro použití v chytrém telefonu (typ dálkové ovládání)

Tuto vizualizaci jsem vytvořil s myšlenkou ovládání sběrnice KNX a zobrazení jejího stavu na chytrém telefonu. Protože předpokládám, že mobilní telefon bude mít menší displej a menší výkon než stolní počítač, tak jsem se rozhodl, že při tvorbě nebudu používat bitmapy, ale pouze jednoduché barevné plochy a ovládací prvky budou větší a projekt tedy budu muset rozdělit na několik samostatných obrazovek. Též jsem se chtěl při tvorbě této vizualizace výrazněji odlišit od grafického stylu předchozí verze.

5.15.1 Tvorba vzhledu

Vzhledem k tomu, že mobilní telefon se používá na výšku, tak i mou vizualizaci vytvořím na výšku. Cílové zařízení, na kterém budu vizualizaci zkoušet, je mobilní telefon Apple iPhone 6 plus, jehož rozlišení displeje je 1080 x 1920 px, což bude i rozlišení mého projektu. Shodou okolností je rozlišení stejné jako u první verze, pouze orientace je jiná.

Vzhledem k tomu, že se ovládací prvky nevejdou na jednu obrazovku, tak jsem pro ovládání vytvořil tyto obrazovky:

- Základní obrazovka sloužící jako rozbočovač a pro zobrazení stavu připojení ke sběrnici KNX
- Svítidla a světelné scény
- Žaluzie
- Zásuvky a spotřebiče

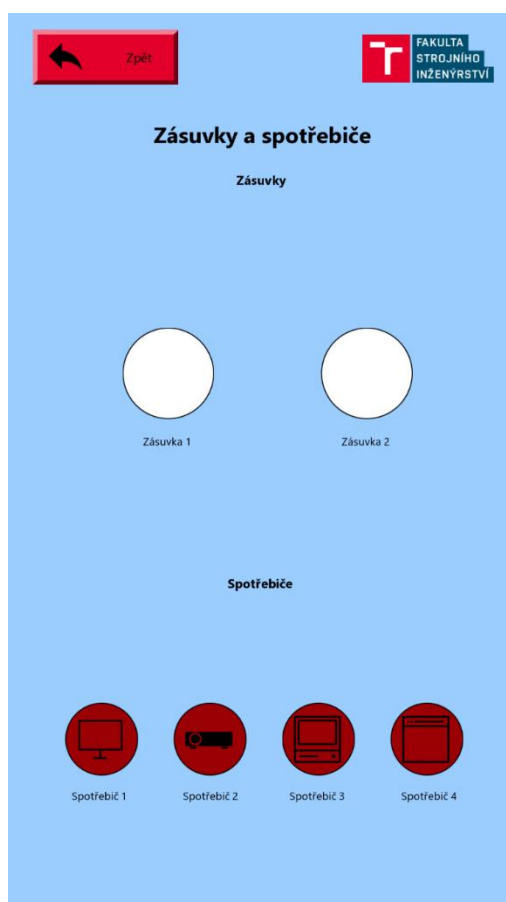
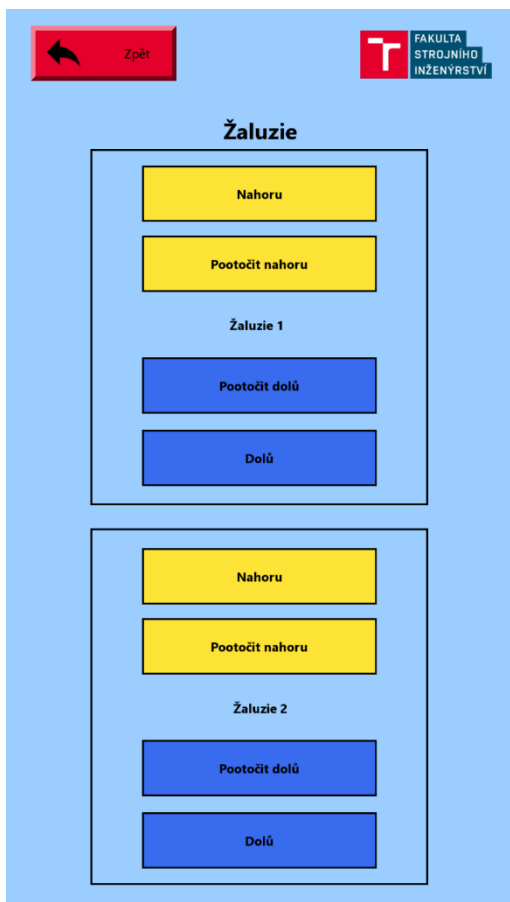
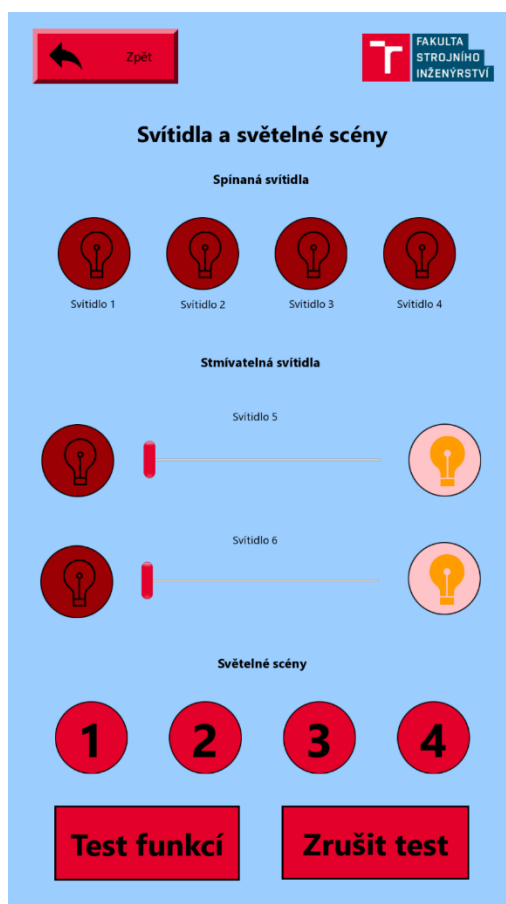
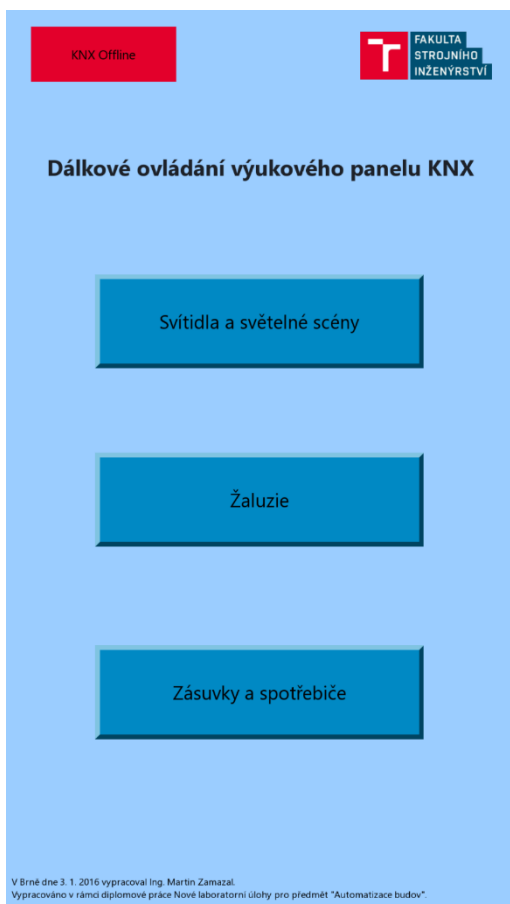
Jako ovládací prvky jsem použil tlačítka (button) a to buď kruhového, nebo obdélníkového tvaru. Abych u tlačítek docílil kruhového tvaru, tak jsem v nastavení ovládacího prvku použil orámování (Border).

