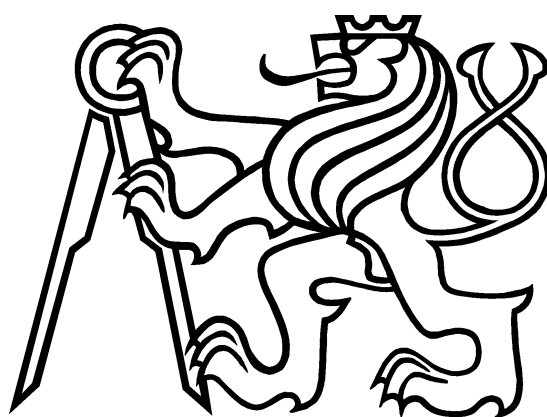


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ŘÍDÍCÍ TECHNIKY



Řízení inteligentní instalace standardu

KNX pro iOS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Dominik Fiala

Vedoucí práce: Ing. Jaromír Doležal, Ph.D.

Praha, 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Dominik Fiala**

Studijní program: Kybernetika a robotika

Obor: Systémy a řízení

Název tématu: **Řízení inteligentní instalace standardu KNX pro iOS**

Pokyny pro vypracování:

1. Na základě znalosti řízení inteligentní instalace KNX [1] včetně rozhraní a funkcí rozvaděče [2] navrhnete grafické rozhraní pro řízení a vizualizaci dat inteligentní instalace KNX pro zařízení typu tablet (IPAD) [3]
2. Implementujete aplikaci pro operační systém iOS [4]
3. Aplikaci otestujete v prostorách Centra Asistivních Technologií při ČVUT

Seznam odborné literatury:

- [1] Hana Kučerová, Inteligentní instalace KNX a její ovládání, diplomová práce, FEL, ČVUT, 2014
- [2] Ladislav Trejtnar, Inteligentní rozvaděč pro instalaci standardu KNX, bakalářská práce, FEL, ČVUT, 2014
- [3] Apple Inc., iOS Human Interface Guidelines, Apple Inc., Mar 10, 2014
- [4] Stephen Kochan, Programming in Objective-C, 4th Edition, Addison-Wesley, 2011

Vedoucí: Ing. Jaromír Doležal, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016


prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 30. 1. 2015

PROHLÁŠENÍ AUTORA PRÁCE

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

V Praze dne 13.5.2015

.....
Podpis autora práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu své práce Ing. Jaromírovi Doležalovi, PhD. za vstřícnost, ochotu a cenné rady. Také bych chtěl poděkovat Bc. Ladislavovi Trejtnarovi, za sdílení svých zkušeností a znalostí s vývojem rozvaděče. V neposlední řadě moje díky patří rodině, jež mi byla oporou během celého studia.

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je vytvořit mobilní aplikaci pro operační systém iOS, která uživateli umožní vizualizovat historická data a řídit inteligentní instalaci založenou na standardu KNX.

Hlavním výsledkem je aplikace, která umí zobrazit data v podobě grafů a umožní ovládání komponentů chytré domácnosti, a to skrze dotykovou obrazovku, nebo hlasové povely.

Aplikace byla nasazena a otestována v Centru Asistivních Technologí na ČVUT v Praze.

Teoretická část práce poskytuje základní informace o KNX standardu, které jsou nezbytné pro správnou implementaci programu, a přehled aktuálně dostupných aplikací. V praktické části práce je popsán způsob, jakým byla aplikace implementována.

Klíčová slova: KNX, iOS, iPad, inteligentní domácnost

ABSTRACT

The aim of this thesis is to develop a mobile application for iOS that will allow users to visualize historical data and manage intelligent installation system based on the KNX standard.

The main result is an application that can display data in graphs and control components of smart home through touch screen or voice commands.

The application was deployed and tested in the Center of Assistive Technologies at Czech Technical University in Prague.

The theoretical part provides basic information about the KNX standard, which is necessary for proper implementation of the program and a list of currently available applications. The practical part describes the way how the application was implemented.

Keywords: KNX, iOS, iPad, intelligent home

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	VII
SEZNAM TABULEK	VIII
1 ÚVOD	1
2 STANDARD KNX	2
2.1 Princip.....	2
2.1.1 Snímače	3
2.1.2 Akční členy.....	3
2.2 Topologie	4
2.3 Individuální adresace	5
2.4 Skupinová adresace	6
2.5 Datové typy.....	6
2.6 Konfigurace KNX systému.....	8
2.7 Propojení KNX	8
2.7.1 Propojení s IP sítí	8
2.8 Dvoustavový akční člen.....	8
2.9 Vícestavový akční člen	9
3 DOSTUPNÉ APLIKACE PRO OVLÁDÁNÍ INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI	10
3.1 Loxone App	10
3.1.1 GUI aplikace.....	10
3.1.2 Způsob konfigurace	11
3.2 InSideControl.....	13
3.2.1 GUI aplikace.....	13
3.2.2 Způsob konfigurace	14
3.3 Houseinhand KNX.....	15
3.3.1 GUI aplikace.....	15
3.3.2 Způsob konfigurace	16
3.4 OpenRemote Controller	17
3.4.1 GUI aplikace.....	18
3.4.2 Způsob konfigurace	18
3.5 Resumé	19
4 CÍLE PRÁCE.....	20
5 IMPLEMENTACE.....	21
5.1 Architektonický vzor MVC	21
5.1.1 Model.....	21
5.1.2 View	21
5.1.3 Controller.....	21
5.1.4 Přínos MVC.....	22
5.2 Grafické uživatelské rozhraní (GUI)	22
5.2.1 Okno s půdorysem - Mapa	23
5.2.2 Okno pro grafické znázornění dat - Grafy.....	24

5.2.3 Okno s profily - Profily	24
5.2.4 Okno s nastavením - Nastavení	24
5.3 Implementace komunikace se systémem KNX	25
5.3.1 Zaslání příkazu pro nastavení prvku v instalaci na požadovanou hodnotu	25
5.3.2 Získání informací o stavu systému a jejich zpracování	26
5.3.3 Získání naměřených dat a jejich zpracování	27
5.4 Ovládání hlasem	28
5.4.1 OpenEars Framework	28
5.4.2 Formát požadavků	29
5.4.3 Slovník	29
6 TESTOVÁNÍ.....	31
6.1 Testování okna Mapa.....	32
6.2 Testování okna Profily.....	35
6.3 Testování okna Nastavení.....	35
6.4 Testování okna Grafy	36
6.5 Testování hlasového ovládání.....	39
7 ZÁVĚR	40
8 POUŽITÁ LITERATURA	41
9 SEZNAM PŘÍLOH	43

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 2.1 Schéma klasické a inteligentní elektroinstalace [9]</i>	3
<i>Obrázek 2.2 Topologie KNX instalace</i>	4
<i>Obrázek 2.3 Logika individuální adresace prvků na KNX sběrnici</i>	5
<i>Obrázek 2.4 Spínač SA/S 4.16.6.1 pro ovládání světel</i>	9
<i>Obrázek 2.5 Akční člen JA/S 8.230.1M 42[12]</i>	9
<i>Obrázek 3.1 Hlavní menu aplikace Loxone App [2]</i>	11
<i>Obrázek 3.2 Vzhled konfiguračního programu Loxone Config</i>	12
<i>Obrázek 3.3 Vzhled InSideControl aplikace [2]</i>	14
<i>Obrázek 3.4 Vzhled konfiguračního programu InSideControl Builder</i>	15
<i>Obrázek 3.5 Vzhled menu pro konkrétní místnost aplikace Houseinhand KNX [2]</i>	16
<i>Obrázek 3.6 Vzhled konfigurační aplikace pro Houseinhand KNX [2]</i>	17
<i>Obrázek 3.7 Obrazovka Building Modeler a UI Designer</i>	19
<i>Obrázek 5.1 Varianta MVC pro iOS</i>	22
<i>Obrázek 5.2 Horizontální struktura oken</i>	23
<i>Obrázek 5.3 Zjednodušené schéma komunikace</i>	25
<i>Obrázek 5.4 Ukázka obsahu description.xml</i>	27
<i>Obrázek 5.5 Ukázka obsahu souboru s historickými hodnotami</i>	28
<i>Obrázek 6.1 Spodní lišta</i>	31
<i>Obrázek 6.2 Úvodní obrazovka</i>	31
<i>Obrázek 6.3 Okno Mapa – nejvíce oddálené</i>	33
<i>Obrázek 6.4 Okno Mapa – nejvíce přiblížené</i>	33
<i>Obrázek 6.5 Okno Mapa - ukázka z videa</i>	34
<i>Obrázek 6.6 Okno Profily</i>	35
<i>Obrázek 6.7 Okno Nastavení</i>	35
<i>Obrázek 6.8 Okno Grafy – graf venkovní teploty</i>	36
<i>Obrázek 6.9 Okno Graf - ukázka z videa</i>	37
<i>Obrázek 6.10 Okno Grafy – graf teploty v ložnici</i>	37
<i>Obrázek 6.11 Okno Grafy – čítač pro nastavení data</i>	38
<i>Obrázek 6.12 Okno Grafy – čítač pro nastavení času</i>	38
<i>Obrázek 6.13 Ovládání hlasem - ukázka z videa</i>	39

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Seznam jednoduchých datových typů a jejich symbolů</i>	7
<i>Tabulka 2 Seznam DPT</i>	7
<i>Tabulka 3 Seznam elementů souboru description.xml</i>	26
<i>Tabulka 4 Seznam elementů souboru s historickými hodnotami</i>	27
<i>Tabulka 5 Slovník pro hlasové ovládání</i>	30
<i>Tabulka 6 Příklady frází a náležitých funkcí</i>	30
<i>Tabulka 7 Seznam prvků a vzhled tlačítek pro jejich stavy</i>	32

1 ÚVOD

První zmínky o „inteligentní domácnosti“ se začaly objevovat ve druhé polovině minulého století, kdy se tento pojem dával do souvislosti s automatizovaným domem, jehož součástí byla centrální řídicí jednotka, která individuálně komunikovala s každým akčním členem a snímačem v systému. S postupem času se s vývojem elektroniky (miniaturizace procesorů) přetvářela i definice chytrého domu. Dnes už inteligentní dům není o centralizované automatizaci, ale o celkové součinnosti jednotlivých na sobě nezávislých prvků, které jsou opatřeny vlastní inteligencí, která jim umožní komunikovat bez potřeby centrálního prvku, tím se systém stává distribuovaným.

Stavby inteligentních budov se stávají s postupem času z finančního hlediska dostupnější pro širší a širší společnost. S tím je potřeba zajistit pro uživatele jednoduchý, intuitivní a přívětivý způsob řízení chytré domácnosti, protože v opačném případě by se inteligentní domácnost stala přítěží než cestou jak si usnadnit a zpříjemnit život.

Jedním ze způsobů jak toho docílit je pomocí napevno umístěných panelů, kterých existuje celá řada – od jednoduchých spínačů určených pro jedno konkrétní zařízení až po dotykové obrazovky, které umožňují ovládat všechny prvky v instalaci. Díky svému „drátovému“ připojení se můžeme spolehnout na takřka stále připojení k systému. Jedná se však o nepřenositelná zařízení, ke kterým je potřeba nejprve dojít.

Dalším řešením mohou být IR dálkové ovladače, jenž už nejsou staticky umístěné. Bohužel ale nejsou tato zařízení dostatečně sofistikovaná a je potřeba je spárovat jen s určitým typem prvků. Ani jejich dosah nemusí být vyhovující (15 metrů).

Východiskem, které se v posledních letech dostává do popředí a které poskytne flexibilní způsob ovládání inteligentní domácnosti, je řízení pomocí chytrého mobilního zařízení, jakými jsou tablety a většina dnes vyráběných mobilních telefonů. Tato zařízení disponují dostatečným výpočetním výkonem, dotykovým displejem vhodným pro rychlou interakci a schopností bezdrátového připojení. Stačí pak uživateli poskytnout aplikaci, která mu po pouhé instalaci umožní ovládat svojí inteligentní domácnost. Navíc dosah ovládání bude odpovídat dosahu bezdrátové sítě, případně pokud umožníme přístup k síti přes internet a uzpůsobíme tomu aplikaci, bude možné kontrolovat domácnost odkudkoliv.

2 STANDARD KNX

Jedná se o první celosvětový standardizovaný systém postavený na bázi referenčního modelu ISO/OSI, jenž propojením jednotlivých zařízení se sběrnici (zajištění vzájemné výměny informací) umožňuje inteligentní řízení a správu domů a budov.

KNX je výsledkem sloučení několika předcházejících standardizovaných sběrnicevých systémů:

- European Home Systems Protocol (EHS)
- European Installation Bus (EIB)
- BatiBUS

Hlavním důvodem vzniku tohoto standardu, bylo zajištění kompatibility mezi prvky, jež jsou produkty různých výrobců.

