

## **Využití KNX technologie pro řízení provozně technických funkcí ve Smart Home**

Utilization of KNX Technology for Operational and Technical Functions Control in Smart Home

**Tomáš Unverdorben**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Vaňuš, Ph.D.

Ostrava, 2021

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Janu Vaňušovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce, které vedly k vypracování této bakalářské práce. Další poděkování míří mé rodině za jejich podporu a trpělivost během celého studia.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá řízením provozních funkcí v inteligentních domech. V teoretické části se podrobně zaměřuje na sběrníkový systém KNX, popis systému, topologii, adresování, způsob komunikace a softwarový nástroj ETS k programování jednotlivých komponentů. Dále se zaměřuje na komunikaci a spolupráci jednotlivých komponentů pro ovládání provozně technických funkcí se zaměřením na snížení provozních nákladů. V praktické části se zabývá návrhem projektu pro řízení provozně technických funkcí s ohledem na snížení provozních nákladů.

## **Klíčová slova**

KNX, Inteligentní dům, snížení provozních nákladů

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the management of operational functions in smart homes. The theoretical part focuses in detail on the KNX bus system, system description, topology, addressing, communication method and software tool ETS for programming of individual components. It also focuses on communication and cooperation of individual components for the control of operational and technical functions with a focus on reducing operating costs. The practical part deals with the design of a project for the management of operational and technical functions with regard to the reduction of operating costs.

## **Keywords**

KNX, smart home, reduction of operational costs

## Obsah

Seznam zkratk a symbolů .....	6
Seznam obrázků .....	7
1 Úvod .....	8
2 Rešerše .....	9
3 Smart Home.....	11
3.1 Spotřeba energie v budovách a její řízení .....	11
4 Přehled řídicích systémů .....	14
4.1 Struktura systému .....	14
4.1.1 Centralizovaný systém.....	14
4.1.2 Decentralizovaný systém.....	14
4.1.3 Hybridní systém.....	14
4.2 Používané technologie pro řízení budov .....	14
4.2.1 KNX .....	14
4.2.2 LonWorks.....	14
4.2.3 BACnet.....	15
4.2.4 Nikobus.....	15
5 Systém KNX.....	16
5.1 KNX asociace.....	16
5.2 Přenosová média.....	16
5.3 Topologie systému KNX.....	17
5.4 Adresování.....	18
5.4.1 Individuální adresa .....	18
5.4.2 Skupinová adresa.....	19
5.5 Komunikace .....	19
5.5.1 TP telegram .....	19
5.6 Přístroje na sběrnici.....	20
5.6.1 Druhy sběrniceových přístrojů .....	20
5.7 ETS .....	20
6 Řízení provozně technických funkcí .....	21
6.1 Osvětlení.....	21
6.1.1 DALI.....	21
6.2 Stínění.....	22
6.3 Vytápění, větrání, chlazení (HVAC).....	23
6.4 Bezpečnost .....	23

7	Návrh projektu .....	24
7.1	Funkce systému .....	24
7.1.1	Osvětlení.....	24
7.1.2	Stínění.....	25
7.1.3	Vytápění a chlazení.....	25
7.1.4	Odvětrávání .....	26
7.1.5	Spínání zásuvkových okruhů .....	26
7.2	Zprovoznění.....	26
8	Závěr .....	31
	Literatura.....	32
	Seznam příloh.....	35

## Seznam zkratek a symbolů

KNX – standard pro systémovou techniku budov založený na platformě EIB

ETS – Engineering Tool Software

DALI – Digital Addressable Lighting Interface

LED – Light-Emitting Diode

API – Application Programming Interface

IoT – Internet of Things

HVAC – Heating, ventilation and air conditioning

USB – Universal Serial Bus

PC – Personal Computer

EIB - European Installation Bus

LON - Local Operating Network

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol

BACnet - Building Automation and Controls Network

BCI - Baltibus Club International

TP – Twisted pair

PL – Power line

RF - Radio frequency

IP – Internet Protocol

DVC – sběrníkové zařízení

LC – Line coupler

ML – Main line

BL - Backbone line

PS/Ch – Power supply with choke

CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Průměrné rozdělení roční spotřeby energie domácnosti v bytě[16] .....	11
Obrázek 2 Třídění budov podle kategorií energetické náročnosti podle EN 15232-1[17].....	12
Obrázek 3 Náklady na systémovou instalaci ve srovnání s klasickou[18] .....	12
Obrázek 4 Příklady úspor a přínosů KNX systémových instalací[19].....	13
Obrázek 5 Možnosti sítě LonWorks [21] .....	15
Obrázek 6 Vznik KNX [26] .....	16
Obrázek 7 Sběrníkový kabel [27] .....	17
Obrázek 8 Příklad topologie KNX [29] .....	18
Obrázek 9 Struktura individuální adresy [28].....	19
Obrázek 10 Struktura TP telegramu [30].....	20
Obrázek 11 Porovnání zapojení osvětlení - analogové řízení 0-10 V[33].....	22
Obrázek 12 Porovnání zapojení osvětlení - DALI řízení[33] .....	22
Obrázek 13 Půdorys domu .....	24
Obrázek 14 Vyhodnocení stavu okna a blokování vytápění a chlazení.....	27
Obrázek 15 Ovládání světla na základě přítomnosti .....	28
Obrázek 16 Ovládání žaluzií na základě slunečního svitu a přítomnosti.....	28
Obrázek 17 Přepínání režimu termostatu na základě přítomnosti a dne nebo noci .....	29
Obrázek 18 Automatické ovládání žaluzií na základě režimu vytápění nebo chlazení a slunečního svitu .....	30

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce má za cíl zpracování návrhu možnosti řízení provozně technických funkcí ve Smart Home s ohledem na snížení provozních nákladů.

V teoretické části bakalářské práce se nejprve věnují řešerši k problematice inteligentního domu. Dále popisují princip inteligentního domu, přehled řídicích systémů s důrazem na popis systému KNX a to konkrétně topologii systému, adresování, způsob komunikace a nástroj ETS pro programování. Pro zdokonalení svých znalostí systému KNX a snadnější zvládnutí praktické části bakalářské práce, jsem v minulém roce absolvoval odborný kurz zaměřený na systém KNX a získal certifikát opravňující vytváření a úpravu inteligentních instalací KNX. Rovněž uvádím, jaké jsou možnosti řízení provozně technických funkcí inteligentního domu, které mají vliv na úsporu energií v budovách.

V praktické části bakalářské práce jsem vytvořil projekt pro řízení konkrétního rodinného domu pomocí KNX standardu, kde se ovládají tyto provozně technické funkce: osvětlení, ovládaní žaluzií, vytápění, chlazení, větrání a ovládaní zásuvek. Pro návrh realizace projektu jsem zvolil KNX přístroje od firmy Schneider Electric.

V přílohách bakalářské práce jsou vypracované návody pro práci se SW nástrojem ETS a podrobné možnosti nastavení k jednotlivým KNX komponentům použitých v projektu.



## 2 Rešerše

Alexakis představuje IoT Agent, webovou aplikaci pro vzdálené monitorování a ovládání chytré domácnosti. Aplikace integruje chatovacího robota, který dokáže porozumět textovým nebo hlasovým příkazům. Aplikace integruje několik API třetích stran do jednoho. [1]

Chamorro-Atalaya se zabývá vývojem řídicí sítě osvětlení ke snížení spotřeby energie komerčních budov pomocí protokolu KNX, využívající komponenty KNX, DALI a LED svítidla. Implementace této technologie snižuje spotřebu energie o 82,33 %. [2]

Chincheru a Alonso představují přehled metodik pro řízení spotřeby budov zaměřený na používání LED světelných systémů v Smart Buildings za účelem snížení spotřeby při zachování uživatelského komfortu. Zaměřuje se na pohodlí, bezpečnost a energetickou účinnost a komunikaci v budovách pomocí integrovaných technologií a protokolů. [3]

Damodaran řeší spotřebu energie v budovách a navrhuje síťovou architekturu využívající KNX protokol. Přidává fuzzy zařízení pro zlepšení monitorování a ovládání činností z hlavního serveru. Pomocí tohoto navrhovaného modelu je vyzkoušeno snížení spotřeby elektrické energie z neobvyklých elektrických spotřebičů, které jsou v běžném případě zapnuty. [4]

Feki představuje levné řešení založené na Raspberry PI s propojením na KNX, týkající se problému spotřeby energie v domácí automatizaci. Získané výsledky ukazují, že toto řešení může přinést pokles spotřeby energie o více než 30 %. [5]

Sapundzhi ve své práci představuje domácí automatizační systém založený na KNX. Takové technické systémy lze dálkově monitorovat a ovládat. [6]