U tlačítek, která ovládají osvit stmívatelných svítidel, jsem použil ovládací prvek úroveň (Level).

Některá tlačítka jsem popsal textem, u jiných jsem upřednostnil ikonu. Původně jsem chtěl použít jednoduché schématické obrázky, ale našel jsem lepší způsob. Součástí programového balíku iRidium je i několik sad fontů, které neobsahují klasická písmena, ale jednoduchá schémata související s domovní automatizací. Stačilo tedy do ovládacího prvku napsat příslušné písmeno, změnit font a ovládací prvek obsahoval jednoduchou ikonu. S touto ikonou se dá pracovat jako s jakýmkoliv jiným textem, dá se zvětšovat její velikost, případně zarovnávat vodorovně i svisle. Je samozřejmě možné jako u všech ovládacích prvků přiřadit ovládacímu prvku v každém stavu zcela jiný vzhled, a to včetně ikony.

5.15.2 Nastavení napojení na skupinové adresy

Princip napojení na skupinové adresy je stejný jako u předchozí verze, kde již byl dostatečně popsán. Pouze některé ovládací tlačítka neobsahují propojení se sběrnici KNX, ale slouží k přepínání obrazovek. Toto se nastavuje v části Programming, kde stačí u příslušné akce nastavit zobrazení stránky (Show page).



5.16 Výuková videa

Pro základní seznámení s vizualizačním balíkem iRidium jsem vytvořil několik videí, které je možno použít i při výuce. Všechna videa jsou dostupná na portálu YouTube, odkazy na jednotlivé části jsou uvedeny níže:

- Základní informace o softwarovém balíku iRidium
 - <https://www.youtube.com/watch?v=xrBOsJNMbQ8>
- iRidium GUI Editor - základy ovládání
 - <https://www.youtube.com/watch?v=1yaILwIJZ5M>
- iRidium GUI Editor - ovládací prvky a připojení na sběrnici KNX
 - https://www.youtube.com/watch?v=d-trPKrim_c

6 VÝUKOVÝ PANEL OSVĚTLENÍ

Jak jsem již nastínil v kapitole 1 Úvod, tak při výuce předmětu Automatizace budov je vhodné, aby se studenti seznámili nejenom s pokročilou automatizací budov, ale i se základy. Tyto základy možná nejsou tak komplikované, ale o to více jsou používané a studenti by se s nimi při svém studiu měli seznámit. Jedním z těchto základů je ovládání osvětlení v budovách za použití domovních vypínačů různého řazení. Jako vhodná forma pomůcky pro použití ve výuce je panel, na kterém by bylo umístěno několik vypínačů různého řazení, zdroj elektřiny a zdroj světla. Studenti by mohli zkoušet různá propojení prvků na panelu a tím by poznali, jak vypínače různého řazení fungují.

6.1 Požadavky na výukový panel

Jedním ze základních požadavků na výukový panel je to, aby použité domovní vypínače pokrývaly všechna běžná použití. Aby byl tento požadavek splněn, tak byly použity vypínače těchto řazení:

Tab 6) Použitá řazení vypínačů

Řazení	Funkce
Řazení 1/0 + 1/0	dvojitý zapínací tlačítkový ovladač
Řazení 2	dvoupólový vypínač
Řazení 5	sériový přepínač (lustrový spínač)
Řazení 6 + 6	dvojitý střídavý přepínač
Řazení 7	křížový přepínač

Byly zvoleny vypínače firmy ABB v bezšroubovém provedení. Důvodem byl dobrý poměr výkon/cena a bezšroubové provedení nabízí rychlejší montáž. Jako kryt byla zvolena varianta Tango v bílé barvě.

Dalším prvkem panelu jsou svítidla. Byla zvolena varianta LED svítidel bílé barvy, které jsou určena pro zabudování do panelu. Aby bylo možno panel použít i k složitějším úlohám, tak budou do panelu osazeny dva kusy svítidel.

Pro napájení panelu jsem použil napájecí zdroj SIEMENS o napětí 24 V, typ LOGO!Power. Tento zdroj je určen pro montáž na DIN lištu, a proto jsem panel doplnil DIN lištou délky 30 cm. Kromě zdroje je možno tuto DIN lištu použít pro osazení dalších komponent.

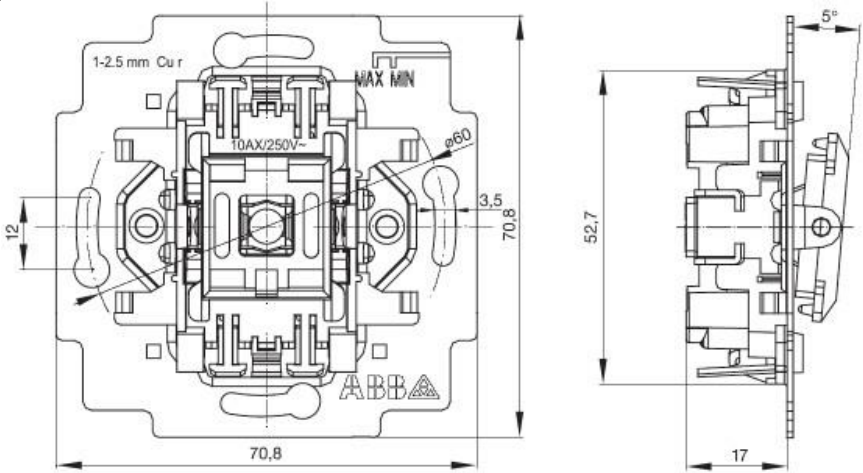
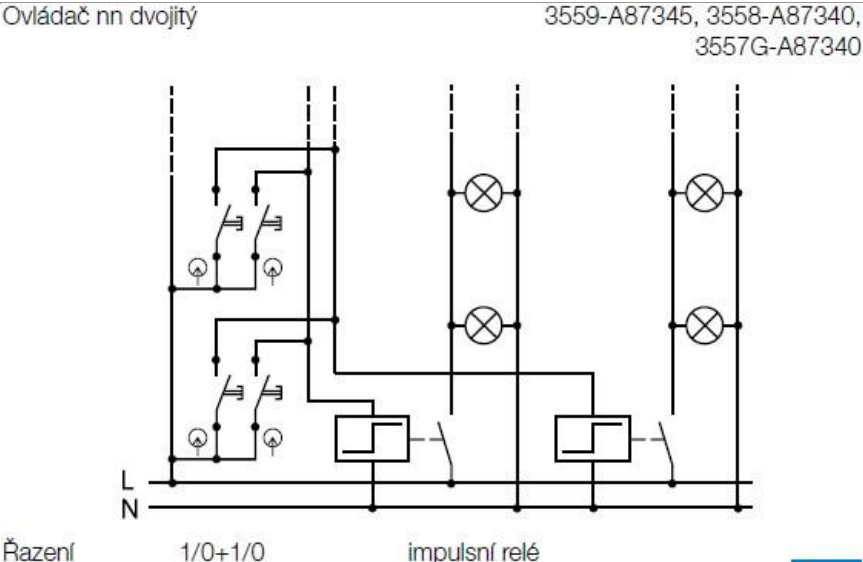
Na DIN lištu jsem též osadil multifunkční relé CRM-91H od firmy ELKO, které bude sloužit pro ovládání složitějších úloh.

Pro propojení jednotlivých komponent slouží panelové zdířky, které jsou propojeny měřicími šňůrami s banánky 2 mm. Pro napojení panelových zdířek k jednotlivým komponentám jsem použil kabel 2,5 mm² doplněný fastonem na kabel.