2.1 Princip

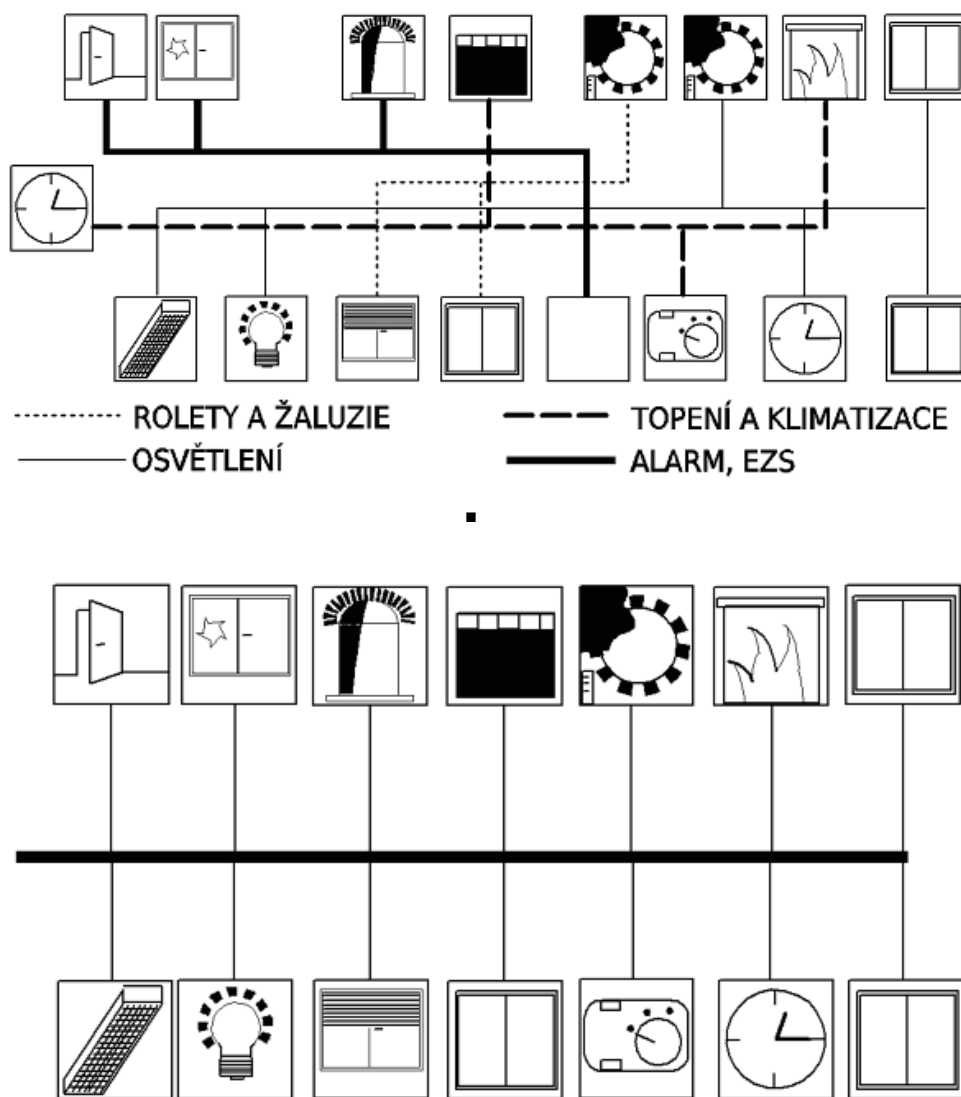
Jedná se o decentralizovaný systém, kde jsou všechny prvky (zařízení) navzájem propojené pomocí komunikační sběrnice, která umožňuje výměnu informací přes tzv. telegramy.

U klasické elektroinstalace je pro každou funkci (osvětlení, rolety,...) zaveden samostatný obvod, čímž je nemožné síť rekonfigurovat. Ve složitějších instalacích to může navíc vést k nepřehlednosti sítě a k problémům při snaze o vzájemné propojení.

Proto je při zavádění inteligentního systému potřeba přizpůsobit i samostatnou elektroinstalaci. Veškerá zařízení se připojují ke komunikační sběrnici, čímž se zapojení stává přehlednější a flexibilnější vůči změnám zapojení (viz Obrázek 2.1).

Zařízení pro KNX standard lze dělit do tří skupin [3]:

- snímače – tlačítkové, pohybu, senzor teploty,...
- akční členy – spínací, stmívače, topení...
- systémové komponenty – napěťové zdroje, liniové spojky a jiné.



Obrázek 2.1 Schéma klasické a inteligentní elektroinstalace [9]

2.1.1 Snímače

Mezi snímače se řadí prvky, které zaznamenávají informace o okolí (stav mechanických prvků, hodnota fyzikálních veličin) a následně je po sběrnici do systému. V závislosti na rozsahu hodnot, pracují snímače s odpovídajícími datovými typy.

2.1.2 Akční členy

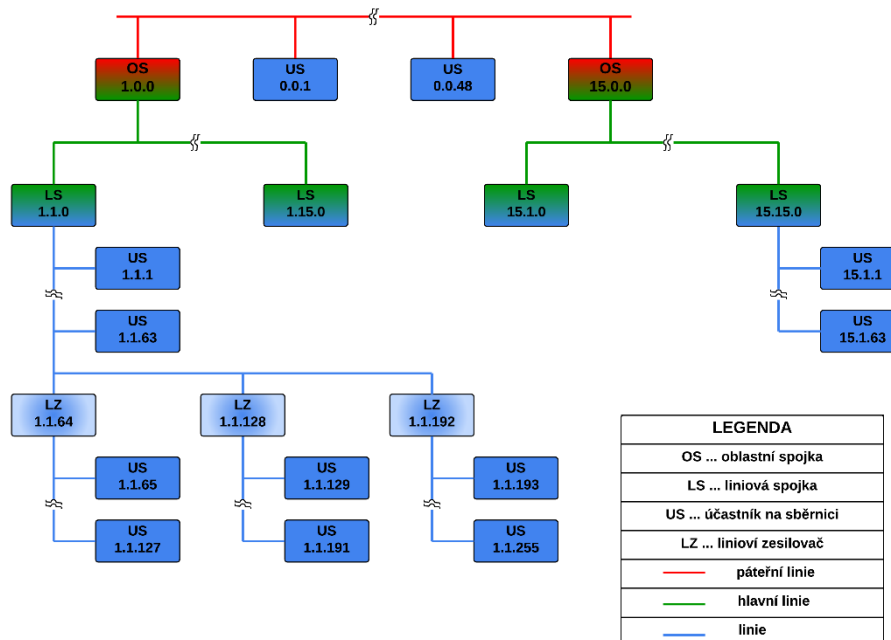
Akční členy jsou komponenty, které na základě přijatých informací od snímačů vykonávají určitou akci skrze mechanické prvky. Stejně jako snímačů, tak i akčních členů existuje značné množství (příklady viz kapitola 2.8 a 2.9).

2.2 Topologie

Celá struktura KNX sběrnice je uspořádaná do tří úrovní:

- centrální úroveň – páteřní linie (backbone line)
- střední úroveň – hlavní linie (main line)
- spodní úroveň

Tyto úrovně se propojí následovně, k *páteřní linii* se přes *oblastní spojku* připojí *hlavní linie* (max. 15), do které lze pomocí *liniové spojky* osadit další *linie* (max. 15), jenž slouží k připojení jednotlivých prvků. Termínem *oblast* označujeme podsít' od *oblastní spojky* až po účastníky k ní náležící (viz Obrázek 2.2).



Obrázek 2.2 Topologie KNX instalace

Na páteřní linii se může osadit až 63 účastníků, přičemž z toho může být až 15 oblastních spojek. Počet zařízení připojitelných k linii se odvíjí od počtu *liniových zesilovačů* na ní osazených. Základní kapacita je až 64 účastníků na linii a s každým zesilovačem se dá navýšit o dalších 64 zařízení.

V rámci jedné KNX sběrnice je možné osadit 57648 účastníků. Tuto maximální kapacitu však doposud žádná z uskutečněných implementací standardu KNX nedosáhla.

Je nutné si uvědomit, že mezi prvky – účastníky – se započítávají veškerá připojená zařízení (veškeré spojky atd.), což má vliv na adresaci.

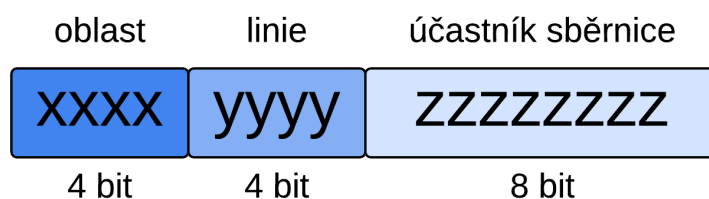
2.3 Individuální adresace

Každému prvku je přidělena v rámci KNX instalace jedinečná adresa, která je odvozena z jeho umístění na sběrnici. Jelikož samotnou strukturu KNX členíme na tři úrovně, je i individuální adresace tříúrovňová. Obecný tvar adresy je $x.y.z$, kde první rozsah odpovídá *oblasti* 0-15, druhý odkazuje na *linii* 0-15 a poslední označuje *účastníka* 0-255. Pro rozsah 0-15 je zapotřebí v binární soustavě 4 bitů, pro 0-255 8 bitů, celkově je pak zapotřebí 16 bitů.

Některé hodnoty částí adresy jsou vyhrazeny pro zařízení připojená přímo k určité linii, těmito hodnotami jsou:

- $xxxx = 0$ – prvek připojený přímo k páteřní linii,
- $yyyy = 0$ – prvek připojený přímo k hlavní linii,
- $zzzzzzzz = 0$ – pro oblastní a liniové spojky.

Individuální adresy jsou důležité v okamžiku programování instalace, v normálním provozu se nepoužívají.



Obrázek 2.3 Logika individuální adresace prvků na KNX sběrnici

2.4 Skupinová adresace

Pro komunikaci v KNX instalaci používají zařízení telegramy, které posílají na tzv. skupinovou adresu. Nejedná se o adresu v pravém slova smyslu, ale o 16-ti bitové číslo identifikující konkrétní funkci v instalaci (např. manipulace se žaluziemi kuchyni). Jelikož se však jedná o údaj, s nímž při zavádění a konfiguraci systému přicházejí lidé často do styku, byly zavedeny konvence pro jeho zápis. Jednou z nich je varianta dvouúrovňového zápisu, kdy je adresa složena z hodnoty pro hlavní skupinu (4 bity) a hodnoty pro podskupinu (11 bitů). Další variantou je tříúrovňový zápis, jež se skládá z hlavní (4 bity) a střední (3 bity) skupiny a z podskupiny (8 bitů). U obou zmíněných způsobů se jednotlivé úrovně při zápisu oddělují lomítkem (*hlavní/(střední)/podskupiny*). To, jaká struktura bude v instalaci použita a jak budou všechny funkce kategorizovány, záleží na projektantovi.

Skupinová adresa představuje určitou funkci, nikoliv adresu zařízení. Funkce může být spjata s různým počtem zařízení (snímače i akční členy). To umožňuje vytváření centrálních funkcí, kterými lze ovládat více akčních členů skrze jeden telegram.

2.5 Datové typy

V KNX standardu je preferováno definovat nejen samotné datové typy (viz Tabulka 1), ale spolu s nimi i jejich rozsah a jednotku, čímž se zajistí kompatibilita mezi zařízeními od různých výrobců. Celá tato struktura se nazývá *Standardizované typy datových bodů* (DPT) a skládá se ze dvou 16 bitových čísel oddělených tečkou [6]. První z nich (hlavní) označuje jakého datového typu DPT je, druhé číslo (podčíslo) slouží k určení, v jakém rozsahu se hodnota může pohybovat a s jakou jednotkou. Takto jsme schopni zakódovat až 65536 DPT. Momentálně je však blíže specifikováno přibližně na 350 DPT, zbývající hodnoty slouží jako rezerva pro budoucí vývoj standardu.

Seznam nejběžnějších DPT uvádí Tabulka 2.

Tabulka 1 Seznam jednoduchých datových typů a jejich symbolů

Datový typ	Symbol
Znak	A
Logická hodnota	B
Float	F
Celočíselný hodnota	U
Celočíselná se znaménkem	V
Výčtový typ	N
Vyhrazený bit či pole	r

Tabulka 2 Seznam DPT

Hlavní číslo	DPT formát	Celkový počet bitů	Použití
1	B ₁	1	Pro přenos dvou stavových hodnot
2	B ₂	2	Pro přenos dvou stavových hodnot s prioritou
3	B ₁ U ₃	4	Pro ovládání žaluzií
4	A ₈	8	Pro přenos znaku z ASCII tabulky
5	U ₈	8	Pro přenos celočíselné hodnoty bez znaménka (0 až 255)
6	V ₈	8	Pro přenos celočíselné hodnoty se znaménkem (-128 až 127)
7	U ₁₆	16	Pro přenos celočíselné hodnoty bez znaménka (0 až 65535)
8	V ₁₆	16	Pro přenos celočíselné hodnoty se znaménkem (-2 ¹⁵ až 2 ¹⁵ -1)
9	F ₁₆	16	Pro přenos čísla s plovoucí desetinnou čárkou se znaménkem
10	N ₃ N ₅ r ₂ N ₆ r ₂ N ₆	24	Pro přenos informací o času (den/hod/min/sek)
11	r ₃ N ₅ r ₄ N ₄ r ₁ U ₇	24	Pro přenos data (den/měsíc/rok)
12	U ₃₂	32	Pro přenos celočíselné hodnoty bez znaménka (0 až 2 ³² -1)
13	V ₃₂	32	Pro přenos celočíselné hodnoty se znaménkem (-2 ³¹ až 2 ³¹ -1)
14	F ₃₂	32	Pro přenos čísla s plovoucí desetinnou čárkou se znaménkem
15	U ₄ U ₄ U ₄ U ₄ U ₄ U ₄ B ₄ N ₄	32	Pro manipulaci s přístupovými daty
16	A ₁₁₂	112	Pro přenos textového řetězce až ze 14 ASCII znaků
17	r ₂ U ₆	8	Pro přenos čísla ETS scény
18	B ₁ r ₁ U ₆	8	Pro nastavení scény v ETS
19	U ₈ [r ₄ U ₄][r ₃ U ₅][U ₃ U ₅][r ₂ U ₆][r ₂ U ₆]B ₁₆	64	Pro přenos data a času
20	N ₈	8	Pro přenos informací v rámci HVAC

2.6 Konfigurace KNX systému

K návrhu, konfiguraci a uvedení systému KNX do provozu je možné využít oficiální program organizace KNX *Engineering Tool Software* (ETS). Zde má projektant možnost vytvořit vlastní projekt s topologií instalace, a k ní přiřazené prvky se svými individuálními a skupinovými adresami. Program zároveň slouží k naprogramování funkcí instalace.

Výstupem je ZIP archiv **.knxproj*, ve kterém je mimo souborů s informacemi o nastavení konkrétních přístrojů apod., také soubor *0.xml*, jenž obsahuje topologii projektu s prvky a jejich údaji (skupinová adresa, DPT) [7].

2.7 Propojení KNX

Systém KNX je otevřený tzn., že je možné libovolnou linkou propojit s jinými systémy (např. ISDN, systémová technika budov, internet) prostřednictvím vhodného rozhraní a propojovacího prvku - brány [10].