Skvortsova se zabývá inovacemi a návrhy řešení ke snížení spotřeby energie. Hlavní důraz je kladen na využití technologie „smart home“. Využití technologií Smart Grid a Smart Home významně zvyšuje efektivitu obchodních procesů, což umožňuje přesněji plánovat spotřebu energie. Studie ukázaly, že použití inovativních technologií může ušetřit až třetinu spotřebované energie. Existuje však pozitivní trend v používání technologií Smart Grid a Smart Home při optimalizaci řízení podnikových procesů podle obchodních struktur. [7]

Syarmila Bt Sameon představuje přehled a srovnání různých komunikačních technologií běžně používaných v inteligentních budovách. Inteligentní budova a její aplikace se dnes staly jedním ze základních způsobů, jak zajistit lepší kvalitu života a životního prostředí. Inteligentní infrastruktura budov využívá tuto technologii ke sdílení informací mezi aplikacemi automatizací různých procesů, jako je osvětlení, vytápění, ventilace a klimatizace (HVAC), zabezpečení a další systémy. [8]

Toylan a Cetin navrhli a nainstalovali simulátor KNX pro výuku studentů inženýrství na inteligentních domácích systémech. Simulátor KNX by měl být modulární a uživatelsky přívětivý. Kromě toho by tento simulátor měl mít rozšiřující slot pro jeho použití s různými zařízeními kompatibilními s protokolem KNX. Jsou vysvětleny moduly simulátoru a softwarového programovacího nástroje KNX ETS. [9]

Bešina a Bilík popisují návrh měřicího systému pro měření intenzity osvětlení a vyhodnocení úspor energie pomocí řízeného zdroje světla pracujícího s KNX. Měřicí systém je založen na virtuální instrumentaci a používá USB měřicí kartu NI 6009. [10]

Magno navrhuje levný, bezdrátový, snadno instalovatelný inteligentní systém LED osvětlení, který automaticky upravuje intenzitu světla, aby ušetřil energii a udržoval spokojenost uživatelů. Systém kombinuje snímače pohybu a snímače světla v bezdrátovém řešení využívající komunikaci

Zigbee. V práci je představen návrh a implementace navrhovaného systému v reálném nasazení. Navrhovaný systém inteligentního osvětlení snižuje celkovou spotřebu energie o 55 % během období šesti měsíců a až o 69 % v jarních měsících.[11]

Panna se zabývá vývojem prototypu inteligentního domu pro úsporu energie. Prototyp používá mikrokontroler PIC18F458 s různými senzory, jako je teplotní senzor, infračervený senzor, stejně jako akční členy k příslušnému ovládní světel, podmínek vzduchu, ventilátorů atd. Detekuje počet osob v místnosti, upravuje správné teploty pro klimatizaci, v případě potřeby zapne ventilátor, odpovídajícím způsobem zapne a vypne světlo.[12]

Pörtner se zaměřuje na integraci systému detekce pádu do inteligentní budovy. Představuje nenápadný způsob detekce pádu a lokalizace lidí uvnitř budovy na základě bezdrátové technologie Bluetooth Smart s nízkým výkonem a koncept, jak dobře navržené koncepce interakce člověka s počítačem uvnitř budovy mohou zachránit životy nebo zabránit těžkým zraněním.[13]

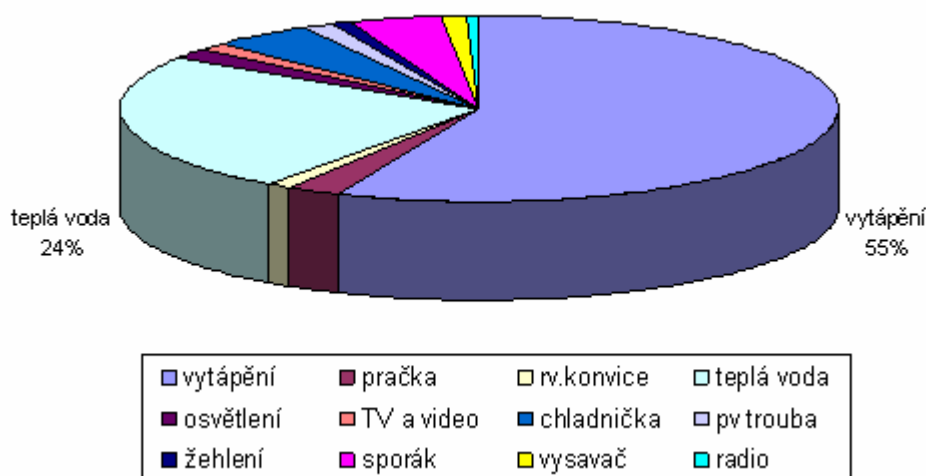
### 3 Smart Home

Smart Home, Inteligentní dům je dům, který obsahuje automatizační systémy pro kontrolu a monitorování funkcí budovy. V inteligentních budovách je důležité, aby jednotlivé systémy jako osvětlení, vytápění, napájení, stínění, zabezpečení a další komunikovaly a sdílely mezi sebou informace. Tyto informace pak shromažďovaly a analyzovaly v reálném čase. Různé senzory jako sensor přítomnosti, detektor pohybu nebo CO<sub>2</sub> nám mohou poskytnout informace o využití různých prostorů budovy během dne a podle nich můžeme optimalizovat využití energie, aby byla využita pouze tam, kde je potřeba. Díky tomu docílíme snížení provozních nákladů.

Inteligentní dům také zvyšuje komfort a pohodlí osob uvnitř budovy. Ulehčuje jim mnohé každodenní úkony, kdy můžeme z jednoho místa na panelu ovládat všechny možné funkce. Díky propojení systémů můžeme přes chytrý telefon, tablet, či PC ovládat a monitorovat dům odkudkoliv na světě. [14]

#### 3.1 Spotřeba energie v budovách a její řízení

Provoz budovy je závislý na množství spotřebované energie. Spotřeba energií v budovách roste. Snaha o její hospodárné využití a minimalizaci energetických nároků s ohledem na vložené investiční náklady vede k potřebě přesnějšího vyčíslení. Největší náklady jsou v účelových budovách na osvětlení, vytápění, chlazení a ventilaci.[15]

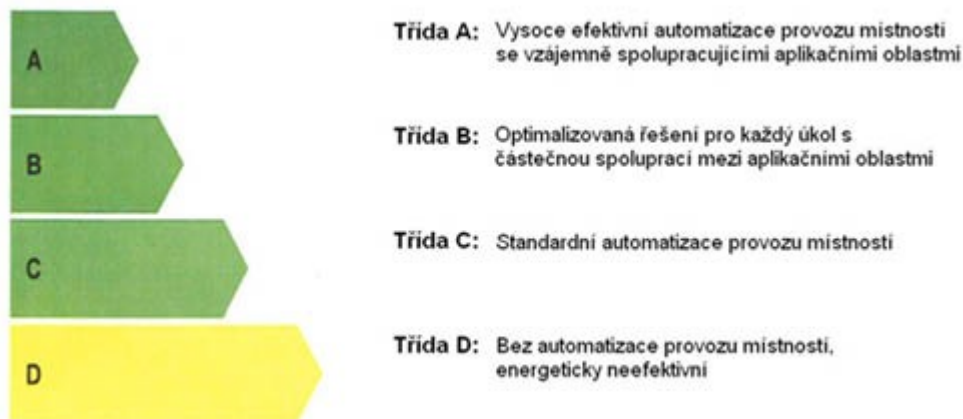


Obrázek 1 Průměrné rozdělení roční spotřeby energie domácnosti v bytě[16]

Největší spotřeba energie je na vytápění a ohřev teplé vody. Samozřejmě největších úspor je dosaženo stavbou energeticky úsporných domů a používáním energeticky úspornějších přístrojů a přístrojů s vyšší účinností. Přesto spotřeba elektrické energie narůstá, což souvisí se zvyšující se životní úrovní počtem používaných spotřebičů, zvyšujícími se požadavky uživatelů na vybavení a ovládání provozních funkcí provozních budov, domů a bytů. Tím dochází k růstu provozních nákladů. Proto má regulace a snížení provozních nákladů stále větší význam.