6.2 Technický popis jednotlivých komponent panelu.

6.2.1 Přístroj ovládače zapínacího dvojitého

Tab 7) Technický popis přístroje ovládače zapínacího dvojitého [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3559-A87345
Celý název	Přístroj ovládače zapínacího dvojitého
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Řazení 1/0 + 1/0 10 A, 250 V AC Upevnění šrouby. Bezšroubové svorky (pro vodiče 1-2,5 mm ²). Doutnavku nelze použít.
Cena v době nákupu	104,69 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	
Typické schéma zapojení	<p>Ovládač nn dvojitý 3559-A87345, 3558-A87340, 3557G-A87340</p>  <p>Řazení 1/0+1/0 impulsní relé</p>

6.2.2 Přístroj spínače dvojpólového

Tab 8) Technický popis přístroje spínače dvojpólového [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3559-A02345
Celý název	Přístroj spínače dvojpólového
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Řazení 2 10 AX, 250 V AC Upevnění šrouby. Bezšroubové svorky (pro vodiče 1-2,5 mm ²). Doutnavka ani LED není součástí spínače.
Cena v době nákupu	92,98 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	
Typické schéma zapojení	

6.2.3 Přístroj přepínače sériového

Tab 9) Technický popis přístroje přepínače sériového [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3559-A05345
Celý název	Přístroj přepínače sériového
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Řazení 5 10 AX, 250 V AC Upevnění šrouby. Bezšroubové svorky (pro vodiče 1-2,5 mm ²). Doutnavku lze použít pouze ve spojení s krytem designové řady Neo®.
Cena v době nákupu	97,73 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	
Typické schéma zapojení	

6.2.4 Přístroj přepínače střídavého dvojitého

Tab 10) Technický popis přístroje přepínače střídavého dvojitého [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3559-A52345
Celý název	Přístroj přepínače střídavého dvojitého
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Řazení 6 + 6 Vestavná hloubka: 25 mm 10 AX, 250 V AC Upevnění šrouby. Bezšroubové svorky (pro vodiče 1-2,5 mm ²). Doutnavku nelze použít.
Cena v době nákupu	126,28 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	
Typické schéma zapojení	

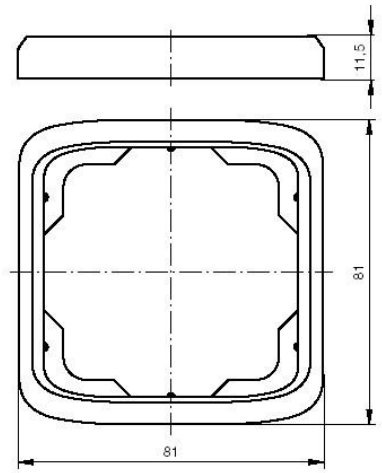
6.2.5 Přístroj přepínače křížového

Tab 11) Technický popis přístroje přepínače křížového [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3559-A07345
Celý název	Přístroj přepínače přepínače křížového
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	<p>Řazení 7</p> <p>10 AX, 250 V AC</p> <p>Upevnění šrouby.</p> <p>Bezšroubové svorky (pro vodiče 1-2,5 mm²).</p> <p>Je-li ve spínači osazena orientační doutnavka nebo LED tak, že je zapojena v sérii s úsporným světelným zdrojem (např. kompaktní zářivka nebo LED), může docházet k jeho blikání.</p> <p>Doutnavka ani LED není součástí spínače.</p>
Cena v době nákupu	113,14 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	
Typické schéma zapojení	

6.2.6 Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný

Tab 12) Technický popis rámečku pro elektroinstalační přístroje, jednonásobného [22]

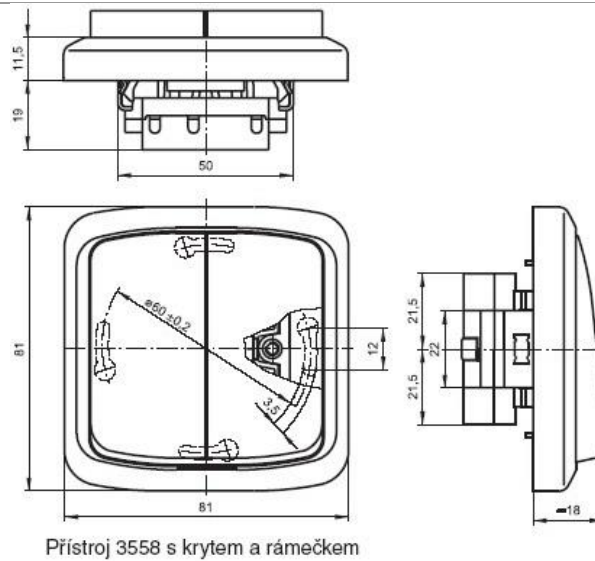
Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3901A-B10 B
Celý název	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Design Tango. Barva bílá.
Cena v době nákupu	17,21 Kč včetně DPH
Počet na panelu	5 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.7 Kryt spínače kolébkového

Tab 13) Technický popis krytu spínače kolébkového [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3558A-A651 B
Celý název	Kryt spínače kolébkového
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Kryt spínače se dodává s přídržnou deskou pro upevnění k přístroji spínače. Design: Tango® Barva bílá.
Cena v době nákupu	27,45 Kč včetně DPH
Počet na panelu	2 ks

Vyobrazení či
fotografie



Přístroj 3558 s krytem a rámečkem

6.2.8 Kryt spínače kolébkového dělený

Tab 14) Technický popis krytu spínače kolébkového děleného [22]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	3558A-A652 B
Celý název	Kryt spínače kolébkového dělený
Výrobce	ABB s.r.o.
Technické vlastnosti	Kryt spínače se dodává s přídržnou deskou pro upevnění k přístroji spínače. Design: Tango® Barva bílá.
Cena v době nákupu	34,78 Kč včetně DPH
Počet na panelu	3 ks
Vyobrazení či fotografie	<p>Přístroj 3558 s krytem a rámečkem</p>

6.2.9 Krabice přístrojová KP 68/2 KA Kopos

Tab 15) Technický popis krabice přístrojové KP 68/2 KA Kopos [23]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	KP 68/2 KA
Celý název	Krabice přístrojová KP 68/2 KA Kopos
Výrobce	KOPOS KOLÍN a.s.
Technické vlastnosti	<p>Materiál: PVC</p> <p>Samozhášivý materiál: 30 sec.</p> <p>Jmenovité napětí: $U_n < 400 \text{ V}$</p> <p>Jmenovitý proud: $I_n < 16 \text{ A}$</p> <p>Teplotní odolnost, rozsah použití: $T -5 - 60 \text{ °C}$</p> <p>Zkouška žhavou smyčkou: 850 °C</p> <p>Průměr: 73 mm</p> <p>Hloubka: 30 mm</p> <p>Průměr frézovaného (vrtaného) otvoru: 80 mm</p> <p>Popis:</p> <p>Možnost spojení v souvislou řadu s roztečí 71 mm. Doporučeno spojovat až 3 krabice v jedné řadě. Krabice lze spojovat s krabicemi KU 68-1901, KP 68 a KPR 68. Umožňuje montáž elektroinstalace v tenkých příčkách.</p> <p>Třída reakce na oheň: A1 - D</p> <p>Rozteč při spojení dvou krabic: 71 mm</p> <p>Umožňuje montáž dvojzásuvky: ano</p> <p>Odpovídá normám: ČSN EN 60 670-1</p>
Cena v době nákupu	6,17 Kč včetně DPH
Počet na panelu	5 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.10 DIN lišta PR-TS 35 0,3M

Tab 16) Technický popis DIN lišty PR-TS 35 0,3M [24]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	PR-TS35D300SZ
Celý název	DIN lišta PR-TS 35 0,3M
Výrobce	WIELAND ELECTRIC
Technické vlastnosti	rozměr je 35 x 7,5 plná, délka 30cm, pozinkovaná
Cena v době nákupu	39 Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.11 Zdířka panelová 2mm červená, 24.102.1

Tab 17) Technický popis zdířky panelové 2mm červené, 24.102.1 [24]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	24.102.1
Celý název	Zdířka panelová 2mm červená, 24.102.1
Výrobce	-
Technické vlastnosti	Napětí AC/DC 30/60 V Proud 6 A Přechodový odpor 5 mOhm Průměr zdířky 2 mm Typ zdířka