Rozhraní zajišťuje převod komunikačních protokolů a přenos zpráv mezi systémy a propojovací prvek slouží pro propojení různých medií, po kterých systémy komunikují.

2.7.1 Propojení s IP sítí

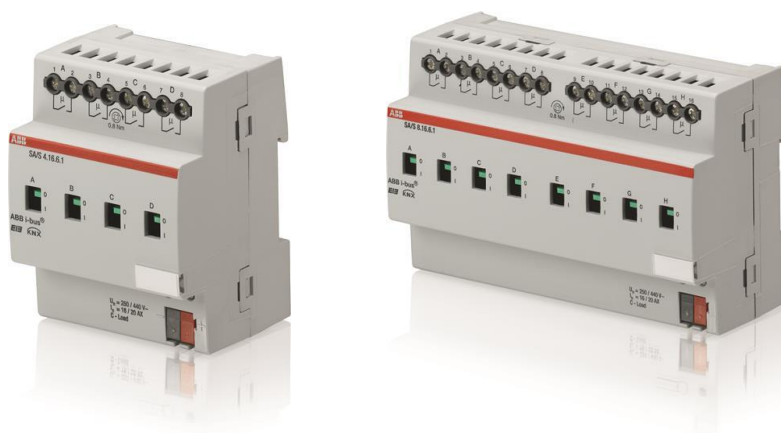
Pro rozšíření KNX instalace lze použít jako oblastní příp. linkovou spojku KNX IP router (propojovací prvek) používající standard KNXnet/IP (rozhraní). Tento způsob směrování telegramů mezi linkami umožní připojit externí zařízení, jež nejsou založena na standardu KNX, a také vytvořit spojení přes větší vzdálenosti (komplex budov).

Router nám však také zajistí přístup ke sběrnici z počítače nebo jiného zařízení komunikujícího přes IP protokoly. Toho lze využít pro vzdálený monitoring systému (zachytávání telegramů) nebo pro jeho vzdálenou manipulaci (vysílání telegramů).

2.8 Dvoustavový akční člen

Příkladem akčního členu, který pracuje s dvoustavovými hodnotami (DPT B₁ a B₂) jsou přepínače z řady SA/S x.16.6.1 od firmy ABB (viz Obrázek 2.4). Všechna zařízení z této skupiny fungují na stejném principu, rozdíl je v maximálním počtu prvků, které lze k nim připojit (udává hodnota "x"). Zařízení se připojí přes vstupní zdířky na KNX sběrnici, ze které jsou odebírány telegramy. Zařízení obsahuje vlastní program (konfigurace přes ETS), který vyhodnocuje každý telegram. Pokud je určen nějakému z připojených prvků, vyšle

patříčným kontaktem elektrický signál, odpovídající hodnotě, na kterou má být prvek přepnut. Tento akční člen najde využití u jednodušších prvků, u kterých očekáváme, že budou nabývat dvou stavů (světla, zásuvky,...).



*Obrázek 2.4 Spínač SA/S 4.16.6.1 pro ovládání světel
a spínač SA/S 8.16.6.1 pro ovládání zásuvek [11]*

2.9 Vícestavový akční člen

Pro manipulaci se zařízeními, které mohou nabývat více než dvou stavů, lze např. použít akční člen JA/S 8.230.1M od firmy ABB (viz Obrázek 2.5). Tento prvek pracuje jak s dvoustavovými hodnotami (DPT B₁ a B₂), tak i s celočíselnými hodnotami v rozsahu 0-255 (DPT U₈), které umožní cílené zařízení nastavit do konkrétního mezistavu (poloha žaluzií, natočení lamel, atd.). Zapojení akčního členu a komunikace s KNX sběrnici je analogická s SA/S x.16.6.1 (kapitola 2.8). Tento akční člen je vhodné použít pro ovládání dveří, žaluzií apod.



Obrázek 2.5 Akční člen JA/S 8.230.1M 42[12]

3 DOSTUPNÉ APLIKACE PRO OVLÁDÁNÍ INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI

Tato kapitola se zabývá průzkumem existujících mobilních aplikací pro ovládání inteligentní instalace a studiem způsobu řešení této problematiky. Tyto znalosti nám pomůžou při stanovení takových vlastností a schopností naší aplikace, že bude moci nabídnout to, co na trhu chybí.

Veškeré dostupné aplikace jsou schopny ovládat standardní prvky, jakými jsou např. žaluzie, světla, monitorovací zařízení, proto bude u níže uvedených popisů zmínka jen o těch vlastnostech, které jsou ojedinělé.

3.1 Loxone App

Aplikaci rakouské firmy Loxone je možné nainstalovat na zařízení s operačním systémem android nebo iOS. Aplikace se dá použít v takových inteligentních domácnostech, v jejichž elektro rozvaděči je zakomponován Loxone Miniserver. Přes něj se pak celý systém ovládá a to buď prostřednictvím lokální sítě, nebo internetu (pro vzdálené ovládání).

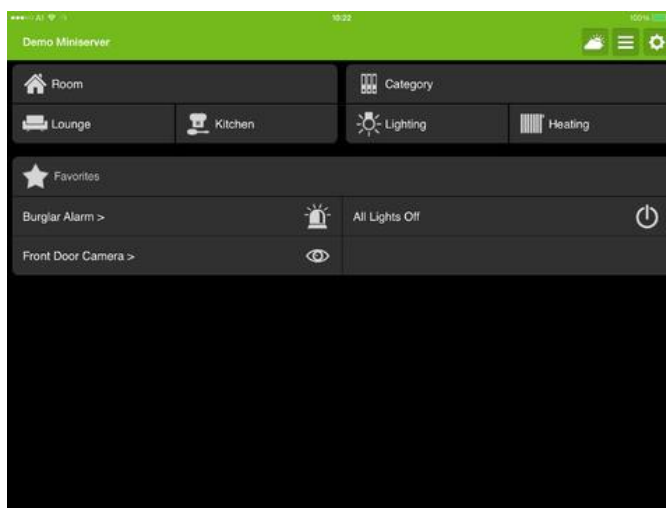
Aplikace umožňuje uživatele informovat jak o aktuálních hodnotách měřených veličin, tak mu může pomocí grafů vizualizovat jejich průběh zpětně v rámci hodin, dnů, měsíců či roku. Lze také zadávat tzv. Úlohy, kdy si uživatel pro zvolený den a hodinu nastaví, co všechno má server udělat. V aplikaci je i zakomponovaná předpověď počasí pro aktuální a dva nadcházející dny. Na rozdíl od konkurenčních aplikací, tato má mimo jiné i českou lokalizaci. Další zajímavostí je, že k ovládání systému lze přistupovat i přes webové rozhraní, a to z veřejné IP adresy Miniserveru (<http://verejna-adresa-miniserveru:port-miniserveru>). K tomu je však potřeba nejprve u Miniserveru nastavit patřičný port a poté jej zvětší zpřístupnit. Jeho rozhraní je zcela shodné s rozhraním aplikace Loxone App.

3.1.1 GUI aplikace

Obrazovka úvodního menu obsahuje horní panel a tři podnabídky – Místnosti, Kategorie, Oblíbené (viz Obrázek 3.1). Z panelu je možné se přes první ikonku přesunout k předpovědi počasí, prostřední umožňuje si zobrazit nabídku s novinkami či informacemi o Loxone a spravovat Úlohy a poslední ikonkou se přistupuje k nastavení. Nadpisy *Místnosti* a *Kategorie* slouží zároveň jako tlačítka pro přesun k nabídce veškerých místností resp. k nabídce všech kategorií. Pod nimi se pak nachází několik nejoblíbenějších. Po jejich aktivaci se přesuneme

k dané nabídce. Jak už je z názvu patrné, menu „Oblíbené“ uživateli nabízí ty konkrétní prvky, jež mají nejvyšší hodnocení oblíbenosti. Hodnotit lze prvky, kategorie či místnosti v konfigurační aplikaci, což může být pro ty, co si nechají aplikaci připravit třetí stranou, nepraktické.

Struktura obrazovky pro nabídku místností a kategorií je v základu shodná. Je vertikálně rozdělena na dvě části. U obou se v horní části nachází zelený panel. V levé části je možné přepínat mezi seznamem místností a kategorií a volit patřičnou entitu z daného seznamu. V čem se pak odlišují, je pravá část, kdy se pro zvolenou místnost z nabídky *Místnosti* zobrazí veškeré prvky, s nimiž se dá manipulovat, rozříděné podle kategorií. U nabídky *Kategorie* je tomu opačně, pro zvolenou kategorii se zobrazí veškeré prvky do ní spadající seřazené a rozříděné podle místnosti kde se nacházejí.



Obrázek 3.1 Hlavní menu aplikace Loxone App [2]

3.1.2 Způsob konfigurace

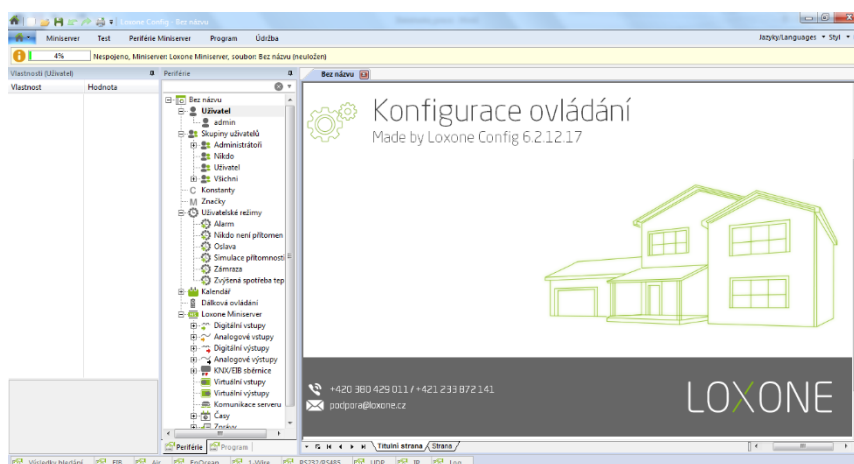
Aby mohla aplikace Loxone svým uživatelům nabízet tak rozsáhle možnosti ovládání a kontroly, je potřeba mít k tomu odpovídající konfigurační program. Zde jím je Loxone Config, jež je dostupný zdarma, ale jen pro OS Windows. Tento program však neslouží pouze k přizpůsobení aplikace pro mobilní zařízení, ale slouží hlavně jako prostředí pro konfiguraci inteligentního systému jako celku, díky čemuž je oproti ostatním programům značně komplexnější a pro úspěšnou práci s ním je potřeba vynaložit větší úsilí.

Celý program funguje tak, že do vytvořeného projektu lze přidávat tzv. programovatelné stránky, kdy v praxi většinou každé kategorii prvků pro danou místnost odpovídá právě jedna takováto stránka. Do nich pak lze přidat jednotlivé funkční bloky a následně je pospojovat

se vstupy a výstupy (viz Obrázek 3.2). Tento software nabízí několik desítek předpřipravených funkčních bloků, mezi něž jsou zahrnuty nejběžnější funkce (kontrola osvětlení, žaluzií,...). Díky tomu je vytváření jednoduchých aplikací poměrně rychlé. Pro ty, kteří chtějí z KNX systému vytěžit víc, nabízí Loxone Config speciální bloky (matematické, logické operátory), či je dokonce možné si naprogramovat vlastní pomocí jazyka Pico-C.

Každý funkční blok má určité vlastnosti, které lze nastavit. Z pohledu mobilní aplikace hrají důležitou roli vlastnosti z kategorie „Vizualizace“. Ty umožňují zviditelnit daný blok v mobilní aplikaci, definovat do jaké místnosti a kategorie spadají či určit jejich oblíbenost (viz kapitola 3.1.1). Pokud poté uživatel prostřednictvím mobilní aplikace naváže spojení s Loxone Miniserverem, dojde k předání mj. i těchto informací, které jsou použity k sestavení struktury a obsahu Loxone App. Dalším důležitým prvkem v SW Loxone Config je prvek virtuální vstup, který slouží k reprezentaci interaktivních prvků v aplikaci (spínače, posuvníky). Pro zobrazování stavu bloků a měřených hodnot zde slouží senzory.

Loxone Config obsahuje několik předdefinovaných místností a kategorií s přiřazenými symboly. Je však možné upravovat si jak seznam místností a kategorií (přidat, odebrat či změnit), tak i sady symbolů. Lze si překreslit stávající, nebo přidat nové (nakreslit, nahrát *.png soubor). Symboly jsou však jediným grafickým prvkem, který lze v této aplikaci měnit.



Obrázek 3.2 Vzhled konfiguračního programu Loxone Config

3.2 InSideControl

Výrobce je německá společnost Merten, která spadá pod Schneider Electric. Nabízejí aplikaci pro iOS a Android. Aby bylo možné aplikaci používat, musí být k systému nainstalovaný jejich speciální prvek - *KNX InSideControl IP-Gateway*, jež propojí KNX instalaci s IP sítí. Poté je možné navázat pomocí aplikace spojení se systémem KNX, a to buď přes lokální síť nebo přes internet. Počet zařízení, jež se mohou k bráně připojit, je omezen na pět kusů.

Aplikace pak umožňuje nad rámec standardních schopností zobrazovat aktuální hodnoty měřených veličin.

3.2.1 GUI aplikace

Z hlediska vzhledu jako celku se lze v této aplikaci setkat se dvěma typy obrazovek. Jedním je obrazovka pro nastavení, kde byl pro každý UI prvek použit výchozí vzhled odpovídajícího operačního systému. Druhým typem je obrazovka sloužící pro samotné ovládání inteligentní domácnosti (viz Obrázek 3.3). Ta může nabývat dvou podob – jedna pro základní menu a druhá pro menu zvolené místnosti. Zde už vývojáři aplikovali vlastní styl, který se vyznačuje svojí jednoduchostí a přehledností. V horní části okna se nachází zelená lišta, zbytek obrazovky pak slouží k zobrazení nabídky zvoleného menu, přičemž lze přepínat (přes obrazovku pro nastavení) mezi dvěma barevnými styly:

- pozadí černé, nápisy s ikonkami bílé,
- pozadí bílé, nápisy a ikonky černé.