Pro nově budované komerční a podobné objekty, je nutno brát do úvahy i v České republice platnou evropskou normu EN 15232-1 účinnou od 1.4.2018, která se zabývá vazbou mezi technickým

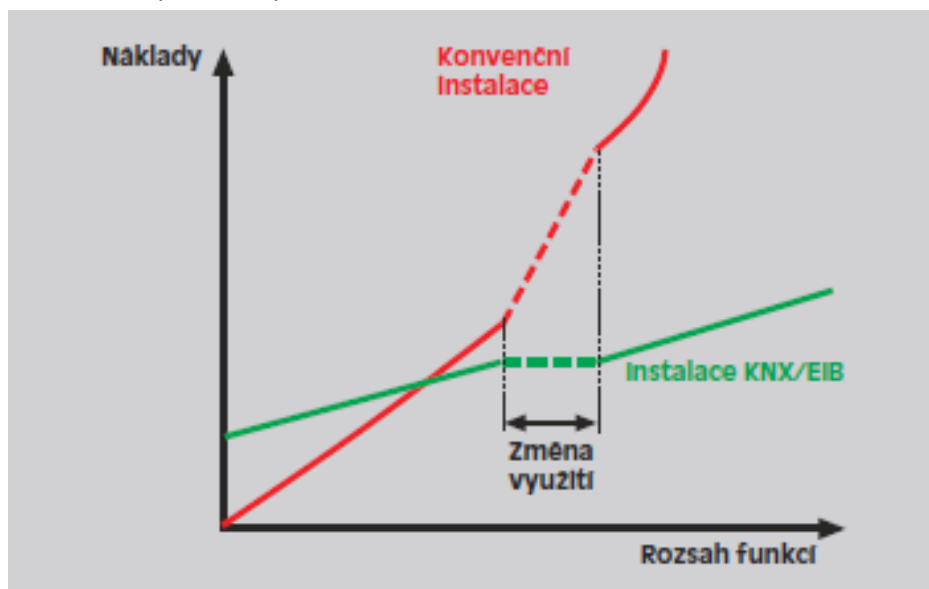
vybavením budov a úrovní jejich energetické efektivity. Objekty zařazené do kategorií A nebo B lze považovat za energeticky úsporné.[15]



Obrázek 2 Třídění budov podle kategorií energetické náročnosti podle EN 15232-1[17]

Před aplikací systému KNX očekávají investoři porovnání nákladů mezi klasickou instalací a inteligentní. Podle požadavků zákazníka mohou být náklady na instalaci KNX dokonce výhodnější než klasickým způsobem. Jde zejména o případy, kdy jsou vysoké nároky na rozsah funkcí. Následující graf zobrazují závislost, kdy je inteligentnější instalace výhodnější.

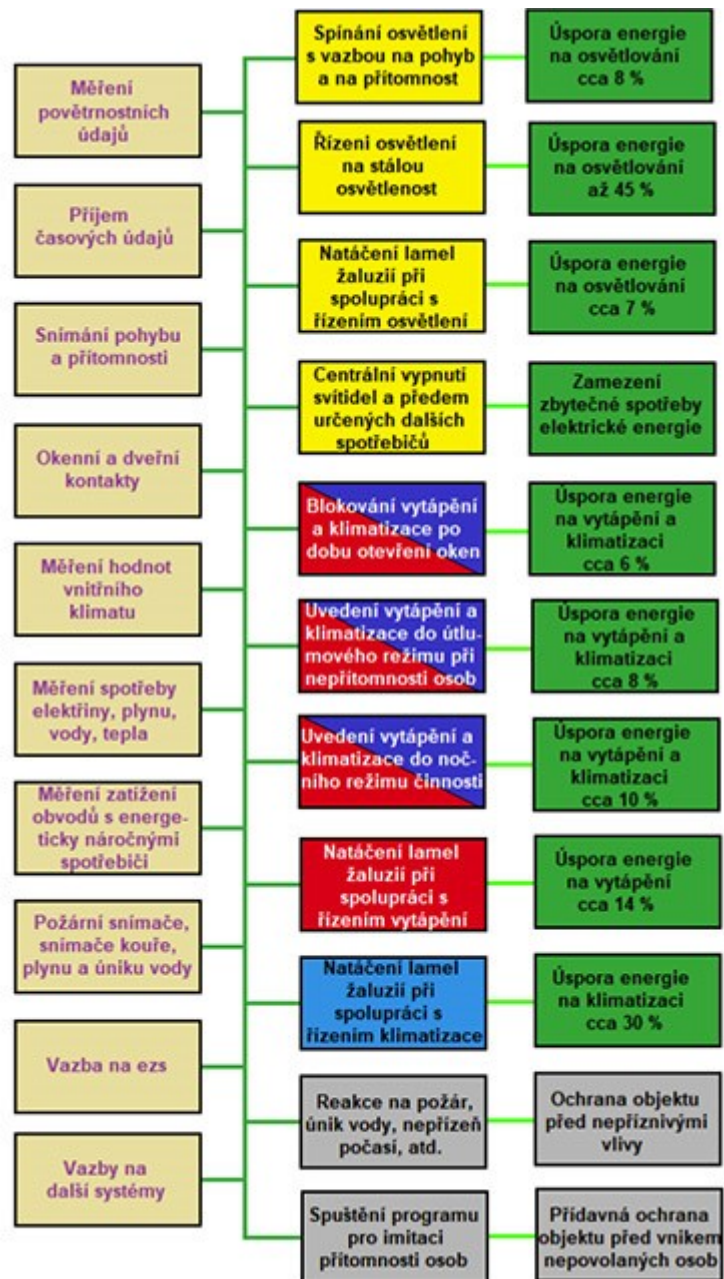
Čím větší počty dílčích systémů je potřeba propojit, tím nižší budou celkové náklady na KNX instalaci ve srovnání s náklady na obdobnou instalaci, avšak vytvořenou ze vzájemně nespolečných dílčích podsystémů (např. jeden pro řízení vytápění, druhý pro řízení klimatizace, třetí pro řízení žaluzií, další pro zabezpečení atd.)[17]



Obrázek 3 Náklady na systémovou instalaci ve srovnání s klasickou[18]

Na výše uvedeném obrázku je vidět výhoda KNX instalace v případě změny využití nebo rozšíření již existujícího zařízení. Při částečné změně počtu funkcí jsou náklady minimální, zatím co u klasické instalace náklady prudce stoupají z důvodu nového vedení, přístrojů apod.[18]

Na Obrázek 4 jsou naznačeny vazby mezi některými snímači a ostatními částmi systémové instalace KNX. Vhodným nastavením parametrů a vytvoření potřebných logických vazeb jsou tak zajištěny a nečekaně vysoké úspory.[17]



Obrázek 4 Příklady úspor a přínosů KNX systémových instalací[19]

## **4 Přehled řídicích systémů**

### **4.1 Struktura systému**

Řídicí systémy lze podle struktury dělit na centralizované, decentralizované a hybridní systémy. Jednotlivé části této struktury budou popsány v následujících podkapitolách.

#### **4.1.1 Centralizovaný systém**

Centralizovaný systém obsahuje centrální řídicí jednotku spojenou hvězdicově s ostatními prvky instalace. Veškerou komunikaci a chod systému zajišťuje centrální jednotka. Výhodou centralizovaného systému je většinou nižší cena. Naopak nevýhodou je, že jakýkoliv výpadek či porucha centrální jednotky má za následek nefunkčnost celého systému. Z tohoto důvodu se tento systém většinou používá v menších instalacích a domácnostech.[15]

#### **4.1.2 Decentralizovaný systém**

U decentralizovaného systému se připojuje každý prvek přímo na sběrnici. Komunikace tak probíhá přímo mezi jednotlivými účastníky. Součástí každého prvku systému je mikroprocesor a vlastní paměť. Pro svou spolehlivost se decentralizované systémy používají v rozsáhlých systémech, jelikož při poruše jednoho prvku dojde k ovlivnění pouze funkce, kterou tento prvek ovládal. Výhodou je, že na jeden senzor může reagovat více aktorů, nebo naopak jeden aktor může reagovat na více senzorů. Příkladem decentralizovaného systému je sběrnice systém KNX/EIB, LonWorks, BACnet.[15]

#### **4.1.3 Hybridní systém**

U hybridního systému jsou jednotlivé vstupy senzory a tlačítka připojena na sběrnici, která je připojena na aktor sloužící jako řídicí jednotka. Jedná se o částečně decentralizovaný systém. Hybridní systémy lze využít zejména u rozsáhlých projektů soustředěných na menší ploše. Příkladem hybridního systému je systém Nikobus.[15]

## **4.2 Používané technologie pro řízení budov**

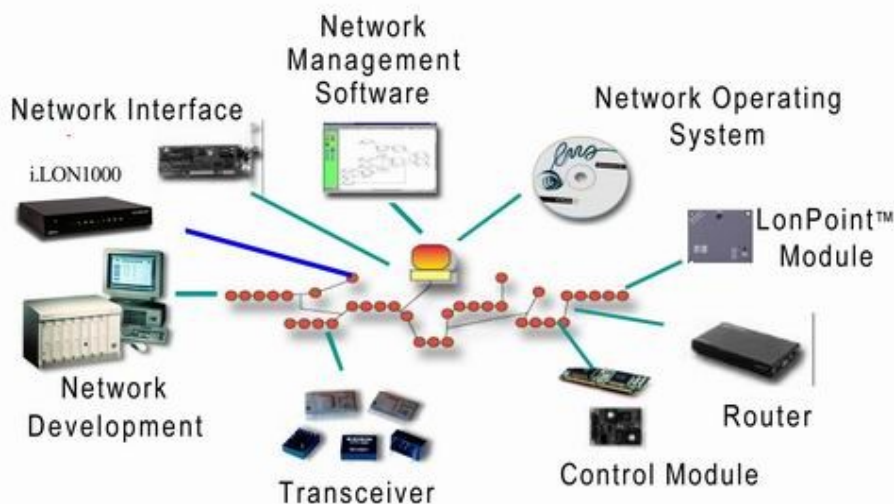
### **4.2.1 KNX**

KNX je celosvětově uznávaný standard pro řízení budov. Zařazuje se mezi decentralizované systémy. Tento systém lze použít pro komerční účely v rozsáhlých projektech i pro domácí automatizaci. Logo KNX na přístroji zaručuje kompatibilitu mezi všemi použitými přístroji různých výrobců.