	Typ připojení faston Počet zdírek 1 Průměr montážního otvoru 6 mm Barva červená Materiál kontaktu poniklovaná mosaz
Cena v době nákupu	12 Kč včetně DPH
Počet na panelu	35 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.12 Faston na kabel FZK 2,8x0,8 modrý PL 1,5-2,5mm², KSS


Tab 18) Technický popis Fastonu na kabel FZK 2,8x0,8 modrý PL 1,5-2,5mm² [24]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	LV2-3A8
Celý název	Faston na kabel FZK 2,8x0,8 modrý PL 1,5-2,5mm ² , KSS
Výrobce	KSS
Technické vlastnosti	Rozměr kontaktu 2,8 x 0,8 mm Průřez kabelu 1,5 - 2,5 mm ² Odbočka ne Izolace plastový límec Barva modrá Typ připojení lisovací Materiál CuZnSn Zámek ne Typ zásuvka

Cena v době nákupu	1,5 Kč včetně DPH
Počet na panelu	45 ks
Vyobrazení či fotografie	

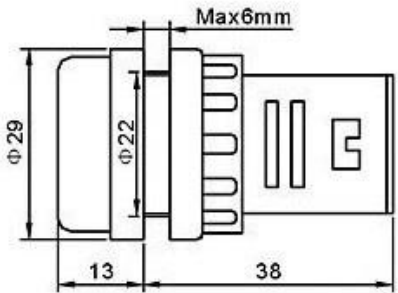
6.2.13 Měřicí šňůra červená 50cm, 22.050

Tab 19) Technický popis měřicí šňůry červené 50 cm, 22.050 [24]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	22.050.1.G.050
Celý název	Měřicí šňůra červená 50cm, 22.050
Výrobce	-
Technické vlastnosti	Měřicí šňůra červená 50 cm, izolace PVC, 2 mm banánky, 30VAC/60VDC, 10A.
Cena v době nákupu	Zapůjčeno FSI VUT
Počet na panelu	8 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.14 DC 24V 22mm bílá LED žárovka


Tab 20) Technický popis DC 24V 22 mm bílé LED žárovky [25]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	-
Celý název	DC 24V 22mm White LED Power Indicator Signal Light
Výrobce	-
Technické vlastnosti	Průměr otvoru: 22mm Maximální proud: 18 A Svítivost $\geq 100\text{cd/m}^2$ Odpor: $\geq 2\text{M}\Omega$ Životnost ≥ 30000 h Krytí hlavy: IP65 Napětí: DC 24V
Cena v době nákupu	2,8 \$ / 5 ks
Počet na panelu	2 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.15 Spínaný zdroj SIEMENS 6EP1331-1SH02

Tab 21) Technický popis spínaného zdroje SIEMENS 6EP1331-1SH02 [26]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	6EP1331-1SH02
Celý název	Spínaný zdroj SIEMENS 6EP1331-1SH02
Výrobce	SIEMENS
Technické vlastnosti	Typ zdroje: spínaný Výkon: 31.2W Výstupní napětí 24V DC Výstupní proud 1.3 A

	<p>Napájecí napětí: 85...264V AC Elektrické připojení: svorkovnice Montáž: DIN Stupeň krytí: IP20 Vnější rozměry: 54 x 90 x 55mm Hmotnost: 170g Pracovní teplota: -20...55°C</p>
Cena v době nákupu	Zapůjčeno FSI VUT
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.2.16 Časové relé - CRM-91H

Tab 22) Technický popis časového relé - CRM-91H [27]

Vlastnost výrobku	Hodnota vlastnosti
Výrobní označení	CRM-91H
Celý název	Časové relé - CRM-91H
Výrobce	ELKO EP, s.r.o.

Technické vlastnosti	univerzální napájecí napětí AC/DC 12 - 240 V nebo AC 230 V výstupní kontakt: CRM-91H: 1x přepínací 16 A stav výstupu indikuje multif. červená LED, která bliká nebo svítí v závislosti na stavu výstupu v provedení 1-MODUL, upevnění na DIN lištu
Cena v době nákupu	735,- Kč včetně DPH
Počet na panelu	1 ks
Vyobrazení či fotografie	

6.3 Návrh výukového panelu

Při návrhu výukového panelu jsem se snažil, aby jeho prvky byly na jeho ploše rovnoměrně rozděleny. Proto jsem je rozdělil do jednotlivých skupin:

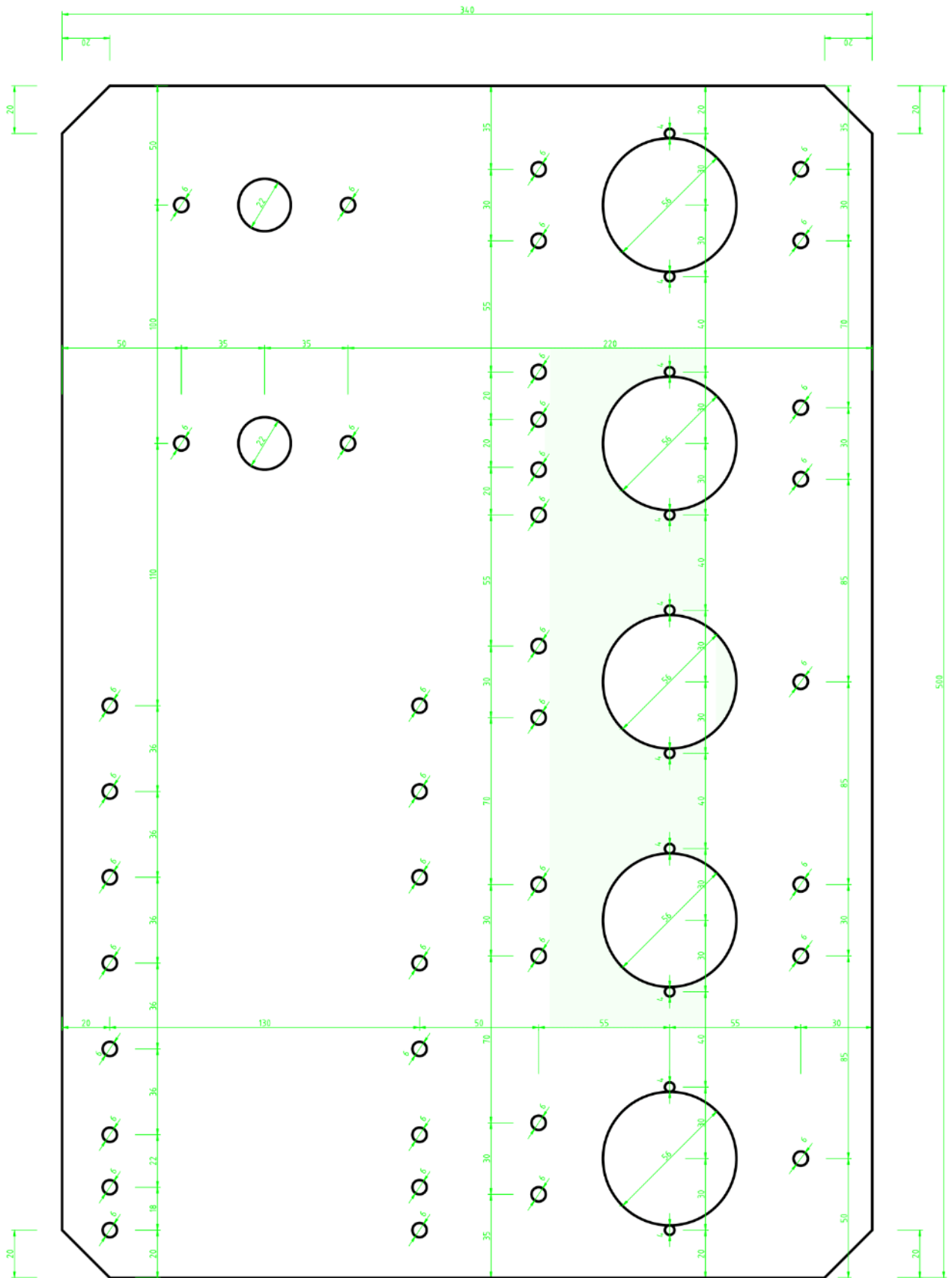
- Spínače
- Žárovky
- DIN lišta a prvky na ní osazené

Vzhled panelu, otvory pro namontování ovládacích a zobrazovacích prvků a otvory pro vstup konektorů jsem namodeloval opět v programu LibreCAD. Z důvodu napojení prvků umístěných na DIN liště jsem nad a pod umístěním DIN lišty nechal vyrobít několik otvorů. Na základě výsledného výkresu jsem nechal vyrobít podkladní desku z materiálu Alubond.