Základní menu je tvořeno dvěma sloupci z ikon místností, kdy se po kliknutí otevře menu pro místnost. Aplikace přímo neumožňuje kategorizaci podle místností a podle typů prvků, takže nelze hromadně spravovat prvky jednoho typu. Jedinou možností jak toho docílit je, že si uživatel při konfiguraci vytvoří „místnost“, která bude obsahovat všechny prvky daného typu, avšak to může způsobit nepřehlednost základního menu, jelikož je počet místností i prvků vložitelných do aplikace omezen (obojí na 20), může se v případě rozsáhlejší domácnosti stát, že nebude už místo pro vložení všech požadovaných kategorií.



Obrázek 3.3 Vzhled InSideControl aplikace [2]

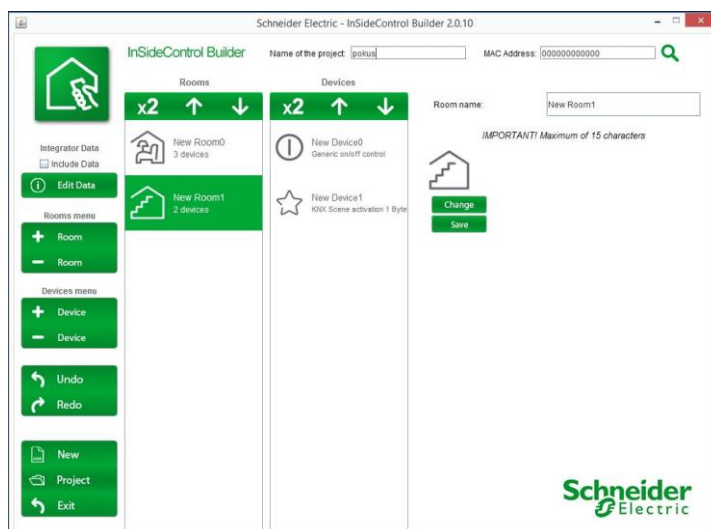
V menu pro zvolenou místnost lze přepínat přímo mezi místnostmi výběrem příslušné ikony z vertikálního seznamu ikon co je vlevo, případně je možnost návratu do základního menu přes ikonku domečku, jež se nachází na levém kraji zelené lišty.

3.2.2 Způsob konfigurace

Aby byla aplikace použitelná, je nejprve potřeba pomocí programu *InSide Builder* vytvořit projekt, v němž lze definovat místnosti a aktivní prvky které obsahují, a ten do ní nahrát.

Jelikož aplikace samotná nám nenabízí nijak zvlášť rozsáhlou interakci se systémem, tak prostředí konfiguračního SW je celkem jednoduché a uživatel se v něm rychle zorientuje (viz Obrázek 3.4). V horní části se nachází kolonka pro pojmenování projektu a vedle ní kolonka pro MAC adresu IP brány. Ta může být zadána ručně, nebo pokud je počítač připojen ke stejné síti jako brána, tak ji může program detekovat sám kliknutím na lupu. V levé části se nachází menu, jehož součástí jsou tlačítka pro správu počtu místností a počtu prvků, tlačítka pro práci s projektem (vytvoření, uložení, export). U místností je možné nastavit jejich název a ikonku, což poslouží k rychlejší orientaci v aplikaci. U prvků lze pak definovat jejich název a typ, přičemž v závislosti na zvoleném typu je pak potřeba přiřadit příslušnou skupinovou adresu.

S velikostí okna samotného programu nelze nijak manipulovat, což může být problém pro uživatele, jejichž zobrazovací zařízení má úhlopříčku menší než 15 palců.



Obrázek 3.4 Vzhled konfiguračního programu InSideControl Builder

3.3 Houseinhand KNX

Aplikace španělské firmy Intensis umožňuje uživateli ovládní inteligentního domu s KNX instalací díky přímému připojení ke KNX IP routeru nebo bráně, takže není třeba si pořizovat nákladný server. Nicméně, co omezuje využití aplikace, je licence, kterou je třeba si zakoupit. Základní verze je k dostání za 359€ a umožňuje používání dvou mobilních zařízení, u prémiové licence je počet zařízení neomezený, avšak za cenu 499€.

Čím tato aplikace vyniká, je možnost přiřadit ikonám místností vlastní obrázek, a to buď přes speciální funkci, jež umožní uživateli pořídít snímek a ten je následně použit, nebo lze rovnou načíst jakýkoliv soubor grafického formátu přímo z paměti zařízení. Dalším přínosem této aplikace jsou tzv. „scény“, kdy lze jedním kliknutím na ikonku jedné z vytvořených scén nastavit vícero prvků do navoleného stavu.

3.3.1 GUI aplikace

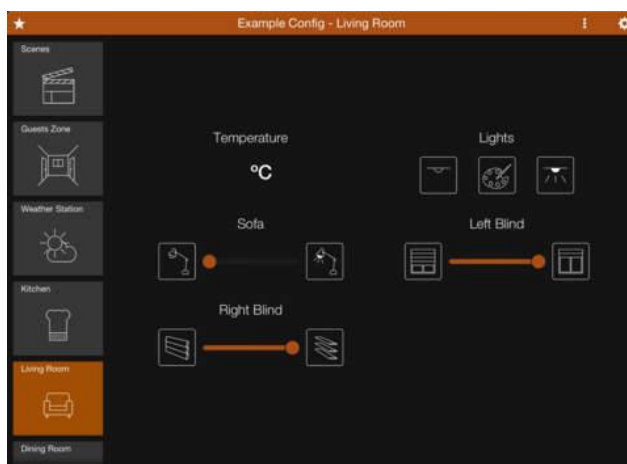
Úvodní obrazovka této aplikace je složena ze dvou, v horní části nacházejících se, lišt.

Spodní z nich slouží k přepínání mezi třemi záložkami – *Scény*, *Ovládní* a *Nastavení*. Vrchní lišta (hnědé barvy) obsahuje dvě tlačítka, kdy to levé u všech tří záložek slouží k navigaci v hierarchii místností a prvků, a pravé má pro každý případ jinou funkci. Pro *Scény* slouží k vytváření nových scén, u *Ovládní* otevírá nabídku pro modifikaci ikon a názvů u místností a u *Nastavení* zde nenabývá žádné podoby.

V záložce *Scény* nalezneme seznam všech scén, jež jsme si vytvořili. Záložka *Nastavení* slouží ke správě profilů (sdílení, mazání a volba profilu), nastavení jazyka a přihlášení se k účtu, na který je vázána licence. V *Ovládání* nalezneme do dvou sloupců seřazené místnosti reprezentované svojí ikonkou a názvem. Vždy po zvolení konkrétní místnosti se objeví nabídka interagujících tlačítek, jež zastupují všechny prvky, co jsme k místnosti přiřadili (viz Obrázek 3.5). Také dojde ke zmizení spodní z lišt, čímž už není možné se rychle přesunout k záložkám *Scény* a *Nastavení* a je nutné se nejprve pře horní lištu vrátit zpět.

Ačkoliv je možné si v aplikaci zvolit mimo jiné i češtinu, tak některé fráze byly přeloženy nešikovně (doslovně) a uživatele může zpočátku mást, co je tím myšleno. Jako příkladem může posloužit funkce pro pořizování snímku, jež byla zmíněna v úvodu. V anglickém jazyce je pojmenovaná jako „Take image“ a do našeho jazyka pak byla přeložena do fráze „Vymout obraz“, což nenaznačuje, co daná funkce dělá.

Jediné, co lze na vzhledu měnit jsou již zmiňované ikonky místností.



Obrázek 3.5 Vzhled menu pro konkrétní místnost aplikace *Houseinhand KNX* [2]

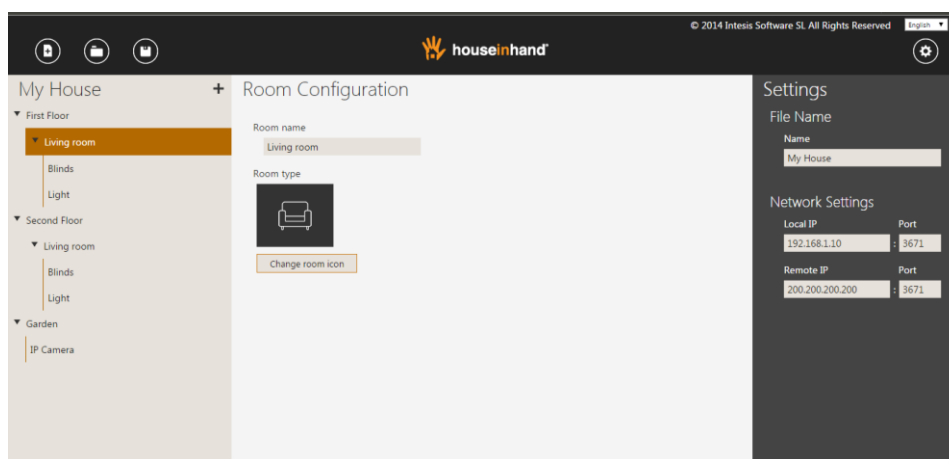
3.3.2 Způsob konfigurace

Tak jako u předešlých aplikací i zde je potřeba aplikaci správně adaptovat pro danou instalaci KNX systému. Výrobce zde nabízí webovou aplikaci dostupnou na adrese <https://designer.houseinhand.com>, což umožňuje konfiguraci profilů z jakéhokoli zařízení v nezávislosti na operačním systému. Stačí jen, aby bylo zařízení připojeno k internetu.

Okno aplikace se dá rozdělit do čtyř oblastí – horní, levý, pravý panel a centrální obrazovka. V horním panelu se nachází tlačítka pro vytvoření, načtení a stažení projektu (viz Obrázek 3.6).

Ukládání projektu není explicitní, ale dochází k němu vždy po každé změně, takže pokud dojde při konfiguraci k přerušení spojení, tak po opětovném navázání komunikace se serverem se projekt načte v jeho poslední fázi. Nevýhodou je, že je to zcela závislé na zařízení, na kterém byly provedeny poslední změny a také to, že po provedení každého kroku je potřeba čekat, až se vše potřebné nahraje.

V pravém panelu je možné nastavit název projektu a definovat IP adresy KNX IP routeru či brány se kterým má aplikace komunikovat. Levý panel slouží pro kategorizaci a správu uspořádání prvků. Vedle názvu projektu je tlačítko plus, jehož funkcí je přidávání tzv. složek, do nichž poté můžeme vložit prvek nebo další složku. Díky tomu je možné vytvářet dvouúrovňovou hierarchii. Centrální obrazovka pak slouží ke konfiguraci entity zvolené v levém panelu. V případě složky lze určit její název a ikonku, u prvků je pak možné nastavit jejich název, ikonku a adresu (příp. adresy).



Obrázek 3.6 Vzhled konfigurační aplikace pro Houseinhand KNX [2]

3.4 OpenRemote Controller

Jedná se o jeden ze softwarů společnosti OpenRemote, jejímž polem působnosti je především vývoj programů pro automatizaci budov. Tato aplikace se vyznačuje tím, že je použitelná na většině běžně dostupných zařízeních (zařízení s android OS, iOS nebo s webovým prohlížečem) a zároveň podporuje širokou škálu standardů běžných v oblasti inteligentních budov (KNX, AMX,...) a dokáže pracovat se spousty protokoly (TCP/IP, HTTP,...).

Hlavním přínosem OpenRemote Controller je fakt, že se jedná o open source řešení se solidní komunitou.

Z pohledu měřených hodnot, zvládá tato aplikace pouze zobrazovat aktuální hodnoty. Dále nabízí možnost integrovat zobrazení konkrétní webové stránky přímo do aplikace.

3.4.1 GUI aplikace

Díky tomu, že program pro konfiguraci profilů pro OpenRemote Controller nabízí velkou škálu možností ve vytváření konečné podoby uživatelského rozhraní, může pak aplikace nabývat různorodých podob a nelze tedy v tomto případě popsat GUI takovým způsobem, jakým to bylo popsáno u předešlých aplikací.

Nevýhodou však je, že pokud bychom chtěli dosáhnout profesionálního vzhledu jako je tomu např. u Loxone, je zapotřebí mít cit a zkušenosti, a umět pracovat s editory pro vytváření grafických prvků jako třeba pozadí pro aplikaci, ikon pro tlačítka.

3.4.2 Způsob konfigurace

Ke konfiguraci slouží webová aplikace OpenRemote Designer, která je aktuálně dostupná na adrese <https://composer.openremote.org/demo>. K jejímu používání je nejprve nutné si založit účet, jedná se však o několika minutovou záležitost.

V případě této aplikace se samotná konfigurace projektu dělí na dvě části (viz Obrázek 3.7):

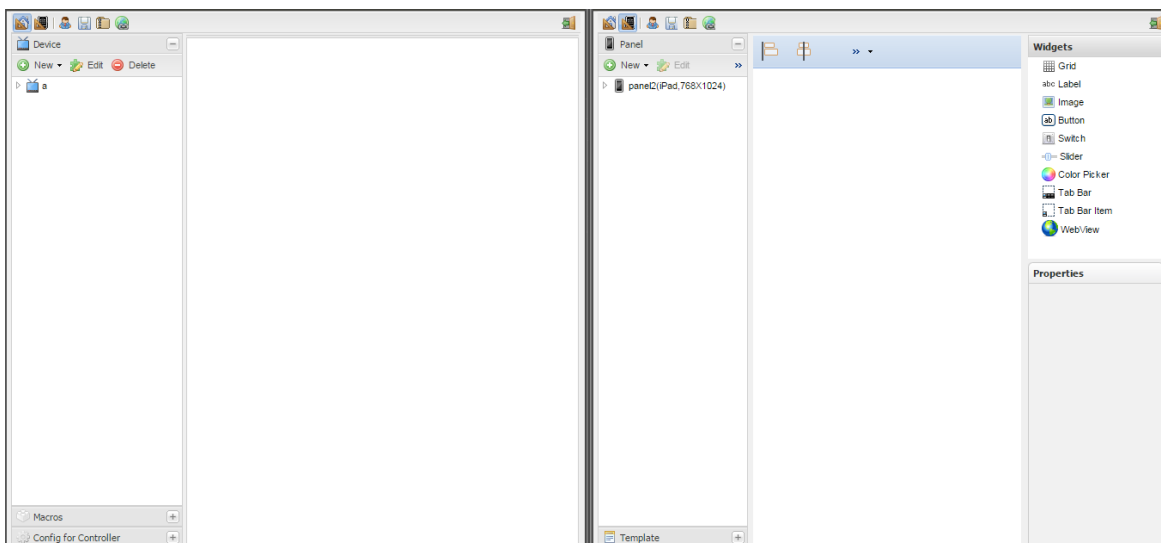
- Vývoj vlastních objektů (Building Modeler)
- Vývoj uživatelského rozhraní (UI Designer)

V první části vývojář vytváří jednotlivá zařízení, kterým lze přidávat příkazy, senzory, spínače, posuvníky. U těchto objektů je pak potřeba nastavit požadované vlastnosti. Rovněž je tu možnost vytvářet tzv. makra, což je objekt zahrnující více příkazů, které lze prokládat zpožděním.