### **4.2.2 LonWorks**

Technologie LonWorks, která se řadí mezi decentralizované automatizační systémy. V roce 1989 ji začala vyvíjet společnost Echelon ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola a v roce 1992 byla tato technologie uvedena na trh. Vychází z průmyslového standardu LON (Local Operating Network). Jednotlivé složky jsou složeny ze zařízení a uzlů, jež mezi sebou mohou komunikovat jedním či více

komunikačními médii. Komunikace po sběrnici probíhá pomocí protokolu LonTalk. Technologie nabízí širokou škálu komunikačních medií jako je kroucená dvojlinka, silové vedení, optické vlákno či bezdrátové spojení. Uzly jsou naprogramovány na vysílání zpráv na základě událostí na změnu stavu či přijatou zprávu. Vzhledem k univerzálnosti a otevřenosti této technologie se nabízí široké možnosti uplatnění od domácností, po supermarkety až po výrobní podniky. Technologie je vhodná k řízení přístupu, systému HVAC, požární signalizaci či řízení osvětlení a výtahů.[22]



Obrázek 5 Možnosti sítě LonWorks [22]

#### 4.2.3 BACnet

BACnet (Building Automation and Control Networks) je protokolem pro přenos informací určený pro automatizaci a řízení budov. Využívá model server – klient, kdy je potřeba rozlišovat, zda jednotlivý přístroj pracuje jako klient nebo jako server. BACnet není klasickou sběrnici, pouze kontroluje vyšší komunikační vrstvy modelu. Pro přenos využívá stávající standardy jako je RS-485 nebo TCP/IP. BACnet server obsahuje data v podobě BACnet objektů, jež reprezentují jednotlivé údaje, jako například analogovou hodnotu, časový program, záznam trendu, dvoustavové vstupy či výstupy. BACnet následně definuje služby pracující s těmito objekty.[20]

#### 4.2.4 Nikobus

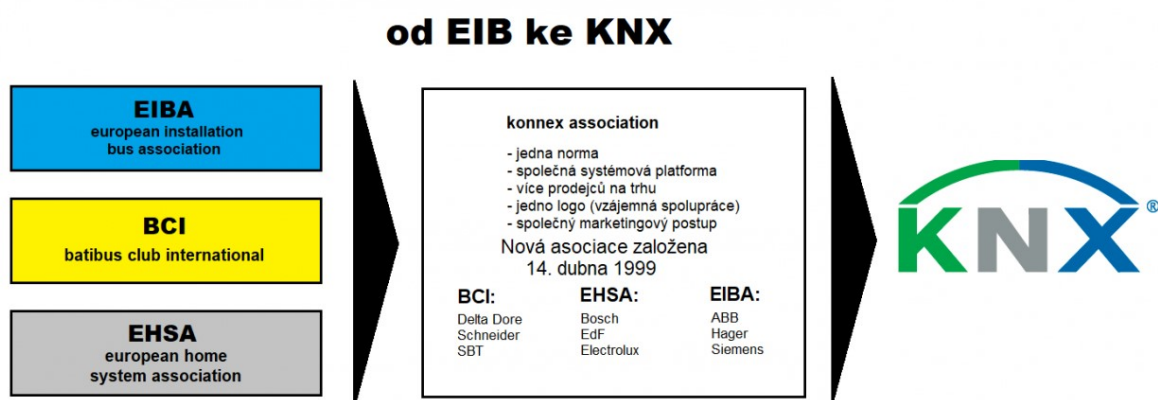
Nikobus je sběrnice systémem určený převážně pro automatizaci menších budov, hotelů a rodinných domů. Programování a nastavení parametrů jednotlivých prvků lze provádět přímo na zařízení, není nutné připojení PC. Popřípadě lze použít jednotku PC-LINK pro připojení sběrnice k počítači. Přenos informací probíhá pomocí povelů zapnout, vypnout. Systémové jednotky lze dále rozdělit na spínací, stmívací a žaluziové. [21][23]

## 5 Systém KNX

KNX je celosvětový standard pro řízení provozně technických funkcí v budovách. Vlastníkem a tvůrcem je asociace KNX. Jelikož je systém KNX decentralizovaný, pro jeho provoz není potřebná centrální jednotka nebo PC. Z tohoto důvodu jsou KNX komponenty vhodné pro použití jak v malých instalacích, tak ve velkých projektech. Výhodou systému KNX je, že všechny produkty KNX od různých výrobců mezi sebou komunikují. Veškeré komponenty KNX pro rozdílné použití od řízení světel po ovládání vytápění od všech výrobců se nastavují pomocí jediného softwarového konfiguračního nástroje a to ETS.[25]

### 5.1 KNX asociace

KNX byl původně označován jako Evropská instalační sběrnice (EIB), vyvinuta EIB asociací (EIBA). Tato asociace se v roce 1999 spojila s dalšími dvěma asociacemi, Baltibus Club International (BCI) z Francie a Asociací pro evropský domovní systém (EHSA) z Nizozemí a přijala název KNX. Sídlo asociace KNX je v Bruselu. Technologie používaná v EIB je zpětně kompatibilní s KNX. Cílem asociace je definovat skutečně ověřený standard KNX pro inteligentní aplikace pro řízení budov, vytvoření obchodní značky pro kvalitu a komunikaci mezi přístroji různých výrobců a stanovení KNX jako evropské a celosvětové normy. Asociace zajišťuje technologický rozvoj, udělování ochranné známky pro kompatibilní produkty KNX, podporuje vzdělávací aktivity a zajišťuje propagaci certifikovaných školících center. Asociace KNX měla při svém vzniku 9 členů. V současné době se tento počet pohybuje okolo 500 členů. [25][26]

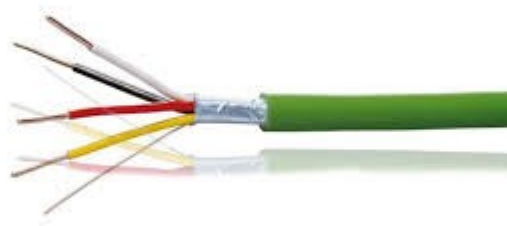


Obrázek 6 Vznik KNX [27]

### 5.2 Přenosová média

Nejpoužívanějším přenosovým médiem pro komunikaci v technologii KNX je Twisted Pair (TP). Pro přenos se používá sběrnice kabel JYSTY 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8, který se klade souběžně se silovým vedením. Pomocí tohoto kabelu se propojují všechny přístroje na sběrnici. Ve většině případů slouží také jako napájení jednotlivých účastníků sběrnice. Pár červený vodič pro kladný a černý vodič pro záporný pól slouží pro komunikaci a napájení. Pár žlutý a bílý vodič se používá pro přídavné napájení. Rychlost přenosu na sběrnici při použití TP je 9600 bit/s.





Obrázek 7 Sběrníkový kabel [28]