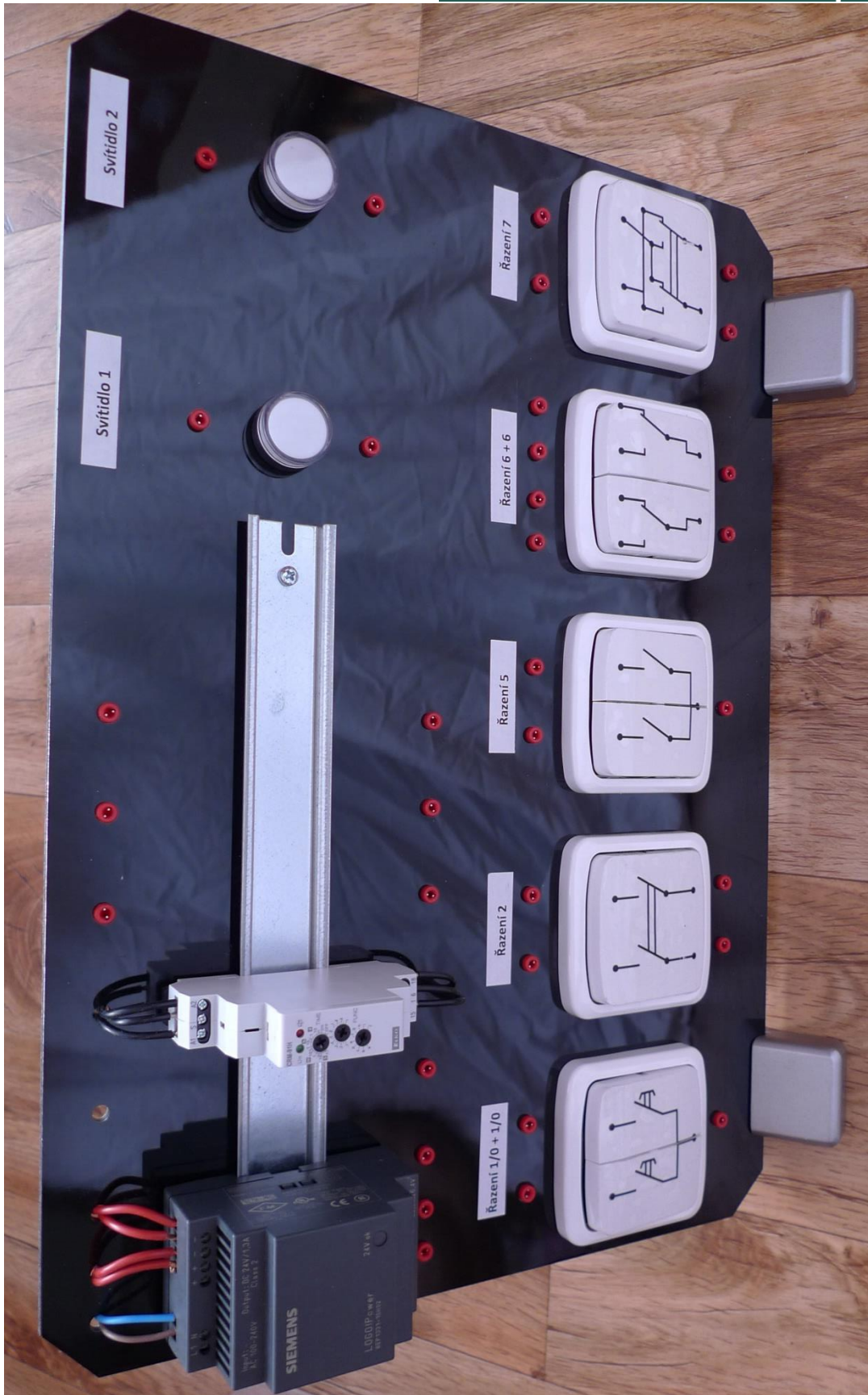
Alubond je obchodní označení pro kompozitní sendvičový materiál o tloušťce 4 mm, který je tvořen jádrem z Polyetylenu, na které jsou z obou stran nanášeny hliníkové fólie s povrchovou úpravou. Výhodou tohoto materiálu je vysoká tuhost při zachování nízké hmotnosti a příznivé ceně. Pro mé účely je výhodou i jeho snadná opracovatelnost.

Pro propojení kabelů se zdírkami jsem použil fastony, neboť na rozdíl od šroubovaného nebo pájeného spoje umožňují jednodušší rozebíratelnost spoje.

Pro popis komponent jsem použil papírové štítky s vytištěným textem a nalepil jsem je na příslušná místa panelu. Z důvodu nedostatku místa jsem schémata zapojení jednotlivých spínačů vytiskl na průhlednou fólii a nalepil jsem je přímo na spínače.