Ve druhé části se vytváří jednotlivá UI, přičemž je možné v rámci jednoho projektu vytvořit vícero rozhraní. Ke každému rozhraní je možné připojit libovolný počet obrazovek, ke kterým se pak dají přiřazovat GUI prvky jako např. tlačítka, nadpisy. K těmto prvkům se následně přiřadí objekty z první části, nastaví se jejich vzhled a umístění na obrazovce. V editoru UI se vykytuje panel s tlačítky pro rychlé zarovnání zvolené skupiny prvků.

Mezi další funkce, které Designer umožňuje, patří možnost si přizvat další osoby ke svému účtu, přičemž podle nastaveného práva (administrátor, vývojář vlastních objektů a/nebo vývojář UI) se pak mohou patřičně podílet na vývoji náležitého projektu. Dále je možné

projekt ukládat na cloudová uložení této společnosti anebo jej stahovat v podobě *.zip souboru.



Obrázek 3.7 Obrazovka Building Modeler a UI Designer

3.5 Resumé

U všech prostudovaných aplikací je navigace mezi prvky řešena hierarchicky přes menu, které obsahuje kategorie odpovídající jednotlivým typům prvků a/nebo místnostem, co se v instalaci vyskytují. To může u rozsáhlých domácností (dům s několika podlažimi) způsobit zdoluhavý přesun mezi prvky z různých místností nebo odlišného typu.

Pro plnohodnotné využívání některé z testovaných aplikací (až na OpenRemote) je nutné investovat finanční prostředky a to buď pro zakoupení licence, nebo speciálního HW prvku, bez nějž je aplikace nefunkční. OpenRemote nabízí bezplatnou licenci, která umožňuje plnohodnotně ovládat inteligentní domácnost, ale optimalizace aplikace je náročnější a vyžaduje znalost systému.

Většina aplikací neumožňuje pracovat s naměřenými hodnotami. Některé dokáží zobrazovat aktuální hodnoty, ale jen pouze jediná z nich (Loxone App kapitola 3.1) uživateli nabízí náhled do průběhu měřených veličin a to až jeden rok zpětně. To vyžaduje zřízení, které je stále připojené ke sběrnici – server. Společnost Loxone to řeší připojením jejich Miniserveru do systému, který ukládá do své paměti hodnoty měřených veličin, v našem případě tuto úlohu zajistí rozvaděč [5].

4 CÍLE PRÁCE

Naším hlavním cílem je vytvořit aplikaci pro platformu iOS, která uživateli umožní nejen řídit svojí inteligentní domácnost pomocí dotykové obrazovky zařízení, ale zejména mu umožní sledovat naměřená data (teplota, spotřeba energie,...) a to v podobě grafů. Ty bude možné vykreslit i z dat několik let starých.

Z důvodu nestálosti připojení mobilních přístrojů k inteligentní instalaci (mimo dosah připojení, uspávání) nejsou tato zařízení vhodná pro zaznamenávání naměřených hodnot a proto není možné uživateli poskytnout vizualizaci historických hodnot. Řešením může být zakomponování serveru do instalace, který bude schopný komunikovat jednak přes systémovou sběrnici, tak i přes IP protokol (kapitola 2.7), a ukládat do své paměti potřebné záznamy (telegramy). Aplikace je určena k použití zejména v Centru Asistivních Technologií při ČVUT (CAT), kde je součástí KNX systému inteligentní rozvaděč [5], který splňuje jak nároky na komunikaci, tak i na schopnost ukládat data. Proto naší snahou bude navrhnout a naimplementovat takové grafické rozhraní, které bude schopné získat od rozvaděče požadovaná data a zobrazit je uživateli v podobě grafů.

V kapitole 3.5 jsme se zmínili, že se aplikace může stát nepřehlednou při implementaci přístupu k prvkům skrze hierarchické menu. Proto jsme se rozhodli, že přístup k jednotlivým prvkům nebude skrze menu se stromovou strukturou, ale pomocí obrázku půdorysu domácnosti, na kterém budou umístěny interaktivní ikonky reprezentující spínače. Díky tomu budou v jeden okamžik k dispozici všechna ovladatelná zařízení. K řízení prvků na sběrnici opět využijeme rozvaděče, jež zajistí převod příkazu k sepnutí vyslaného aplikací do formátu, který odpovídá KNX standardu (telegram).

5 IMPLEMENTACE

Naše aplikace bude určena pro zařízení běžící pod operačním systémem iOS, který je produktem americké společnosti Apple Inc. Tento OS je známý tím, že neumožňuje interoperabilitu a tedy k vývoji SW s ním kompatibilní je potřeba použít jejich vlastní vývojové prostředí Xcode [4] [13]. To je opět možné nainstalovat jenom na jejich platformu Mac OS X. Pokud chce vývojář vyzkoušet svůj produkt na fyzickém zařízení, musí si nejprve obstarat licenci, jež momentálně činí 99\$ s platností na jeden rok. Nám ji však poskytlo ČVUT, které pro účely výuky licenci vlastní.

Jedním z vhodných návrhových vzorů pro aplikace založené na objektově orientovaném jazyce je vzor Model-View-Controller.

5.1 Architektonický vzor MVC

Architektonický vzor MVC logicky aplikaci dělí na tři skupiny (viz Obrázek 5.1), přičemž každá zpracovává odlišnou část procesu:

- Model
- View
- Controller

5.1.1 Model

Tato skupina zapouzdřuje veškerá data a funkcionalitu (logika a pravidla). Jejím úkolem je přijmout dotaz (vstupní data), zpracovat jej a jako odpověď poskytnout náležitá výstupní data, přičemž se vůbec nestará o to, od koho data přišla a jak bude s výstupem naloženo.

5.1.2 View

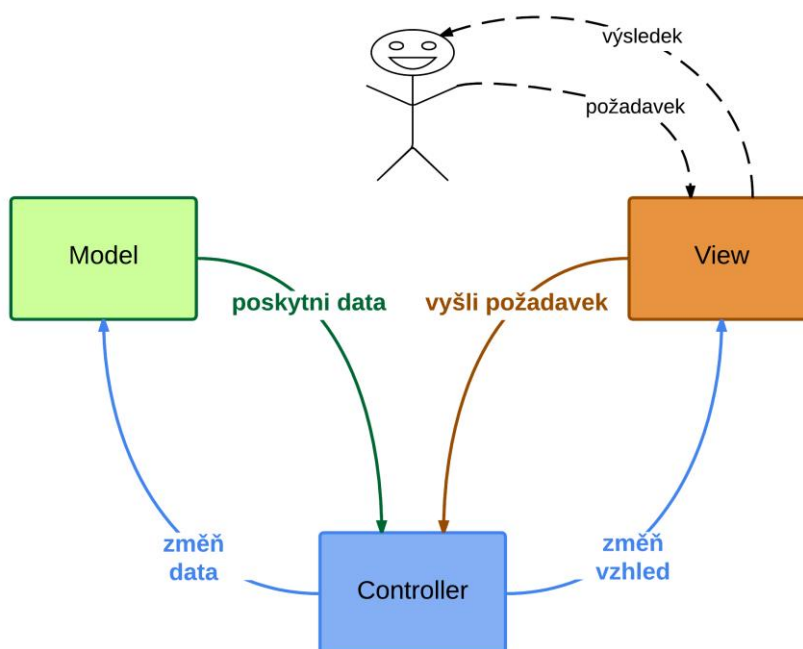
View slouží k interaktivnímu prezentování dat a stavu aplikace (zapouzdřené v Modelu) uživateli.

5.1.3 Controller

Účelem Controlleru je zajistit propojení a řídit tok informací mezi předešlými dvěma skupinami. View přesměrovává požadavky od uživatele právě k této komponentě, která následně pošle náležitě instrukce Modelu.

5.1.4 Přínos MVC

Výhodou použití MVC vzoru je především adaptabilnost kódu na změny. Pokud je program členěn podle MVC vzoru nejsou spolu jednotlivé části příliš provázané, a tudíž změny v kódu v jedné z částí nemají tak markantní dopad na zbylé dvě.



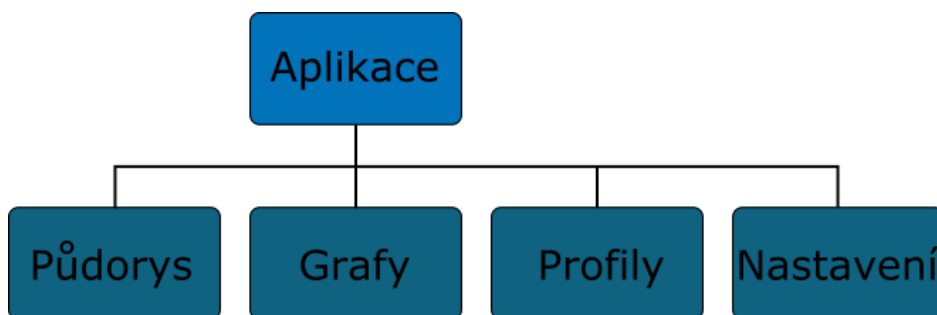
Obrázek 5.1 Varianta MVC pro iOS

5.2 Grafické uživatelské rozhraní (GUI)

Na začátku jsme uvažovaly o tom, že vytvoříme aplikaci, kterou bude možné použít v jakékoliv inteligentní instalaci, která bude schopna síťové komunikace a poskytne informace o své konfiguraci (soubor *description.xml*). Rozhodli jsme se však pro variantu méně univerzální, a to z toho důvodu, že vytvoření aplikace schopné se přizpůsobit by bylo příliš složité, uvážíme-li, že počet prvků v instalaci může být i ve stovkách. Navíc nelze zaručit jednotnost způsobu členění prvků v KNX projektu a dělení skupinových adres (kapitola 2.4).

Vzhledem ke stanoveným cílům (kapitola 4) se musí naše aplikace skládat minimálně ze dvou oken – okno s půdorysem a ovladatelnými prvky a okno pro graf zobrazující historická data. K tomu ještě přibude další okno pro spuštění předdefinovaných profilů a okno pro nastavení. Celkem bude GUI naší aplikace obsahovat čtyři typově odlišná okna.

K zajištění snadného přístupu ke všem funkcionalitám aplikace, uspořádáme všechna okna do horizontální struktury (viz Obrázek 5.2) a do spodní části obrazovky každého z nich umístíme navigační lištu [8]. Na té budou umístěna tlačítka umožňující přesun do jednoho z nezobrazených oken.



Obrázek 5.2 Horizontální struktura oken

5.2.1 Okno s půdorysem - Mapa

Pomocí tohoto okna zobrazíme půdorys, na němž budou rozmístěna tlačítka reprezentující akční členy a to tak, aby jejich poloha na půdorysu korespondovala s jejich polohou v domácnosti. Aby byl uživateli umožněn okamžitý přístup ke všem prvkům, bude se půdorys vykreslovat v takovém rozlišení, aby se na displeji iPadu zobrazil celý.

Půdorys bude možné pomocí dotykového gesta zvětšovat (dva prsty pohybující se od sebe) příp. zmenšovat (prsty k sobě). Zároveň se změnou jeho velikosti bude docházet ke změně velikosti tlačítek, avšak při zachování jejich pozice vůči mapě.

Tento způsob ovládání pomocí tlačítek bude určen takovým akčním členům, u kterých je lze definovat dvoustavovou hodnotu:

- Zásuvky – napájí/nenapájí,
- Žaluzie – stažené/vyhrnuté,
- Svítidla – zapnuté/vypnuté,
- Dveře – otevřené/zavřené.

U každého tlačítka, bez ohledu na to, jaké zařízení představuje, bude možné jednoduchým dotykem přepnout jeho stav. Pro rozpoznání jaké hodnoty prvek právě nabývá, budou mít tlačítka pro každý stav odlišný vzhled. Uživateli také umožníme dlouhým stiskem tlačítka pro světlo příp. zásuvku zavolat centrální funkci, která zapne/vypne všechna světla příp. zásuvky v dané místnosti. Na spodní liště budou umístěna tlačítka pro spínání veškerých světel nebo zásuvek v domácnosti.

5.2.2 Okno pro grafické znázornění dat - Grafy

KNX instalace v CAT obsahuje senzor pro měření teploty (venkovní a vnitřní) a meteostanice, která měří hodnotu venkovního osvětlení a rychlosti větru. A právě pro tyto veličiny bude možné si nechat vykreslit graf závislosti zvolené veličiny na čase, přičemž jeho rozsah bude odpovídat časovému rozmezí navolenému v patřičných kolonkách od-do. Kvůli přehlednosti není možné na osách vykreslit popisek pro každou hodnotu, avšak bude možnost si nechat zobrazit konkrétní hodnotu po dotyku na příslušné místo v grafu. Uživateli navíc poskytneme údaje o minimální, maximální a průměrné hodnotě v zadaném rozsahu. Pro jejich zobrazení poslouží tři textová pole umístěná mezi grafem a spodní lištou spolu s kolonkami pro zadávání dat. Pro přepínání mezi veličinami poslouží tlačítka umístěná na navigační liště.