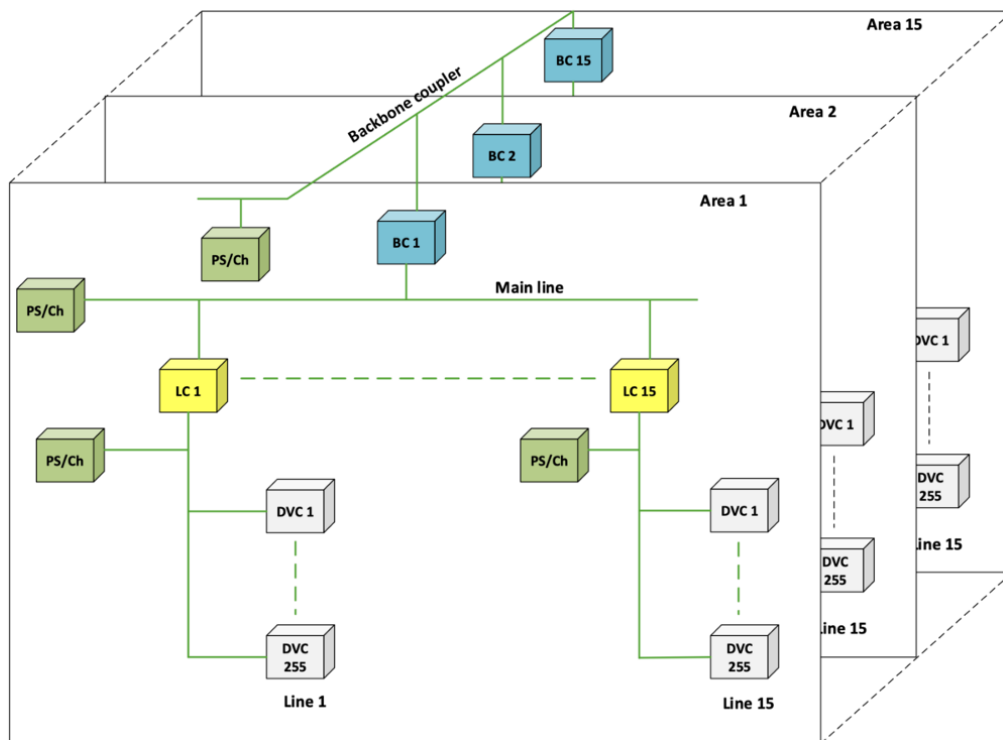
Dalším médiem pro přenos informací je Power Line (PL), kdy se pro přenos používá přímo silové vedení. Power Line je přenosovým médiem vhodným k využití při modernizaci elektroinstalace, kdy není nutné natahovat nové sběrníkové vedení a využijí se stávající silové vodiče nízkého napětí 230/400 V AC. Jednotlivé signály se superponují sinusovým napětím napájecí sítě.

V případě, že při rekonstrukci nelze skrytě přivést sběrníkové vedení, je možnost využít další přenosové médium KNX RF (Radio frequency). Jedná se o bezdrátový radiový přenos datových RF telegramů, který používá frekvenci 868 MHz. Přenosová rychlost je 16,4 kbit/s s dosahem ve volném prostoru až 300 m.

Nejnovější technologií je přenos pomocí IP telegramů. Tato technologie využívá běžné ethernetové rozhraní. Používá se pro monitorování a vizualizaci, ale také pro vzdálenou správu. Dalším využitím je nahrazení páteřní linie TP linií IP, která zajišťuje vyšší přenosové rychlosti.[25]

### 5.3 Topologie systému KNX

Každý přístroj na sběrnici (DVC) si může vyměňovat informace s kterýmkoliv jiným přístrojem na sběrnici pomocí datových telegramů. Základní částí topologie je linie (Line). Jednotlivé linie lze propojit pomocí liniové spojky (LC) na hlavní linii (ML). Na hlavní linii lze zapojit až 15 linií, na každou linii lze napojit 256 přístrojů, které jsou, ale sníženy o počet použitých liniových spojek. Je potřeba, aby každá linie včetně té hlavní byla opatřena vlastním napájecím zdrojem s tlumivkou (PS/Ch). Toto propojení jednotlivých linií s hlavní linií se nazývá oblast (Area). V jedné oblasti lze nainstalovat až 4 000 přístrojů (DVC). Jednotlivé oblasti lze připojit na páteřní linii (BL) pomocí oblastí spojek. Také páteřní linie musí být opatřena vlastním zdrojem napětí a lze na ni připojit KNX zařízení. Při maximálně 15 oblastech lze propojit více než 61 000 přístrojů.[25]



Obrázek 8 Příklad topologie KNX [30]

Při spojování jednotlivých sběrnicových přístrojů KNX sběrnice je možné použít různé topologie zapojení, například do hvězdy, linie nebo stromové struktury. Není dovoleno využít kruhovou strukturu a vytvářet tak smyčky na sběrnici. Maximální dovolená délka liniového segmentu je 1 000 metrů. Je nutné dodržet, aby vzdálenost sběrnicového přístroje od napájecího zdroje nepřesáhla 350 metrů. Největší vzdálenost dvou přístrojů na sběrnici je omezena na 700 metrů. V případě montáže více napájecích zdrojů na jednu linii je nutné dodržet vzdálenost podle specifikace výrobce. Ve sběrnicové instalaci nesmí být přímo spojeno vedení různých linií.

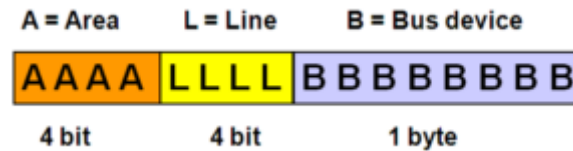
## 5.4 Adresování

V KNX technologii se používají pro jednotlivé přístroje dva způsoby adresování, individuální a skupinové adresy. Individuální adresy se používají při programování a parametrizaci jednotlivých přístrojů. Při provozu technologie se využívají skupinové adresy.

### 5.4.1 Individuální adresa

Pro individuální adresu je zásadní, aby byla v celém systému KNX jedinečná. V desítkové soustavě je individuální adresa reprezentována třemi čísly oddělenými tečkami, například 15.4.16. Tato adresa má pevnou strukturu 16 bitů a odpovídá umístění zařízení v topologii systému. Prvních 8 bitů adresy odpovídá zařazení přístroje na linii, nabývá rozsahu od 0 do 255. Hodnota nula odpovídá adrese liniové spojky v příslušné linii. Další 4 bity individuální adresy označují linii, v které se přístroj nachází a nabývá hodnot od 0 do 15. Hodnota nula adresuje přístroje umístěné přímo na hlavní linii v dané oblasti. Poslední 4 bity z individuální adresy reprezentují oblast. Hodnoty jsou v rozsahu od 0 do 15. Nula adresuje přístroje umístěné přímo na páteřní linii. Například individuální adresa 1.2.0 označuje liniovou spojku v první oblasti na druhé linii. Tovární nastavení individuální adresy každého přístroje je

15.15.255. Sběrnice přístroji je individuální adresa přidělena po stisknutí programovací tlačítka, kdy svítí programovací LED dioda. Poté je pevně přidělena přístroji na sběrnici pomocí programovacího SW nástroje ETS. Dále lze nahrávat jednotlivé skupinové adresy a parametry přes sběrnici do přístroje.[25]



Obrázek 9 Struktura individuální adresy [29]

#### 5.4.2 Skupinová adresa

Skupinové adresy se využívají při normální komunikaci mezi přístroji při provozu a lze je vytvořit pomocí tří struktur a to jednoúrovňové, dvouúrovňové a tříúrovňové. Každá adresa většinou odpovídá jednotlivé funkci v instalaci. Od verze ETS 4 a vyšší je k dispozici celkem 65 535 skupinových adres. Nejčastěji se používá tříúrovňová struktura skupinových adres s rozdělením na hlavní skupinu, střední skupinu a podskupinu. Hlavní skupina odpovídá podlaží, střední skupina odpovídá ovládané funkci jako např. osvětlení, vytápění, stmívání a podskupina odpovídá jednotlivým úkonům jako např. ložnice světlo zapnout nebo vypnout, kuchyně žaluzie nahoru nebo dolů. Skupinovou adresu lze přiřadit jednotlivým přístrojům na sběrnici bez ohledu na umístění v topologii systému. Skupinová adresa 0/0/0 je používána pro telegramy určené všem účastníkům. Skupinová adresa slouží k logickému propojení skupinových objektů přístrojů. Každá skupinová adresa musí minimálně obsahovat jeden vysílací skupinový objekt a jeden přijímací skupinový objekt. Například skupinová adresa pro spínání osvětlení bude obsahovat skupinový objekt, který vysílá telegram při stisku tlačítka a skupinový objekt akčního členu, který přijme telegram a sepne příslušný výstup.[25]

### 5.5 Komunikace

Jsou dva typy telegramů, datové a potvrzovací. Nejkratší datový telegram obsahuje 9 bytů a nejdelší může mít 23 bytů. Potvrzovací telegram má délku 1 byte.

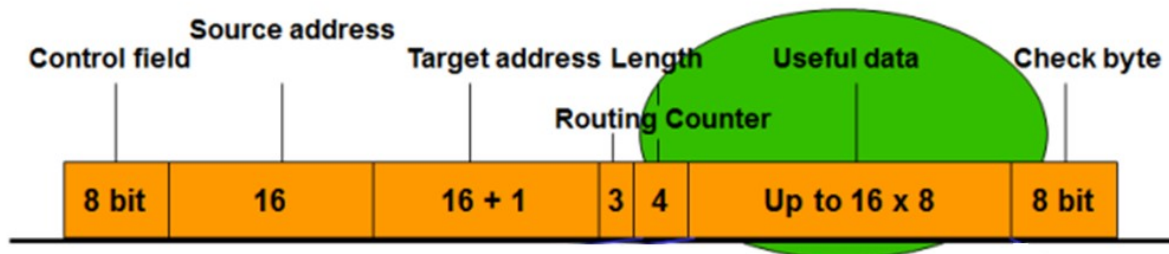
Při vysílání dvou účastníků sběrnice vzniká konflikt. K rozhodnutí, který telegram se odešle dříve, se používá přístupová metoda CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Přednost má účastník, který začíná vysílání nulovým bitem.