Obr. 39) Výkres podkladu panelu



Obr. 40) Dokončený panel

7 VÝUKOVÉ PŘÍKLADY

7.1 První příklad

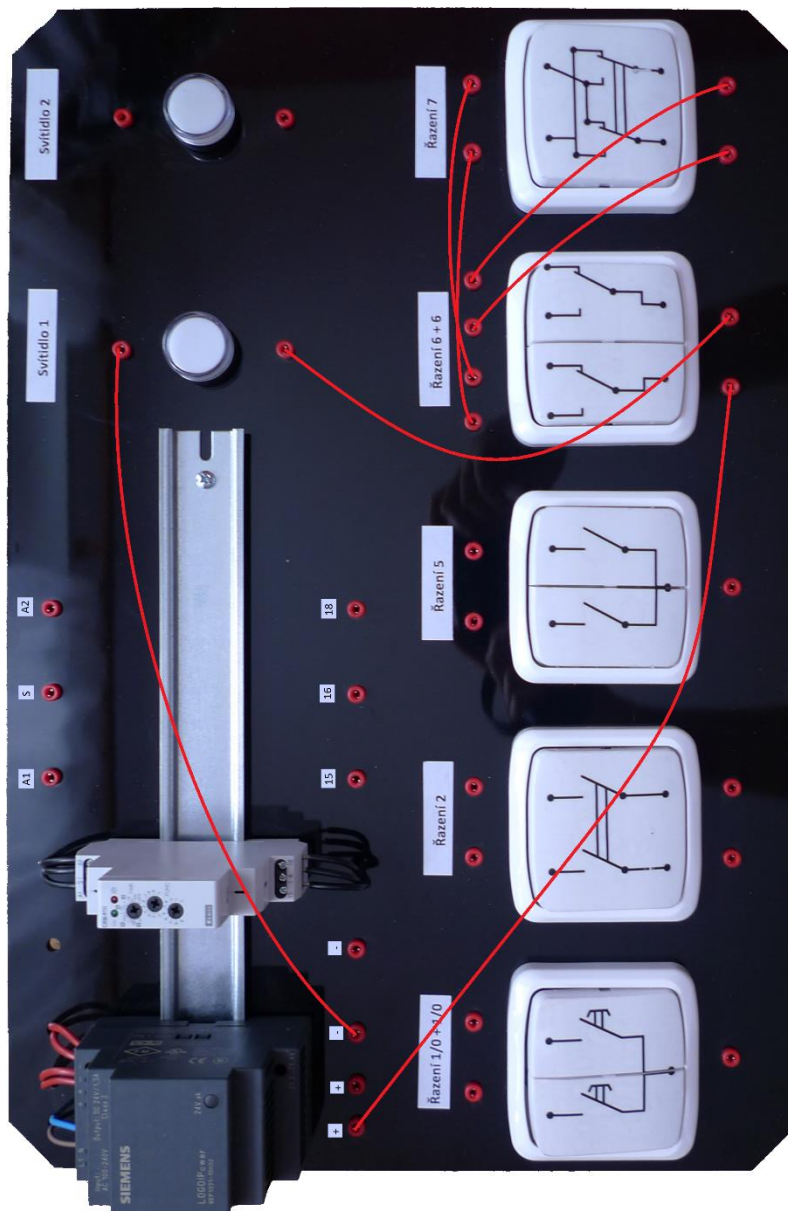
7.1.1 Zadání

Použijte správné komponenty a propojte je tak, abyste třemi různými spínači ovládali jedno svítidlo. Při každé změně stavu libovolného spínače musí dojít ke změně stavu svítidla (zhasnuto/rozsvíceno).

7.1.2 Použité komponenty

Zdroj, spínač řazení 6+6, spínač řazení 7, svítidlo (1 nebo 2)

7.1.3 Řešení



Obr. 41) Řešení prvního příkladu

7.2 Druhý příklad

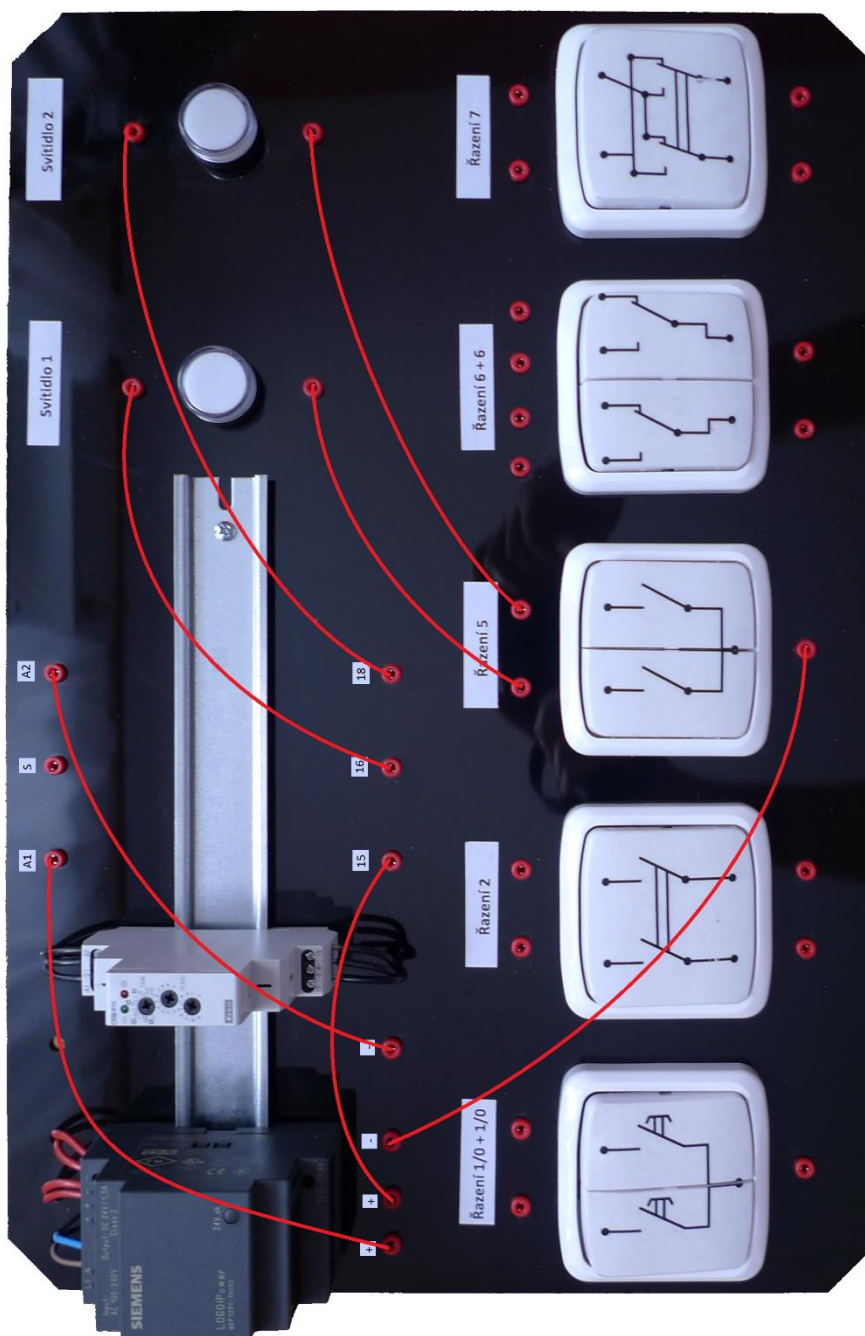
7.2.1 Zadání

Použijte správné komponenty a jejich propojení tak, abyste za použití multifunkčního relé cyklicky rozsvěcovali a zhasínali obě svítidla a to tak, aby v jednu chvíli svítilo pouze jedno svítidlo. Použijte jeden ze spínačů tak, aby bylo možno jedno svítidlo (nebo i obě) vypnout, aniž by to ovlivnilo druhé svítidlo.