5.2.3 Okno s profily - Profily

Toto okno bude obsahovat předdefinované tématicky orientované profily, přes které bude možné stiskem jednoho tlačítka nastavit více prvků. Při implementaci profilů využijeme centrálních funkcí (kapitola 0), díky kterým lze skrze jednu skupinovou adresu nastavit více prvků.

Seznam profilů:

- Odchod z domu – zhasnout vše, vypnout zásuvky
- Příchod domů – zapnout zásuvky
- Příchod domů večer – zapnout světla, zapnout zásuvky

5.2.4 Okno s nastavením - Nastavení

Bude se jednat o jednoduché okno s kolonkami pro určení údajů potřebných pro navázání spojení s rozvaděčem (IP adresu a port). Pod nimi se bude nacházet tlačítko, jehož stisknutím zahájíme komunikaci. V případě, že je potřeba se znova připojit k rozvaděči, nebo chceme navázat nové spojení (změníme IP adresu/port), opět stiskneme tlačítko *připojit*.

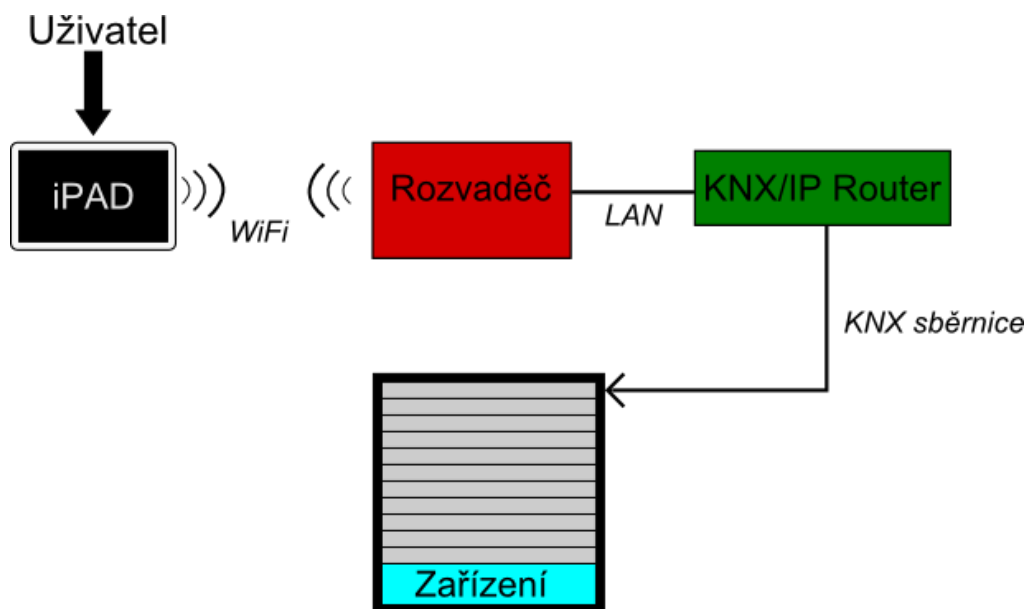
Okno bude také obsahovat stručný popis, jak aplikaci ovládat.

5.3 Implementace komunikace se systémem KNX

Funkčnost celé aplikace zcela závisí na komunikaci se systémem KNX. Ta nám umožní nejen posílat zprávy o tom, u jakého z prvků má dojít ke změně jeho stavu, ale také k získávání informací.

Komunikace se systémem KNX bude probíhat přes rozvaděč a bude se jednat o bezdrátovou síťovou komunikaci (WiFi) založenou na protokolech architektury TCP/IP (viz Obrázek 5.3). K navázání spojení s rozvaděčem bude docházet jen na podnět naší aplikace. Vždy, když si uživatel zobrazí okno s půdorysem, s profily, anebo okno pro zobrazení naměřených dat, dojde k vytvoření komunikačního kanálu mezi aplikací a rozvaděčem.

K vytvoření komunikačního kanálu mezi aplikací a rozvaděčem dojde vždy po zadání IP adresy a portu v Nastavení a stisknutí tlačítka *připojit*.



Obrázek 5.3 Zjednodušené schéma komunikace

5.3.1 Zaslání příkazu pro nastavení prvku v instalaci na požadovanou hodnotu

Pokaždé, když uživatel v okně s půdorysem nebo s profily stiskne jedno z tlačítek, je potřeba informovat KNX systém o tom, jakou akci má provést. K tomu aplikace využije navázaného spojení a pošle rozvaděči, který naslouchá, zprávu - textový řetězec ve formátu "[graddress,value]", kdy parametr *graddress* bude shodný se skupinovou adresou prvku, který celou akci vyvolal, a *value* bude jeho nová hodnota, na kterou se má nastavit. Profily jsou založené na změně stavu u více prvků, ne však všechny jsou provázány jednou

skupinovou adresou. Tento problém má jednoduché řešení, a sice takové, že aplikace pošle postupně více zpráv.

5.3.2 Získání informací o stavu systému a jejich zpracování

K získání informací o současném stavu systému, aplikace využije rozvaděč, jehož součástí je i elektronický projekt instalace KNX (ZIP archiv *.knxproj viz kapitola 2.6), který mj. obsahuje soubor *0.xml*. Protože tento soubor obsahuje nadbytečné informace pro účel naší aplikace, byl rozvaděč doplněn o novou funkci, která mj. pomocí parsování vytvoří soubor *description.xml* obsahující seznam všech funkcí s jejich atributy nově doplněné o aktuální hodnotu (viz Tabulka 3). Soubor se stavem instalace aplikace získá odesláním zprávy *[getXML]*, na což rozvaděč pošle *description.xml*, který zpracuje.

K nastavení hodnoty prvku může dojít i prostřednictvím dalšího zařízení (nástěnná tlačítka nebo dotykový panel, jiné mobilní zařízení), proto je potřeba si neustále udržovat znalost o stavech zařízení. Za tímto účelem bude aplikace žádat o *description.xml* periodicky každých 5 sekund a aktualizovat stavy tlačítek.

Veškeré potřebné informace o stavu systému poskytne aplikaci rozvaděč pomocí souboru *description.xml*. Jedná se o dokument napsaný značkovacím jazykem a jako takový obsahuje nám známé uspořádání elementů (Obrázek 5.4). Element *emp* označuje funkci naimplementovanou v instalaci a elementy *name*, *type*, *knxtype*, *graddress*, *DPT*, *ID*, *actual* slouží pro uchování vlastností dané funkce. Tabulka 3 obsahuje význam jednotlivých elementů.

Tabulka 3 Seznam elementů souboru *description.xml*

Element	Význam
emp	funkce
name	název funkce
type	typ zařízení definovaný projektantem
knxtype	datový typ použitý pro hodnoty funkce v softwaru
graddress	skupinová adresa
DPT	datový typ, který nabývají hodnoty funkce dle standardu KNX
ID	Identifikátor
actual	aktuální hodnota

```

<emp>
  <name>3. patro-osvětlení-L 4.2.10a</name>
  <type>LIGHT</type>
  <knxtype>BOOL</knxtype>
  <graddress>3/1/0</graddress>
  <DPT>DPT_Switch(DPST-1-1)</DPT>
  <ID>P-03D3-0_GA-2</ID>
  <actual>>false</actual>
</emp>
<emp>
  <name>3. patro-osvětlení-L 4.2.10b</name>
  <type>LIGHT</type>
  <knxtype>BOOL</knxtype>
  <graddress>3/1/1</graddress>
  <DPT>DPT_Switch(DPST-1-1)</DPT>
  <ID>P-03D3-0_GA-3</ID>
  <actual>>false</actual>
</emp>

```

Obrázek 5.4 Ukázka obsahu *description.xml*

5.3.3 Získání naměřených dat a jejich zpracování

Rozvaděč si ve své paměti udržuje historii všech telegramů, včetně měřených hodnot spolu s časem pořízení. Aplikace o tato data požádá posláním zprávy [*getData(X;Y;zařízení)*]. První dva parametry *X*, *Y* určují, v jakém časovém rozmezí mají hodnoty být (ve formátu dd.mm.yyyy hod:min). Za parametr *zařízení* je dosazena skupinová adresa funkce, jejíž hodnoty se zaznamenávají a které jsou vyžadovány. Aby byl rozvaděč schopný poskytnout jen ta data, o která aplikace žádá, bylo zapotřebí do něj naimplementovat novou funkci. S její pomocí rozvaděč prohledá naměřené hodnoty zvolené veličiny a pro zadaný časový interval vloží všechny adekvátní dvojice čas-hodnota do nového **.xml* souboru (seznam elementů viz Tabulka 4). Ten poté rozvaděč soubor pošle a aplikace jej zpracuje.

Tabulka 4 Seznam elementů souboru s historickými hodnotami

Element	Význam
telegram	telegram
time	čas zaznamenání
destination	zdrojová skupinová adresa
value	zaznamenaná hodnota
source	adresa prvku, jež telegram vyslal

Rozvaděč na podnět aplikace poskytne historické záznamy telegramů pro určitou funkci systému. Příchozí data budou formátovaná jako XML soubor, takže dílčí údaje budou uspořádaná do předem definované struktury (viz Obrázek 5.5).

Element *telegram* odděluje zaznamenané telegramy a informace o něm jsou obsaženy v elementech *time*, *destination*, *value* a *source*. Aplikace využije data uchovaná v elementu *time* (čas pořízení hodnoty) a *value* (hodnota funkce v daném čase), kdy je pro každou z nich vytvořena kolekce.

```
<telegram>
  <time>2015-04-01 00:01:26</time>
  <destination>3/3/14</destination>
  <value>9.12</value>
  <source>1.1.7</source>
</telegram>
<telegram>
  <time>2015-04-01 00:30:26</time>
  <destination>3/3/14</destination>
  <value>8.08</value>
  <source>1.1.7</source>
</telegram>
<telegram>
  <time>2015-04-01 01:00:43</time>
  <destination>3/3/14</destination>
  <value>7.28</value>
  <source>1.1.7</source>
</telegram>
```

Obrázek 5.5 Ukázka obsahu souboru s historickými hodnotami

5.4 Ovládání hlasem

Pro usnadnění řízení inteligentního prostředí jsme se rozhodli naimplementovat hlasové ovládání. Vize je asi taková, že poté co uživatel udělá spouštěcí povel (řekne klíčové slovo, stiskne tlačítko), aplikace zaznamená jeho hlasový povel a ten bude převeden na zprávu ve formátu *[graddress,value]* (viz 5.3.1). Toto ovládání bude určeno především pro spouštění centrálních funkcí a ovládání vchodových dveří.

5.4.1 OpenEars Framework

Pro platformu iOS existuje několik frameworků, které umožňují převod řeči na text. My jsme se rozhodli pro OpenEars (<http://www.politepix.com/openears/>). Ten umožňuje offline převod, kdy se převod řeči uskuteční na daném zařízení a není tedy třeba nahrávku posílat na vzdálený server (což vyžaduje stálé připojení k internetu). To s sebou nese omezení

v počtu slov, kterým může aplikace porozumět, a sice, kapacita slovníku může být maximálně 300 slov. Bohužel je v současné době podporován pouze anglický nebo španělský jazyk, čemuž budou muset být přizpůsobeny i příkazy. Bude se ale jednat o základní povely, které by měl zvládat každý s absolutními základy angličtiny.

5.4.2 Formát požadavků

Aby ovládání hlasem bylo opravdu užitečné a přínosné pro uživatele, je potřeba, aby bylo co nejintuitivnější a nejjednodušší. Požadavek bude ve většině případů složen ze dvou skupin slov. Jedna bude odkazovat na prvek (prvky), jež má být nastaven, a druhá bude definovat stav, na který se má nastavit.

Pro usnadnění rozpoznání kam jaké slovo patří, bude formát požadavku následující, přičemž bude každý atribut zastoupen jedním slovem:

MÍSTO + (TYP PRVKU + KONKRÉTNÍ PRVEK) + STAV

Význam atributu „MÍSTO“ je celkem zřejmý, uživatel tím určí, v jakém prostoru má dojít ke změně (např. KITCHEN). S následujícím dvoj-atributem to bude už složitější. Poté co uživatel řekne, co za prvky chce použít (např. LIGHTS), bude muset definovat jaký konkrétní má na mysli. To bude vyžadovat, aby byl každému prvku přiřazen jednoznačný, unikátní jednoslovný identifikátor (např. MAIN, LEFT,...). Navíc zde bude speciální identifikátor, který bude zastupovat všechny prvky daného typu (např. ALL). Poslední atribut poslouží k určení, do jakého stavu se má prvek přepnout.

5.4.3 Slovník

Jak již bylo naznačeno při popisu frameworku, je potřeba vytvořit „slovník“, jež bude obsahovat slova, která aplikace bude schopna převést. Slovník se bude skládat ze slov popisujících místo, slov určujících typ prvku a slov pro stav prvku. Výsledný seznam slov zobrazuje Tabulka 5 a Tabulka 6 uvádí příklad několika frází a funkcí, na které jsou převáděna.

Tabulka 5 Slovník pro hlasové ovládání

Slovník	
Kategorie	Slovo
Místo	KITCHEN
	BEDROOM
	BATHROOM
	LIVING
	ROOM
Typ	LIGHTS
	LIGHT
	DOOR
Stav	ON
	OFF
	OPEN
	CLOSE

Tabulka 6 Příklady frází a náležitých funkcí

Fráze	Funkce
LIGHTS ON	Rozsvítit všechna světla
LIGHTS OFF	Zhasnout všechna světla
DOOR OPEN	Otevřít vchodové dveře
DOOR CLOSE	Zavřít vchodové dveře
KITCHEN LIGHTS ON	Rozsvítit všechna světla v kuchyni

6 TESTOVÁNÍ

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4, aplikace je určena pro CAT, proto byl tento prostor rovněž zvolen jako testovací. Tento prostor disponuje jak akčními členy, tak senzory, a je tak vhodný pro ověření funkčnosti aplikace.