Před každým vysíláním se musí účastník přesvědčit, zda je sběrnice volná, v čase potřebném pro přenos 50 bitů se nesmí uskutečnit žádný přenos dat.[24]

#### 5.5.1 TP telegram

V případě vzniku události např. stisknutí tlačítka, odešle přístroj po sběrnici KNX telegram. Poté všechny přístroje na sběrnici naslouchají a ty přístroje, kterým byl telegram adresován, potvrdí přijetí telegramu. Telegram obsahuje všechny potřebné informace pro přenos. Jedná se o zdrojovou adresu, cílovou adresu, routinové číslo, kontrolní byte pro zaručení kvality přenosu a vlastní přenášenou informaci. Routinové číslo zabraňuje opakování telegramu v případě smyčky na sběrnici. Při každém

průchodu spojkou je toto číslo sníženo. Doba trvání přenosu telegramu po sběrnici je dána podle délky telegramu od 20 ms do 40 ms. Každý přístroj na sběrnici, který přijímá telegram, zkontroluje přijatý telegram a odešle potvrzení o přijetí. V případě, že odesílatel obdrží negativní odpověď, nebo při odesílání telegramu je sběrnice obsazena vysíláním jiného telegramu, opakuje se vysílání telegramu 3 krát. [25]



Obrázek 10 Struktura TP telegramu [31]

## 5.6 Přístroje na sběrnici

Každý přístroj připojený na sběrnici KNX se skládá ze tří částí sběrnice spojky (BCU), aplikačního modulu (AM) a aplikačního programu (AP). Sběrnice spojka a aplikační modul jsou dodávány jako jeden celek nebo zvlášť, v tom případě musí být obě části od stejného výrobce. V odděleném případě je aplikační modul a sběrnice spojka propojována standardizovaným aplikačním rozhraním PEI. [24]

### 5.6.1 Druhy sběrnice spojky přístrojů

Všechny přístroje KNX můžeme rozdělit do čtyřech základních skupin.

- Systémové – napájecí zdroje, oblastní a liniové spojky, IP a USB rozhraní
- Akční členy – žaluziové akční členy, spínací nebo stmívací akční členy
- Snímače – detektory pohybu, tlačítkové ovladače
- Ostatní – vizualizační panely, logické moduly

## 5.7 ETS

Pro plánování, návrh projektu a uvedení systému KNX do provozu slouží SW nástroj ETS. Aktuálně používaná verze SW ETS je ETS5. Software je k dispozici ve čtyřech licencích. Demo licence s omezením 5 KNX přístrojů na 1 projekt, je zdarma. Lite licence je s omezením 20 modulů na 1 projekt. Licence Professional je bez omezení a přidává Supplementary licence, která se využívá s licencí Professional při práci na více stanicích.[25]

## 6 Řízení provozně technických funkcí

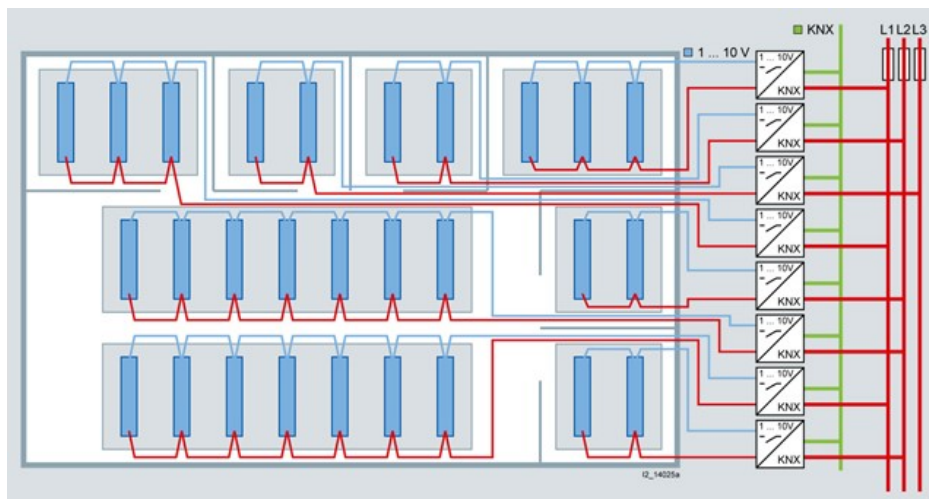
V této kapitole jsou uvedeny možnosti ovládání jednotlivých provozních funkcí v inteligentní budově.

### 6.1 Osvětlení

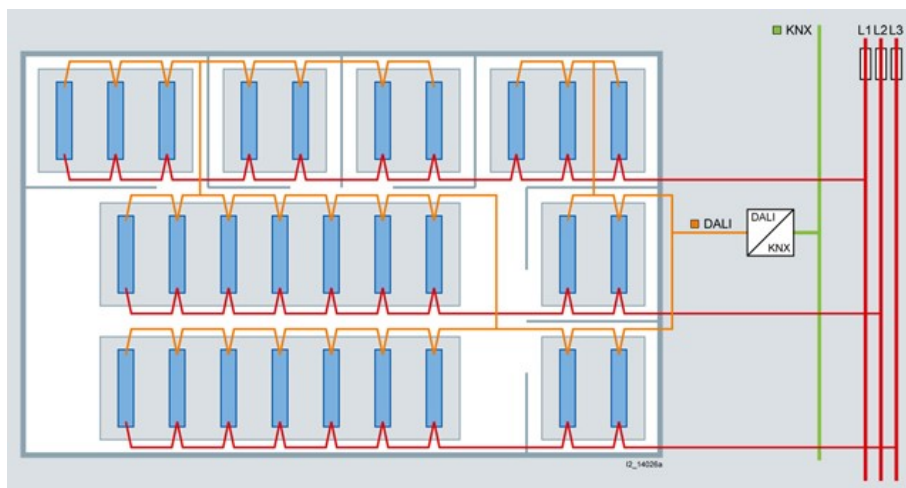
- zapínání osvětlení vypínačem nebo automaticky
- řízení a regulace podle parametrů denního světla na úroveň konstantního osvětlení snímačem jasu
- regulace rozptýlení přirozeného světla pomocí lamel žaluzií
- řízení osvětlení je možné na základně přítomnosti osob, při delší nepřítomnosti osob v místnosti se světla vypnou
- funkce centrální vypnutí, při odchodu se zhasnou všechna světla v domě
- využití při zabezpečení se simulací přítomnosti, světla se náhodně zapínají
- využití přirozeného světla ve spolupráci se stínící technikou
- pro větší komfort nastavení scén s různými barvami světla a kombinacemi svítidel

#### 6.1.1 DALI

DALI je zkratka z anglického Digital Addressable Lighting Interface. Je to průmyslový standardizovaný protokol specifikovaný v mezinárodním standardu IEC 62389. Byl vyvinut jako náhrada za analogové ovládání 0 - 10 V. Tento protokol umožňuje digitální ovládání jednotlivých zařízení a jejich obousměrnou komunikaci. Jedna DALI sběrnice může obsahovat maximálně 64 zařízení. Každé zařízení může být přiděleno do jedné z 16 skupin a může mít nastaveno až 16 scén. Sběrnice se skládá ze dvou datových vodičů, napájení a komunikace probíhá po stejném vedení. Propojení sběrnice se provádí standartním kabelem o průřezu 1,5 mm<sup>2</sup>. Maximální délka sběrnice je 300 m. Rychlost přenosu je 1200 bit/s. Při zapojení není nutné dodržovat polaritu. Všechna DALI zařízení musí být před prvním použitím správně nastavena. Výhodou použití systému DALI je flexibilita, nezáleží na zapojení jednotlivých svítidel. Nastavení skupin svítidel lze kdykoliv změnit. Další výhodou je jednoduchost zapojení oproti klasickému analogovému ovládání a úspora použitých komponent pro vlastní zapojení. [33]



Obrázek 11 Porovnání zapojení osvětlení - analogové řízení 0-10 V[34]



Obrázek 12 Porovnání zapojení osvětlení - DALI řízení[34]

## 6.2 Stínění

Při použití elektricky ovládaných žaluzií nebo rolet.

- řízení vytahování a zatahování a naklápění lamel
- ochrana žaluzií ve spolupráci s meteostanicí při nepříznivých povětrnostních podmínkách
- s detektorem intenzity osvětlení, využití přirozeného světla podle naklonění lamel
- s magnetickými snímači na oknech, blokování spuštění žaluzií při otevřeném okně
- centrální ovládání při odchodu z domu možnost zastínění všech oken
- ovládání podle časového harmonogramu. V určený čas při splnění nastavených podmínek se žaluzie vytáhnou do dané polohy
- ve spolupráci s HVAC v letních měsících brání přehřátí místnosti a v zimních měsících maximálně využije přirozené tepelné záření

### 6.3 Vytápění, větrání, chlazení (HVAC)

Zkratka HVAC pochází z anglických názvů heating, ventilation a air conditioning, vytápění, větrání a chlazení.