7.2.2 Použité komponenty

Zdroj, multifunkční relé (funkce c), spínač řazení 5, svítidlo 1, svítidlo 2

7.2.3 Řešení



Obr. 42) Řešení druhého příkladu

7.3 Třetí příklad

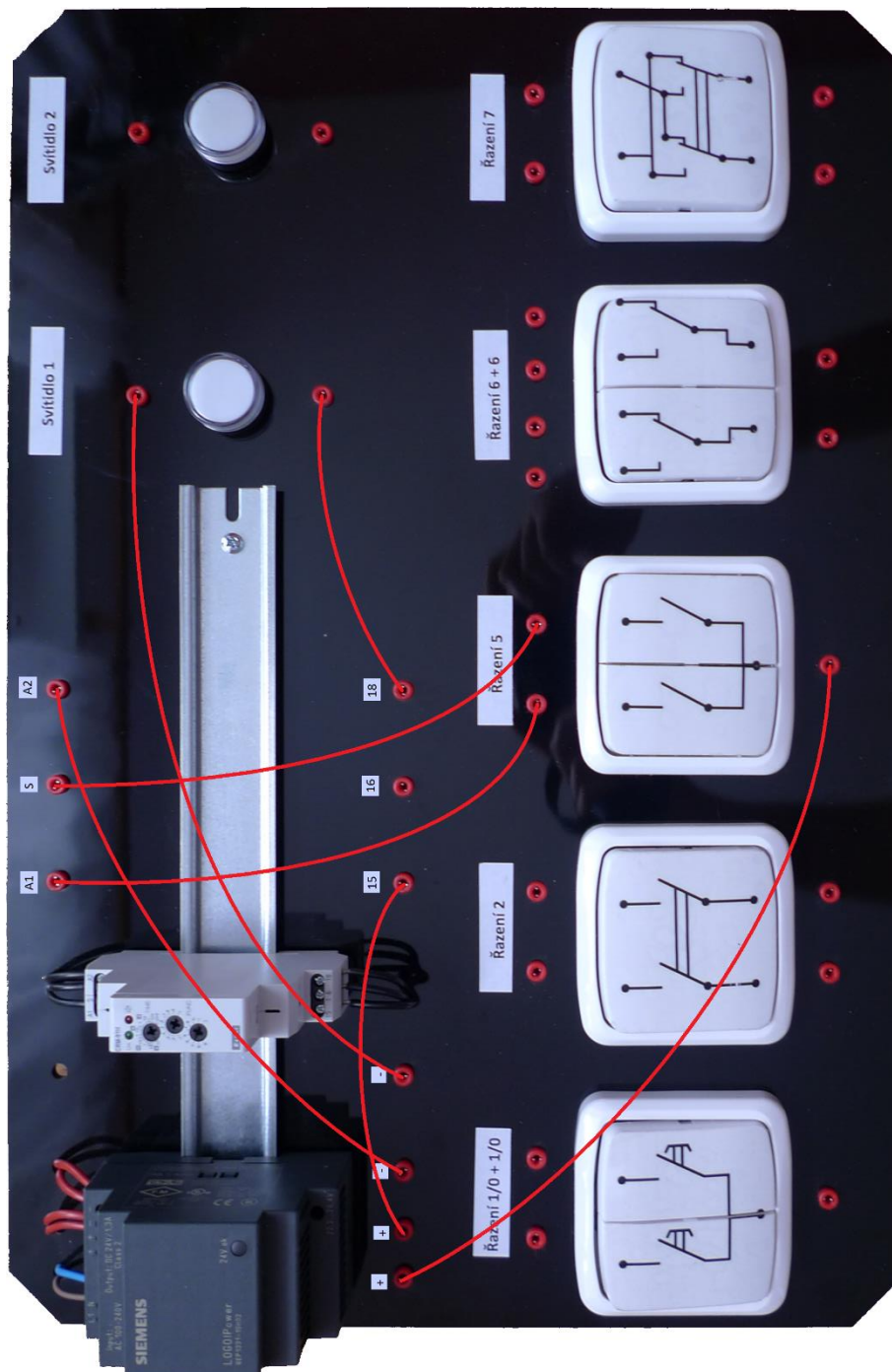
7.3.1 Zadání

Použijte správné komponenty a jejich propojení tak, abyste při každém sepnutí spínače změnili stav svítidla (změnili stav ze zhasnuto na rozsvíceno, nebo z rozsvíceno na zhasnuto). Použijte multifunkční relé

7.3.2 Použité komponenty

Zdroj, multifunkční relé (funkce i), spínač řazení 5, svítidlo 1 nebo 2

7.3.3 Řešení



Obr. 43) Řešení třetího příkladu

8 ZÁVĚR

Vizualizaci sběrnice KNX ve všech verzích jsem vytvořil v programu iRidium GUI Editor a po přenesení do programu iRidium i2 Control prostřednictvím programu iRidium Transfer se mi podařilo spojit se s výukovým panelem KNX. Vizualizace byla plně funkční a umožňovala ovládat výukový panel a věrohodně zobrazovat jeho stav.

Výukový panel osvětlení, který jsem navrhl a vyrobil v druhé části mé diplomové práce, je též plně funkční. Vytvořil jsem pro něj i několik vzorových úloh, na kterých jsem ověřil, že panel splňuje svůj účel.

Jak vizualizace sběrnice KNX prostřednictvím programu iRidium, tak i výukový panel osvětlení, jsou vhodnými doplňky předmětu „Automatizace budov“.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KNX [online]. online: KNX Association cvba, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: knx.org
- [2] KNX System Specifications: Architecture. In: KNX [online]. online: KNX Association, 2013 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: knx.org
- [3] KNX Communication. In: KNX [online]. online: KNX Association, [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.knx.org/fileadmin/template/documents/downloads_support_menu/KNX_tutor_seminar_page/basic_documentation/Communication_E1212a.pdf
- [4] Interworking. In: KNX [online]. online: KNX Association, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.knx.org/fileadmin/template/documents/downloads_support_menu/KNX_tutor_seminar_page/Advanced_documentation/05_Interworking_E1209.pdf
- [5] Vypínače světelných obvodů. In: ElektriKa.cz [online]. online: ElektriKa.info s.r.o., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://kutil.elektrika.cz/jaky-material/elektromechanicke-spinace-svetelných-obvodu-1>
- [6] Gira HomeServer. Gira [online]. online: Gira, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.gira.com/cs_CZ/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/homeserver.html
- [7] CUBEVISION MODULE. BAB TECHNOLOGIE [online]. online: BAB TECHNOLOGIE GmbH, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.bab-tec.de/index.php/cubevision-module.html>
- [8] TheServa S110. Theben [online]. online: Theben AG, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.theben.de/en/Products/Home-and-Building-control/KNX/Visualisation/theServa-S110>
- [9] Manual: theServa S110 KNX visualisation. Theben [online]. online: Theben AG, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.theben.de/var/theben/storage/ilcatalogue/files/pdf/Hand_book_theServa_S110_en.PDF
- [10] Inteligentní budovy. MEKOS MG Group [online]. online: MEKOS GROUP a.s., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.mekos.cz/sluzby/inteligentni-budovy.php?page=snib>
- [11] Loxone [online]. online: Loxone Group, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.loxone.com/cscz/start.html>
- [12] Smartvision [online]. online: Smartvision, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.smartvision.cz/home>
- [13] IP Control Center N 152. Siemens [online]. online: Siemens, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/gamma-building-control/gamma-instabus-KNX/Display_Operation/Pages/IP-Control-Center.aspx
- [14] Nový webový server na sběrnici KNX. Tzbinfo [online]. online: Topinfo s.r.o., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/11463-novy-webovy-server-na-sbernici-knx>
- [15] KNX InSideControl. Merten [online]. online: Schneider electric, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.merten.com/KNX-InSideControl.1358.0.html>

- [16] KNX module for IP touch panel. Lauritz Knudsen by Schneider electric [online]. online: Schneider electric, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www1.lk.dk/katalog/vejledning/P6830_562_00_GB.pdf
- [17] WinSwitch 3. Aston Technology [online]. online: Aston Technology GmbH, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.aston-technologie.de/en/software-en/winswitch.html>
- [18] Microserver. Aston Technology [online]. online: Aston Technology GmbH, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.aston-technologie.de/en/hardware/microserver.html>
- [19] IRidium mobile [online]. online: iRidium mobile, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.iridiummobile.cz/>
- [20] MICHALČÍK, J. Výukový panel pro inteligentní instalační systém ABB i-bus® KNX/EIB. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 87 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Marada, Ph.D.
- [21] KŘIVKA, M. Demonstrační úlohy s KNX/EIB. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 106 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Marada, Ph.D.
- [22] Spínače a ovládače. ABB [online]. online: ABB s.r.o., Elektro-Praga, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=3878&category=631>
- [23] KP 68/2 KA - krabice přístrojová. KOPOS KOLÍN a.s. [online]. online: KOPOS KOLÍN a.s., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://koposkatalog.cz/detail.php?id=7114>
- [24] GM electronic [online]. online: GM electronic, spol. s.r.o., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/>
- [25] 5pcs DC 24V 22mm White LED Power Indicator Signal Light. AliExpress [online]. online: AliExpress, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.aliexpress.com/item/5pcs-DC-24V-22mm-White-LED-Power-Indicator-Signal-Light/1597264363.html>
- [26] LOGO!POWER 24 V/1.3 A. Siemens [online]. online: Siemens, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/tedservices/DatasheetService/DatasheetService?format=pdf&mlfbs=6EP1331-1SH02&language=en&caller=SIOS>
- [27] Časové relé - CRM-91H. Elko EP [online]. online: Elko EP, s.r.o., 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.elkoep.cz/produkty/elektronicke-pristroje/casova-rele/multifunkcni-casova-rele-din/casove-rele-crm-91h-6/>