Je nutné podotknout, že chování aplikace je lépe patrné z videa (např. změna stavu prvku v instalaci, které je součástí příloženého CD).

Po spuštění aplikace se zobrazí úvodní obrazovka (viz Obrázek 6.2), která zmizí, když je aplikace připravená k použití. Poté se objeví okno Nastavení (viz kapitola 6.3). Důležitým prvkem ve všech oknech je spodní navigační lišta. Ta vždy obsahuje tlačítka pro přepínání mezi okny (pro zvolené okno je tlačítko zprůhledněné) a tlačítko pro spuštění hlasového ovládání (viz Obrázek 6.1). V některých oknech jsou na lištu umístěny další prvky (viz podkapitoly).



Obrázek 6.1 Spodní lišta



CENTRUM
ASISTIVNÍCH
TECHNOLOGIÍ




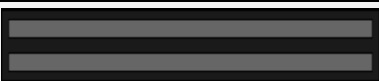


Ovládání domácí instalace

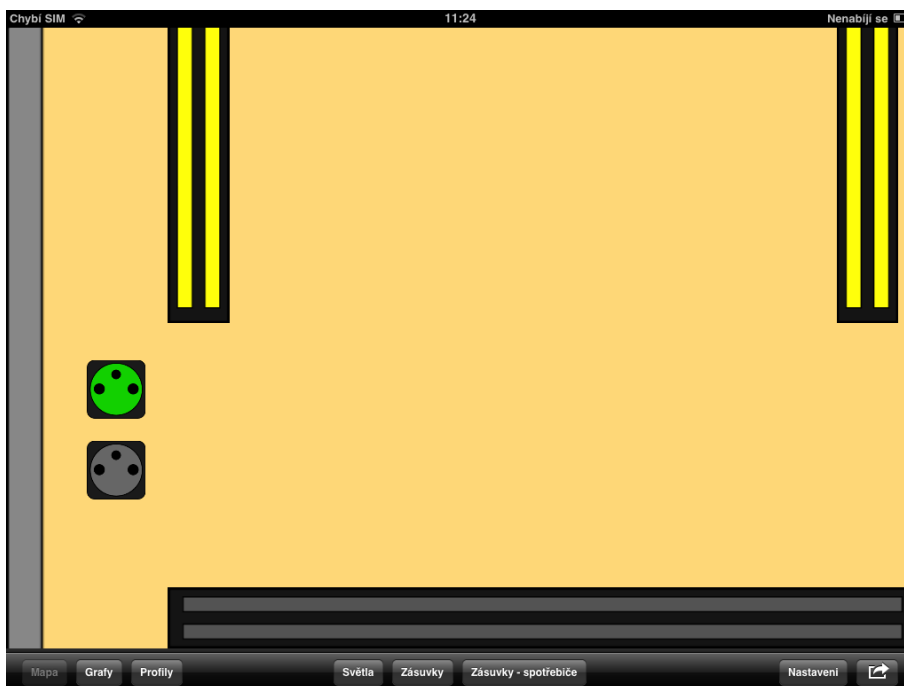
Obrázek 6.2 Úvodní obrazovka

6.1 Testování okna Mapa

Při kliknutí na tlačítko Mapa na spodní liště, se zobrazí okno s půdorysem domácnosti, kdy jsou pro lepší přehlednost jednotlivé místnosti barevně odlišené. Po půdorysu jsou rozmístěna tlačítka, jejichž vzhled odpovídá stavu prvku, který reprezentují (viz Tabulka 7). Na spodní lištu jsou přidána tři tlačítka, jenž umožní jednorázově přepnout stav u všech světel, zásuvek nebo zásuvek pro spotřebiče nacházejících se v domácnosti (viz Obrázek 6.3).

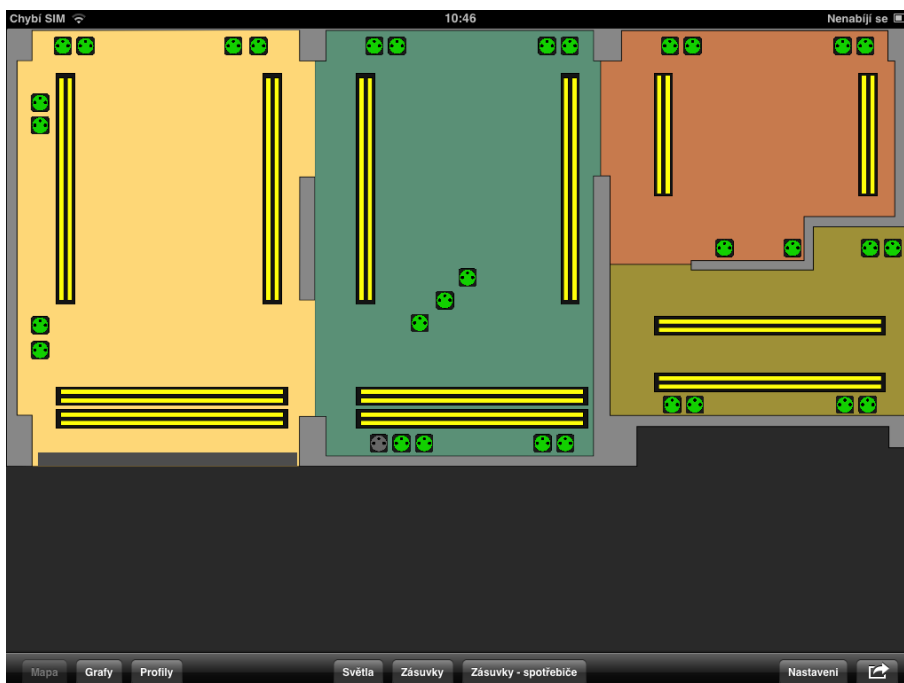
Tabulka 7 Seznam prvků a vzhled tlačítek pro jejich stavy

Dveře	Otevřené	
	Zavřené	
Světlo	Rozsvícené	
	Zhasnuté	
Zásuvka	Zapnutá	
	Vypnutá	



Obrázek 6.3 Okno Mapa – nejvíce oddálené

Jak ukazuje Obrázek 6.4 obrazovka iPadu má dostatečné rozlišení, aby byl půdorys s tlačítky dobře čitelný i při maximálním oddálení. Přibližování bude užitečné v případě, že budou do instalace přidány další ovladatelné prvky a bude se tak pro větší přehlednost vykreslovat vždy jen určitý počet tlačítek v závislosti na velikosti přiblížení.



Obrázek 6.4 Okno Mapa – nejvíce přiblížené

Obrázek 6.5 ukazuje, že stav tlačítek pro zásuvky je shodný se stavem zásuvek v instalaci – tlačítko v levém horním rohu je šedě zbarvené, jelikož dvojice zásuvek (první dvě zleva) nejsou napájené (nesvítí indikační LEDka).



Obrázek 6.5 Okno Mapa - ukázka z videa

Při testování okna Mapa bylo ověřeno správné chování všech jeho funkcí:

- Tlačítka správně reagují jak na běžný dotek, tak i na dlouhý stisk vyvoláním patřičné centrální funkce pro danou místnost.
- Stav tlačítek v aplikaci díky komunikaci s rozvaděčem (posílání zpráv i pravidelná žádost o *description.xml*) koresponduje se stavem prvků v instalaci (viz Obrázek 6.5).
- Velikost půdorysu lze efektivně upravovat pohybem dvou prstů při zachování polohy tlačítek vůči stěnám (viz Obrázek 6.4 a Obrázek 6.3).

6.2 Testování okna Profily

Jak ukazuje Obrázek 6.6, okno Profily je rozděleno na dvě části – levou a pravou. V levé části se nacházejí tlačítka pro hromadné ovládání prvků instalace, kdy jsou kategorizována podle typu prvku. V pravé části jsou umístěna tlačítka pro nastavení profilu.



Obrázek 6.6 Okno Profily

6.3 Testování okna Nastavení

Okno Nastavení obsahuje pole pro určení IP adresy a portu rozvaděče a tlačítka, po jehož stisku se zařízení pokusí s rozvaděčem spojit. V pravé části je také umístěn stručný manuál k používání aplikace (viz Obrázek 6.7).



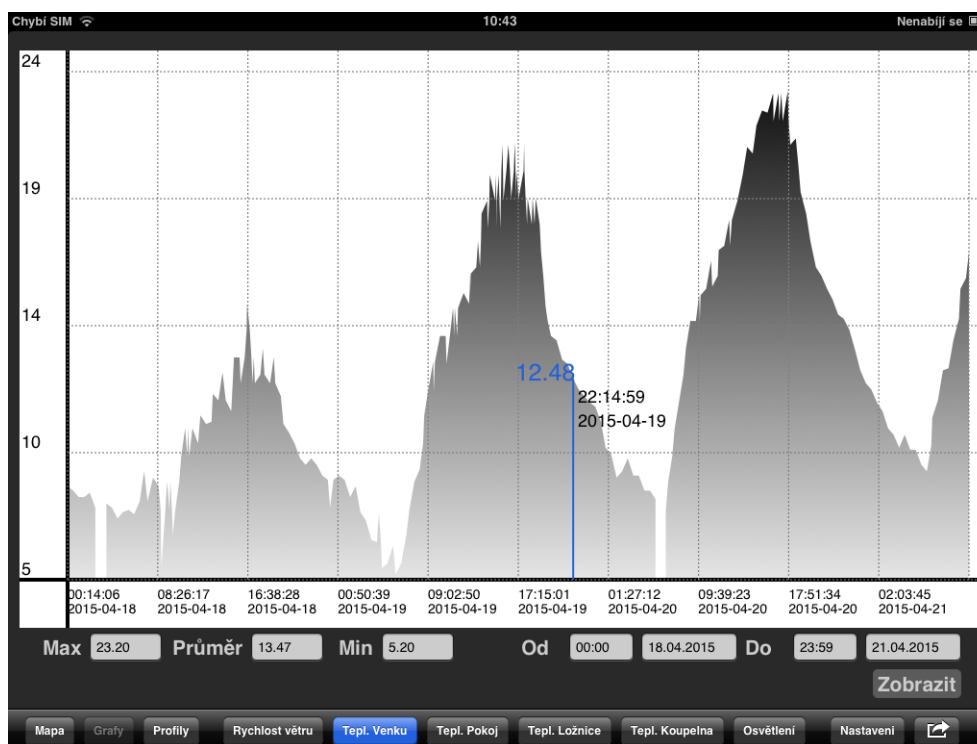
Obrázek 6.7 Okno Nastavení

6.4 Testování okna Grafy

Okno Grafy se skládá z plochy pro vykreslování grafů a panelu, který obsahuje textová pole pro zobrazení maximální, minimální a průměrné hodnoty, pole pro zadávání časového intervalu od-do a tlačítko pro vyslání pokynu k vykreslení grafu. Na spodním panelu navíc přibyla tlačítka pro určení vykreslované veličiny, kdy u zvolené veličiny je patřičné tlačítko modře zbarvené (viz Obrázek 6.9).

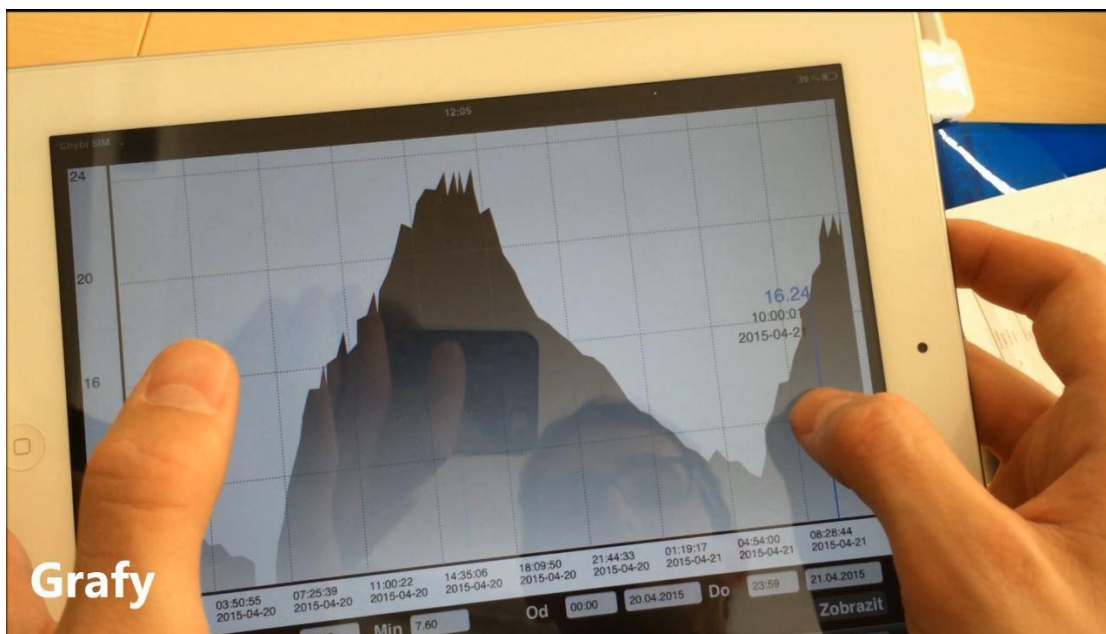
Pro zadání data či času stačí kliknout do příslušného pole a na obrazovce se zobrazí čítač, kterým lze určit časový údaj (viz Obrázek 6.11 a Obrázek 6.12 Obrázek 6.11).

V případě, že v zadaném časovém intervalu se v obdržných datech vyskytuje časová mezera, tj. rozdíl časů mezi dvěma po sobě jdoucími hodnotami je delší, než interval s jakým je aktuální hodnota veličiny pravidelně zaznamenávána, je křivka grafu přerušena a pokračuje až od okamžiku následující hodnoty (viz Obrázek 6.8 a mezeru mezi šestou a sedmou vertikální linií).