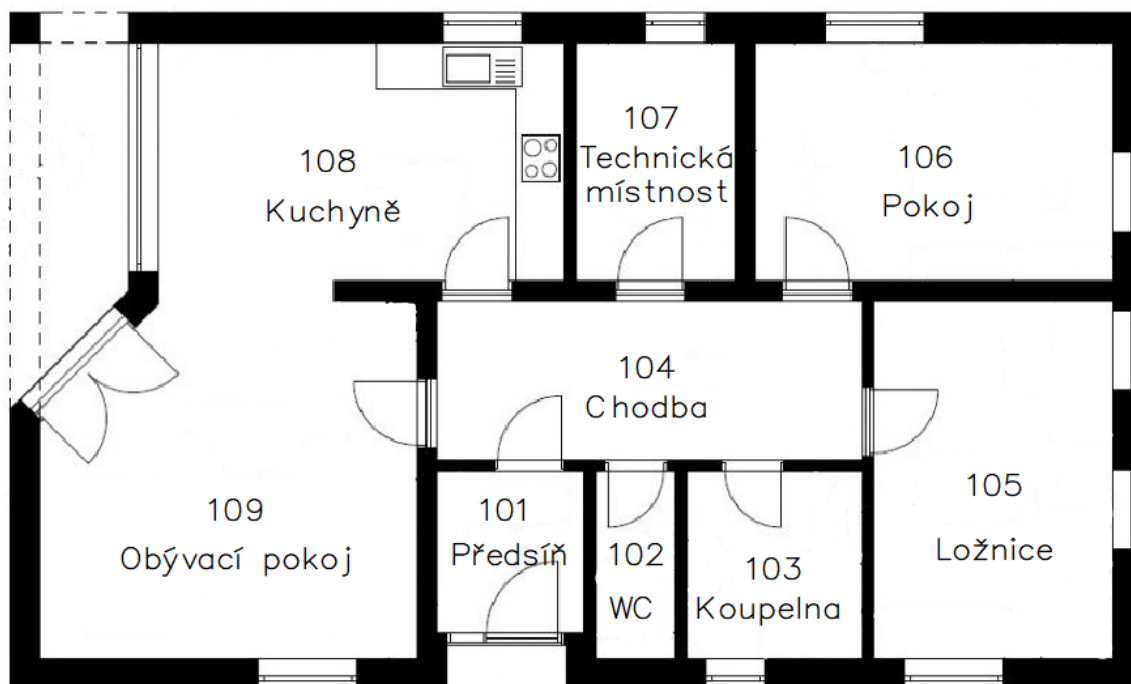
- individuální regulace teploty v každé místnosti
- nastavení požadované teploty podle předem naplánovaného časového rozvrhu s manuální úpravou pomocí ovladače termostatu
- změna režimu vytápění na základě přítomnosti osob
- režim útlumu teploty při otevřeném okně, vytápění na nižší hodnotu
- pokojový termostat může spolupracovat s meteostanicí
  - pro vyhřívání místnosti použít přirozený sluneční svit a ovládat tak zastínění místnosti podle nastavené teploty.
  - při chlazení, kdy v případě nadměrného vyhřívání místnosti v letních měsících slunečním svitem lze místnost zastínit žaluziemi a ušetřit tak energii nutnou na chlazení.
- vypínání funkcí, vytápění a chlazení
- větrání na základě úrovně intenzity CO<sub>2</sub> v místnosti

### 6.4 Bezpečnost

- předávání informací z okenních senzorů a z detektorů pohybu při zastřežení objektu
- při alarmu nastavení zapnutí osvětlení, vytažení žaluzií do zvolené polohy
- blokování funkce vypínačů při poplachu
- simulace přítomnosti spínáním osvětlení.

## 7 Návrh projektu

Pro návrh projektu byl vybrán přízemní rodinný dům. Jedná se o jednopodlažní nepodsklepený objekt v dispozici 3+1. Rozvaděč bude umístěn v technické místnosti spolu s ostatními technologiemi pro vytápění.



Obrázek 13 Půdorys domu

### 7.1 Funkce systému

Pro návrh realizace byly zvoleny KNX přístroje od firmy Schneider Electric.

#### 7.1.1 Osvětlení

Veškeré osvětlení je navrženo se svítidly s DALI předřadníky pro jednoduší návrh zapojení. V případě využití ovládání osvětlení s DALI protokolem, není nutné předem uvažovat o konečném uspořádání skupin jednotlivých světel. Nastavení jednotlivých světelných skupin lze kdykoliv upravit. Další výhodou je uspořené akčních členů pro spínání a stmívání osvětlení. Pro ovládání je využita KNX DALI brána MTN6725-003, která podporuje ovládání, až 64 DALI zařízení v 16 skupinách. Jednotlivá svítidla lze spínat, stmívat, popřípadě nastavovat jednotlivé barevné úrovně. Pro nastavení jednotlivých adres a skupin v protokolu DALI je nutné do softwaru ETS nainstalovat přídatný plug-in DCA.

Ovládání osvětlení bude automatické na základě přítomnosti v místnosti pomocí detektoru přítomnosti MTN630819 nebo pomocí tlačítek umístěných v jednotlivých místnostech. Tento detektor obsahuje až 5 jednotlivých bloků pro ovládání nejen osvětlení, ale i například žaluzií a vytápění.



V přístroji je také zabudován snímač intenzity osvětlení, na jehož základě dokáže rozhodovat, jestli při zaznamenání pohybu je třeba zapnout osvětlení nebo je úroveň osvětlení dostatečná.

### **7.1.2 Stínění**

Zvolený objekt pro návrh systému obsahuje celkem 11 oken. Z toho jedny prosklené dveře umístěné v obývacím pokoji určené pro vstup na terasu. Veškerá tato okna budou vybavena elektricky ovládanými žaluziemi. Všechna okna budou také vybavena magnetickými senzory pro detekci otevření okna. Pro napojení magnetických sensorů na sběrnici KNX jsou použity dva moduly binárních vstupů MTN644792. Každý obsahuje 8 vstupů pro napětí 24 V. Pro toto napětí je v rozvaděči instalován samostatný 24 V zdroj. Pro ovládání žaluzií jsou použity žaluziový akční člen MTN649804 pro ovládání 4 žaluzií a žaluziový akční člen MTN649808 pro ovládání dalších 7 žaluzií. Pro zajištění bezpečnosti je přidána meteostanice MTN663990, která obsahuje senzor venkovní teploty, snímač rychlosti větru a senzor slunečního svitu.

Ovládání žaluzií bude možné jednak manuálně po jednotlivých místnostech pomocí tlačítek umístěných v každé místnosti s možností vytahování, stahování a naklápění lamel všech žaluzií v místnosti ale také automatické na základě přítomnosti osoby v místnosti a dalších nastavení. Žaluzie bude možné jednotlivě ovládat pomocí dotykového panelu umístěného v obývacím pokoji a také po skupinách na základě umístění oken podle světových stran. Při překročení nastavené rychlosti větru se všechny žaluzie vytáhnou do horní polohy a ovládání bude blokováno po dobu trvání větrného alarmu, aby nedošlo k jejich poškození. V případě žaluzií u prosklených dveří v obývacím pokoji dojde při otevření dveří k jejich vytáhnutí a blokování v horní poloze po dobu otevření dveří, aby nedošlo při automatickém ovládaní k zatažení žaluzií, když je někdo mimo dům. Nejvyšší prioritu při ovládaní žaluzií mají bezpečnostní funkce. V případě manuálního a automatického ovládaní má vyšší prioritu manuální ovládaní, kdy po manuální zásahu do ovládaní žaluzií je automatické ovládaní blokováno po dobu 30 minut. Při odchodu bude možné všechny žaluzie spustit pomocí tlačítka umístěného v předsíni nebo pomocí dotykového panelu v obývacím pokoji.

### **7.1.3 Vytápění a chlazení**

Vytápění a chlazení v obývacím pokoji, kuchyni, ložnici a pokoji je realizováno pomocí fan coil jednotky. V koupelně, technické místnosti a na záchodě bude vytápění realizováno pouze podlahovým topením. Pro ovládání fan coil jednotek jsou použity moduly MTN645094 a pro ovládání hlavic pro jednotlivé okruhy podlahového topení a oběhového čerpadla je použit modul MTN6730-0001. Tento modul obsahuje čtyři 230 V výstupy pro dvoustavové ovládání ventilů a dva 24 V výstupy. Každá místnost bude vybavena tlačítkovým panelem s ovládaním pokojové teploty MTN6212-0325. Tento modul obsahuje zabudovaný teplotní senzor a displej pro zobrazení času, teploty a provozního režimu.