10 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

10.1 Seznam obrázků

OBR. 1)	LOGICKÁ TOPOLOGIE SBĚRNICE KNX [2].....	20
OBR. 2)	VYOBRAZENÍ ZAŘÍZENÍ GIRA HOMESERVER	27
OBR. 3)	SCHÉMA KOMUNIKACE A NAPOJENÍ NA ZAŘÍZENÍ GIRA HOMESERVER.....	28
OBR. 4)	PŘÍKLAD UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ GIRA INTERFACE.....	29
OBR. 5)	MODUL CUBEVISION	30
OBR. 6)	TVORBA VIZUALIZACE	31
OBR. 7)	PŘÍKLADY FINÁLNÍHO VZHLEDU VIZUALIZACE	32
OBR. 8)	ZAŘÍZENÍ THESERVA A MOŽNOSTI PROPOJENÍ.....	33
OBR. 9)	PŘÍKLAD TVORBY VIZUALIZACE V SYSTÉMU THESERVA.....	34
OBR. 10)	PŘÍKLADY VIZUALIZACE V SYSTÉMU THESERVA	35
OBR. 11)	BLOKOVÉ SCHÉMA SNIB – VIZUALIZAČNÍ APLIKACE INTEGROVÁNA DO SBĚRNICE KNX/EIB	36
OBR. 12)	LOXONE MINISERVER.....	37
OBR. 13)	MOŽNOSTI PŘIPOJENÍ LOXONE MINISERVERU	38
OBR. 14)	PRÁCE V PROGRAMU LOXONE CONFIG	38
OBR. 15)	PŘÍKLAD DOKONČENÉ VIZUALIZACE.....	39
OBR. 16)	PŘÍKLAD VIZUALIZACE V PROGRAMU SMART2VISION.....	40
OBR. 17)	ZAŘÍZENÍ SIEMENS IP CONTROL CENTER N 152	41
OBR. 18)	TVORBA VIZUALIZACÍ PŘES WEBOVÉ ROZHRAŇÍ	42
OBR. 19)	PŘÍKLAD VIZUALIZACÍ V SYSTÉMU IP CONTROL CENTER N 152 OD FIRMY SIEMENS	42
OBR. 20)	KNX INSIDECONTROL	43
OBR. 21)	TVORBA VIZUALIZACE V PROGRAMU INSIDECONTROL BUILDER 43	
OBR. 22)	VZOR VÝSLEDNÉ VIZUALIZACE V SYSTÉMU KNX INSIDECONTROL.....	44
OBR. 23)	IP TOUCH PANEL VE VELIKOSTI 7 PALCŮ.....	44
OBR. 24)	IP TOUCH PANEL VE VELIKOSTI 10 PALCŮ	45
OBR. 25)	TVORBA VIZUALIZACE V PROGRAMU TP-VISU.....	45
OBR. 26)	DOKONČENÁ VIZUALIZACE V PROGRAMU TP-VISU	46
OBR. 27)	KNX – MICROSERVER.....	46

OBR. 28)	TVORBA VIZUALIZACE V PROGRAMU WINSWITCH 3.....	47
OBR. 29)	DOKONČENÁ VIZUALIZACE V PROGRAMU WINSWITCH 3	47
OBR. 30)	TVORBA VIZUALIZACE V PROGRAMU IRIDIUM GUI EDITOR	48
OBR. 31)	PŘÍKLADY VIZUALIZACE V PROGRAMU IRIDIUM GUI EDITOR.	49
OBR. 32)	SCHÉMA PŘIPOJENÍ PŘI POUŽITÍ OBYČEJNÉHO KNX/IP ROUTERU	53
OBR. 33)	SCHÉMA PŘIPOJENÍ PROSTŘEDNICTVÍM KNX/IP ROUTERU S PROTOKOLEM BAOS	54
OBR. 34)	SCHÉMA PŘIPOJENÍ PROSTŘEDNICTVÍM PROGRAMU IRIDIUM GATE	54
OBR. 35)	OZNAČENÍ TLAČÍTEK A SCHÉMA PŘIŘAZENÍ FUNKCÍ.....	58
OBR. 36)	VÝSLEDNÁ VIZUALIZACE VE VARIANTĚ S OBRÁZKEM NA POZADÍ	65
OBR. 37)	VÝSLEDNÁ VIZUALIZACE VE VARIANTĚ S FOTOGRAFIÍ NA POZADÍ	66
OBR. 38)	VÝSLEDNÁ VIZUALIZACE PRO POUŽITÍ S CHYTRÝM TELEFONEM	68
OBR. 39)	VÝKRES PODKLADU PANELU	86
OBR. 40)	DOKONČENÝ PANEL	87
OBR. 42)	ŘEŠENÍ PRVNÍHO PŘÍKLADU	89
OBR. 41)	ŘEŠENÍ DRUHÉHO PŘÍKLADU	90
OBR. 43)	ŘEŠENÍ TŘETÍHO PŘÍKLADU	91

10.2 Seznam tabulek

TAB 1)	TABULKA DATOVÝCH TYPŮ.....	21
TAB 2)	PŘEHLED ŘAZENÍ SPÍNAČŮ	23
TAB 3)	PŘÍKLADY ZNAČENÍ SPÍNAČŮ SE SVÍTIDLY	25
TAB 4)	PŘIŘAZENÍ FUNKCÍ K JEDNOTLIVÝM TLAČÍTKŮM	57
TAB 5)	FUNKCE STAVOVÝCH DIOD U JEDNOTLIVÝCH TLAČÍTEK.....	59
TAB 6)	POUŽITÁ ŘAZENÍ VYPÍNAČŮ	71
TAB 7)	TECHNICKÝ POPIS PŘÍSTROJE OVLÁDAČE ZAPÍNACÍHO DVOJITÉHO [39]	72
TAB 8)	TECHNICKÝ POPIS PŘÍSTROJE SPÍNAČE DVOJPÓLOVÉHO [39].....	73
TAB 9)	TECHNICKÝ POPIS PŘÍSTROJE PŘEPÍNAČE SÉRIOVÉHO [39]	74
TAB 10)	TECHNICKÝ POPIS PŘÍSTROJE PŘEPÍNAČE STRÍDAVÉHO DVOJITÉHO [39]	75
TAB 11)	TECHNICKÝ POPIS PŘÍSTROJE PŘEPÍNAČE KŘÍŽOVÉHO [39].....	76

TAB 12)	TECHNICKÝ POPIS RÁMEČKU PRO ELEKTROINSTALAČNÍ PŘÍSTROJE, JEDNONÁSOBNÉHO [39].....	77
TAB 13)	TECHNICKÝ POPIS KRYTU SPÍNAČE KOLÉBKOVÉHO [39].....	77
TAB 14)	TECHNICKÝ POPIS KRYTU SPÍNAČE KOLÉBKOVÉHO DĚLENÉHO [39]	78
TAB 15)	TECHNICKÝ POPIS KRABICE PŘÍSTROJOVÉ KP 68/2 KA KOPOS [40]	79
TAB 16)	TECHNICKÝ POPIS DIN LIŠTY PR-TS 35 0,3M [41].....	80
TAB 17)	TECHNICKÝ POPIS ZDÍŘKY PANELOVÉ 2MM ČERVENÉ, 24.102.1 [41]	80
TAB 18)	TECHNICKÝ POPIS FASTONU NA KABEL FZK 2,8X0,8 MODRÝ PL 1,5-2,5MM² [41]	81
TAB 19)	TECHNICKÝ POPIS MĚŘÍCÍ ŠŤŮRY ČERVENÉ 50 CM, 22.050 [41]	82
TAB 20)	TECHNICKÝ POPIS DC 24V 22 MM BÍLÉ LED ŽÁROVKY [42]	83
TAB 21)	TECHNICKÝ POPIS SPÍNANÉHO ZDROJE SIEMENS 6EP1331-1SH02 [43]	83
TAB 22)	TECHNICKÝ POPIS ČASOVÉHO RELÉ - CRM-91H [44]	84