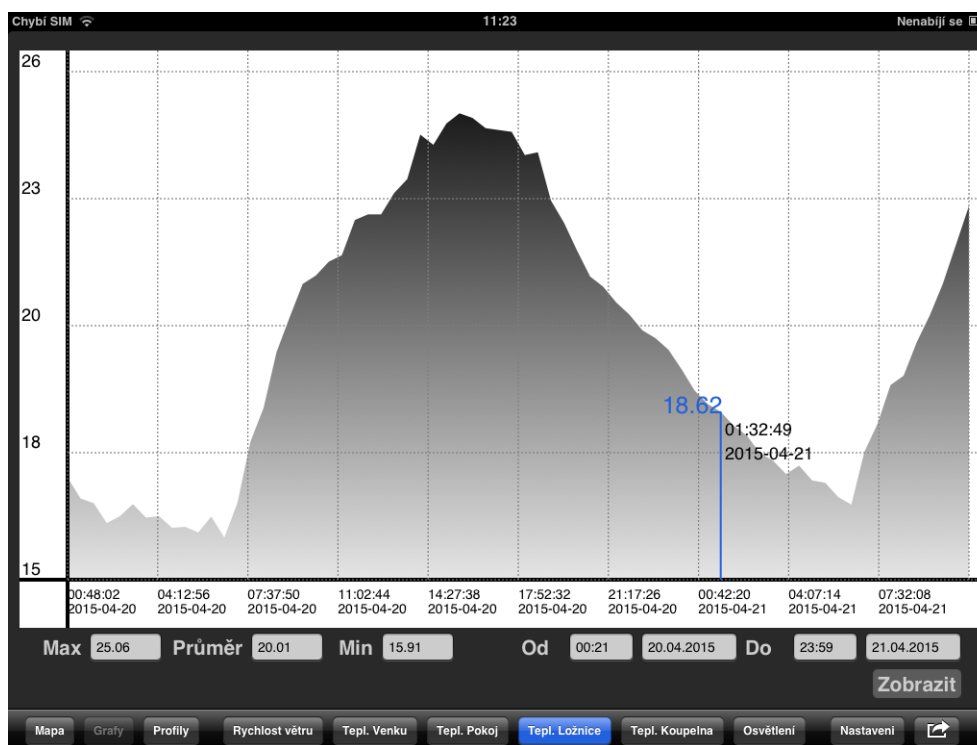
Obrázek 6.8 Okno Grafy – graf venkovní teploty

Obrázek 6.9 je ukázkou z vykreslování grafů v reálném prostředí. Je možné vidět, jak se vykresluje vodící čára spolu s hodnotou a časem v místě doteku



Obrázek 6.9 Okno Graf - ukázka z videa

Následující Obrázek 6.10 je další ukázkou vykreslování grafu. Zde se vykresluje teplota v ložnici.

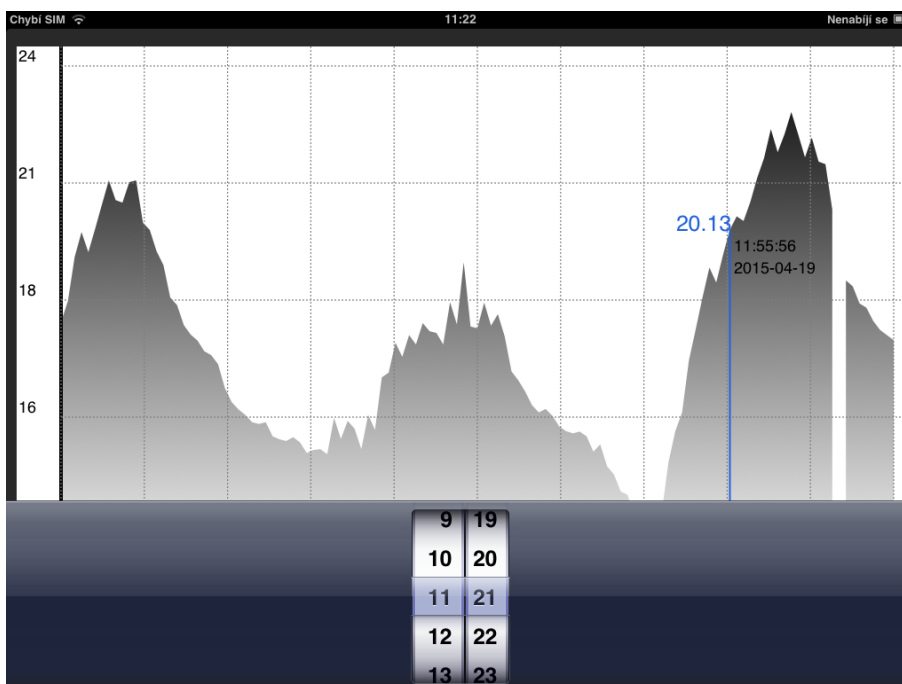


Obrázek 6.10 Okno Grafy – graf teploty v ložnici

Následující dva obrázky ukazují, jak vypadají čítače pro nastavení data (Obrázek 6.11) a času (Obrázek 6.12 a Obrázek 6.12). Čítače zmizí po doteku kamkoliv mimo jejich plochu.



Obrázek 6.11 Okno Grafy – čítač pro nastavení data



Obrázek 6.12 Okno Grafy – čítač pro nastavení času

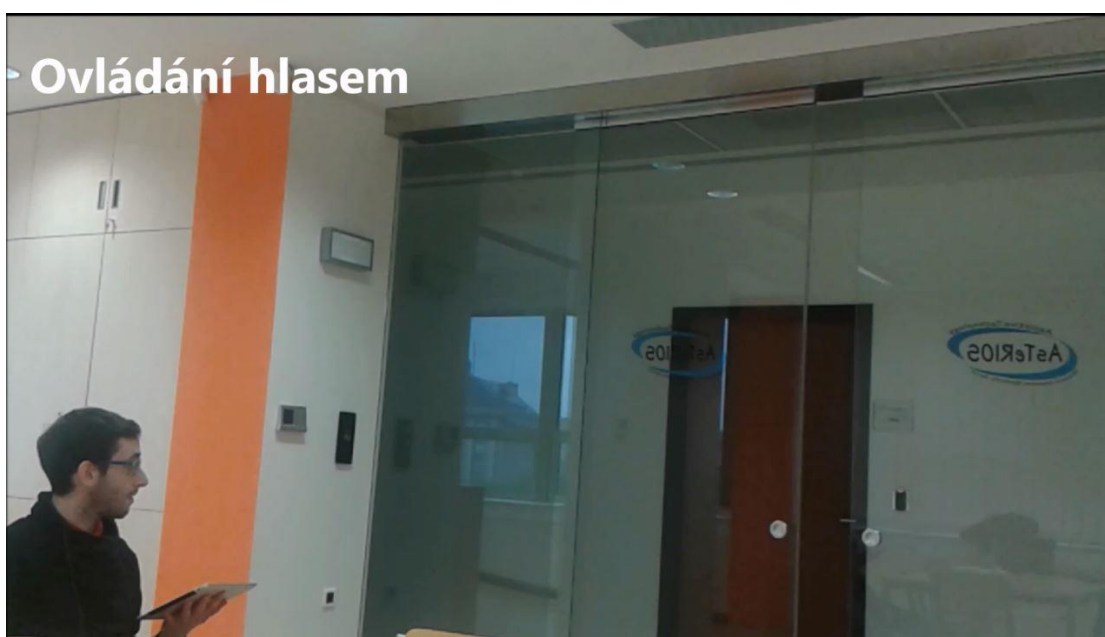
Testováním okna Grafy bylo ověřeno:

- Aplikace dokáže poslat žádost rozvaděči a zpracovat obdržená data tj. vykreslit graf (viz Obrázek 6.9).
- Uživateli se vykreslí na místě doteku vodící čára s příslušným časem a hodnotou.

6.5 Testování hlasového ovládání

Bylo otestováno, že s využitím frameworku OpenEars je aplikace schopna ovládat prvky inteligentní domácnosti pomocí hlasu. Avšak rozpoznávání slov nebylo zcela bezchybné a to zejména v případech, kdy slovník obsahoval podobně znějící slova.

Obrázek 6.13 zachycuje moment při zavírání dveří příkazem „DOOR CLOSE“.



Obrázek 6.13 Ovládání hlasem - ukázka z videa

7 ZÁVĚR

Na začátku práce byly popsány základy standardu KNX a princip řízení inteligentní instalace (viz kapitola 2). Znalost těchto informací je nezbytná pro správnou implementaci aplikace. Dále byla provedena rešerše existujících aplikací pro ovládání chytrých domů (viz kapitola 3). Zmapování chování a vlastností, které tyto aplikace mohou nabídnout, pomohou k návrhu uživatelsky přívětivého produktu.

Další část práce byla věnována samotné implementaci aplikace pro mobilní zařízení iPad (viz kapitola 5). Nejprve zde bylo pojednáváno o metodice Model-View-Controller, jakožto o zvoleném architektonickém vzoru. Dále zde byl zmíněn návrh grafického rozhraní aplikace, kdy bylo každé funkci aplikace přiřazeno vlastní okno. Snaha byla vytvořit aplikaci s intuitivním ovládáním, kde bude možné přímého pohybu mezi jednotlivými okny. Také bylo zapotřebí zajistit obousměrné spojení mezi aplikací a systémem KNX. K tomu byl využit rozvaděč, který může komunikovat jak s mobilním zařízením, tak i s instalací za pomoci tzv. telegramů.

Součástí práce bylo i testování aplikace na reálném zařízení (iPad) v reálné inteligentní domácnosti – v Centru Asistivních Technologií (CAT) při ČVUT. Průběhu a vyhodnocení testování se věnuje kapitola 6, která obsahuje i ukázky z testování v podobě obrázků. Součástí elektronické přílohy je video ukázka z používání aplikace v CAT.

Výsledky testování naznačují, že výsledná aplikace pro operační systém iOS umožňuje vykreslovat grafy na základě příchozích dat a ovládat prvky systému inteligentní domácnosti, čímž byly splněny veškeré stanovené cíle (viz kapitola 4). Navíc se povedlo do aplikace zakomponovat ovládání hlasem pro několik základních prvků (viz kapitola 5.4).

Do budoucna by bylo dobré umožnit ovládat hlasem pro všechny prvky instalace a zajistit snímání hlasu přes jiný snímač než ten, co je umístěn na mobilním zařízení (např. bluetooth přenos).

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČÁPKA, David. MVC architektura. In: *ITnetwork.cz: Sociální síť pro IT profesionály* [online]. 2012-8-20 [vid. 2015-3-10]. Dostupné z WWW: <http://www.itnetwork.cz/mvc-architektura-navrhovy-vzor>
- [2] Oficiální stránky Apple Apple Inc. iTunes. In: Dostupné z WWW: <https://www.apple.com/itunes>
- [3] KUČEROVÁ, Hana. *Inteligentní instalace KNX a její ovládání*. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechniky. Dostupné z WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/23271>
- [4] ZIKMUND, Jiří. *Interaktivní informační aplikace pro mobilní zařízení na platformě iOS*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. České vysoké učení technické Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd. Dostupné z WWW: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/5538/BP_2012_Zikmund.pdf?sequence=1
- [5] TREJTNAR, Ladislav. *Inteligentní rozvaděč pro instalaci standardu KNX*. Praha, 2014. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechniky. Dostupné z WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/24213>
- [6] KNX Association. *System Specification Interworking, Datapoint Types*. 2014-4-15 [cit. 2015-3-30]. Dostupné z WWW: <http://www.knx.org/media/docs/downloads/KNX-Standard/Datapoint-Types.pdf>
- [7] KNX Association. *XML Schema Documentation*. KNX Association. 2011-6-24 [cit. 2015-3-13]. Dostupné z WWW: http://www.knx.org/fileadmin/support_files/KNX-XML%20Project-Schema-v10%20-%20Description.pdf
- [8] Apple Inc. *iOS Human Interface Guidelines*. Apple Inc. 2014-3-10 [cit. 2015-3-15]. Dostupné z WWW: https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/index.html#//apple_ref/doc/uid/TP40006556-CH66-SW1

- [9] HALUZA, Miroslav, MACHÁČEK, Jan. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. In: *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2011-9-19 [vid. 2015-3-27]. Dostupné z WWW: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [10] VAŇUŠ, Jan. Komplexní řízení budov – základní přehled KNX systémů. Ostrava, 2014. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné z WWW:
http://netfei.vsb.cz/downloads/autorske_texty/Komplexni%20rizeni%20budov%20-%20Zakladni%20prehled%20KNX%20systemu.pdf
- [11] ABB GmbH. *Technical Data SA/S x.16.6.1*. 2014-6-5 [vid. 2015-3-29]. Dostupné z WWW:
[http://www09.abb.com/global/scot/scot395.nsf/veritydisplay/48b64ccf61048c2cc1257cee0044d7c1/\\$file/SAS_X1661_TD_EN_V3-0_2CDC505082D0203.PDF](http://www09.abb.com/global/scot/scot395.nsf/veritydisplay/48b64ccf61048c2cc1257cee0044d7c1/$file/SAS_X1661_TD_EN_V3-0_2CDC505082D0203.PDF)
- [12] ABB GmbH. *Technical Data JA/S 8.230.1M*. 2014-6-5 [vid. 2015-3-29]. Dostupné z WWW:
[http://www09.abb.com/global/scot/scot395.nsf/veritydisplay/69903ab40b7660d1c1257cee0044de3c/\\$file/JAS_82301M_TD_EN_V2-0_2CDC506020D0202.PDF](http://www09.abb.com/global/scot/scot395.nsf/veritydisplay/69903ab40b7660d1c1257cee0044de3c/$file/JAS_82301M_TD_EN_V2-0_2CDC506020D0202.PDF)
- [13] KOCHAN, Stephen G. *Programming in Objective-C*. 4th ed. Indianapolis, IN: Addison-Wesley Professional, 2012, xiv, 544 p. ISBN 978-032-1811-905.

9 SEZNAM PŘÍLOH

Elektronická příloha (CD)

- Složka Foto – fotografie z používání aplikace v reálném prostředí (CAT)
- Složka SW – kompletní zdrojové kódy aplikace
- Složka Video – video ukázka z používání aplikace v reálném prostředí (CAT)
- Dokument Bakalářské práce v PDF