Vytápění a chlazení pracuje ve 4 pracovních režimech. Komfortní, útlum, noční a dovolená. Každý režim má přednastavenou požadovanou teplotu, kterou lze přizpůsobit pomocí panelu v místnosti nebo pomocí panelu v obývacím pokoji. Komfortní režim je automaticky zapnutý v případě přítomnosti osoby v místnosti. Po 10 minutách neaktivity je tento režim přepnut na režim útlumu. Noční režim je aktivován v nočních hodinách na základě přítomnosti osoby v místnosti. Poslední režim je režim dovolená, kdy je žádaná teplota nastavena na nejnižší možnou, aby nedošlo k zamrznutí a v případě klimatizace na nejvyšší teplotu, aby nedošlo k nadměrnému přehřátí domu. Mezi

komfortním a nočním režimem je přepínáno na základě jedno bitového parametru DEN/NOC, kdy hodnota 1 odpovídá noci a hodnota 0 odpovídá dnu. Tento parametr je automaticky měněn podle nastaveného časového plánu. V pracovních dnech je režim DEN od 6 hodin do 22 hodin a o víkendu od 8 hodin do 23 hodin. V ostatních hodinách je aktivní režim NOC.

Pro úsporu energie je vytápění a chlazení vypnuto a blokováno v případě otevření okna. Pro úsporu energie v případě dostatečného slunečního svitu, dojde k vytažení žaluzií pro rychlejší vyhřátí místnosti slunečním světlem. V případě zapnuté klimatizace dojde k automatickému zastínění místnosti při nadměrném slunečním záření.

#### **7.1.4 Odvětrávání**

Pro zajištění správné koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu a vlhkosti jsou obytné místnosti jako obývací pokoj, kuchyně, pokoj a ložnice vybaveny snímačem CO<sub>2</sub> MTN6005-0001, který měří pokojovou teplotu, vlhkost a intenzitu CO<sub>2</sub>. Na základě nastavení prahové hodnoty intenzity CO<sub>2</sub> a vlhkosti dojde při překročení této hodnoty k aktivaci nuceného odvětrávání. Spínání ventilátoru je zajištěno spínacím akčním členem MTN649204 obsahujícím 4 spínací 230V výstupy. Hodnoty intenzity CO<sub>2</sub>, vlhkosti a pokojové teploty pro jednotlivé místnosti jsou zobrazeny ve vizualizaci na dotykovém panelu v obývací místnosti.

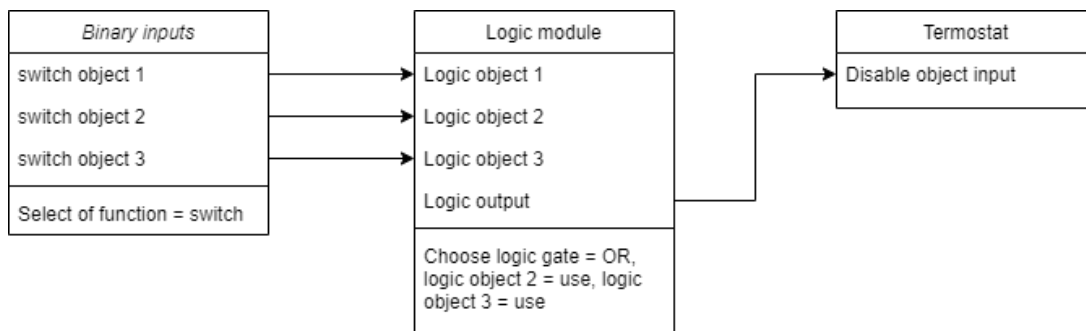
#### **7.1.5 Spínání zásuvkových okruhů**

Spínání jednotlivých okruhů probíhá pomocí spínacího akčního členu MTN649204. Tlačítkem umístěným v předsíni a v ložnici nebo z dotykového panelu je možné vypnout určené spotřebiče. Tuto funkci lze využít při odchodu z domu, kdy pomocí jednoho tlačítka vypneme spotřebiče, které nemusí být v pohotovostním režimu v době nepřítomnosti pro uspoření elektrické energie.

## **7.2 Zprovoznění**

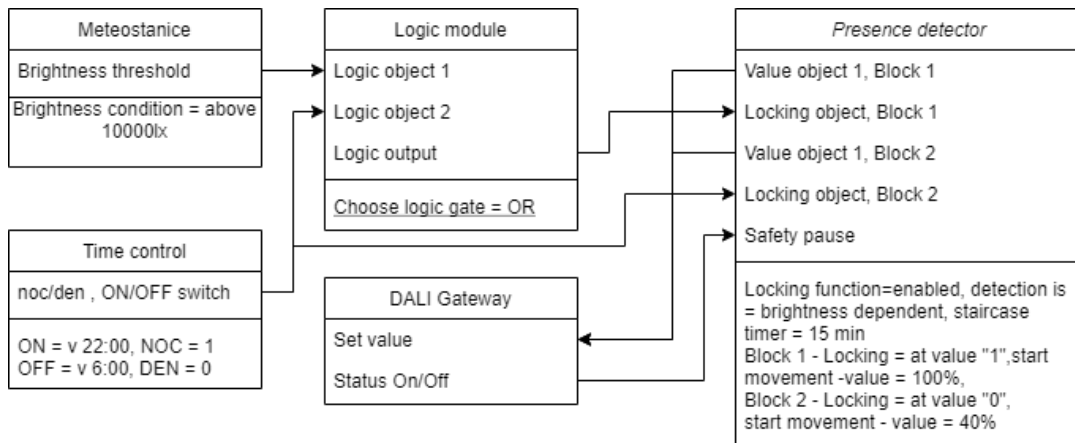
Projekt instalace KNX je rozdělen do dvou linií. Jedna linie obsahuje přístroje umístěné v rozvaděči a druhá linie přístroje umístěné v jednotlivých místnostech. Každá linie obsahuje samostatný zdroj pro napájení linie. Oba zdroje MTN684032 jsou umístěny v rozvaděči. Každý dokáže generovat sběrníkové napětí pro napájení až 32 přístrojů, což postačuje pro tuto instalaci. Pro spojení jednotlivých linií je instalována liniová spojka MTN6500-0101. Pro nahrání aplikací a parametrizaci všech přístrojů na sběrnici je přidáno do rozvaděče USB rozhraní MTN6502-0101.

Na Obrázek 14 je znázorněn diagram propojení jednotlivých skupinových objektů z modulu binárních vstupů pro detekci otevřeného okna a logického modulu pro vyhodnocení celkového stavu otevření okna v místnosti. Využívá se logického bloku v režimu OR, aby v případě více oken v místnosti jako v případě ložnice, kde jsou tři okna, došlo k blokování topení a chlazení, dokud je alespoň jedno okno otevřené a aby k odblokování došlo pouze pokud jsou všechna okna zavřena. Blokování probíhá pomocí objektu „disable“ v regulátoru teploty. V případě ostatních místností, kde jsou pouze 2 okna je využito pouze dvou vstupních objektů logického bloku OR a v případě, že je v místnosti pouze jedno okno je výstupní objekt z modulu binárních vstupů přímo napojen na objekt „disable“ termostatu.



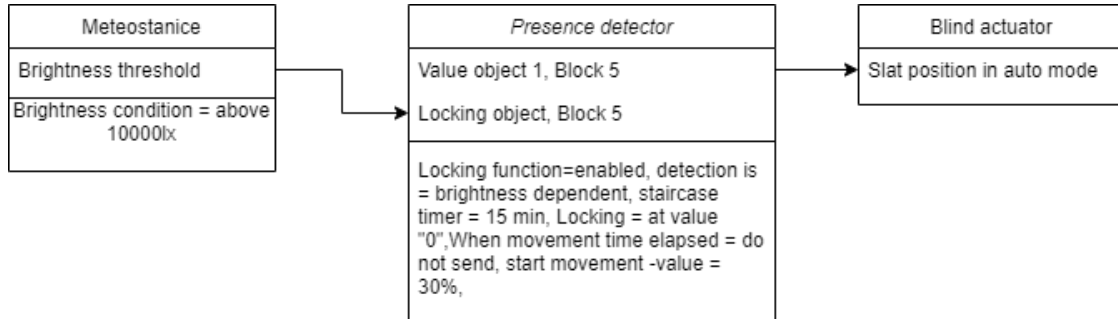
Obrázek 14 Vyhodnocení stavu okna a blokování vytápění a chlazení

Na Obrázek 15 je znázorněn diagram pro ovládání světla na základě detektoru přítomnosti. Pro ovládání osvětlení je využito prvního a druhého bloku pro detekci přítomnosti. Tyto bloky jsou nastaveny jako závislé na osvětlení. Jsou aktivní, pouze pokud není dosaženo nastavené prahové hodnoty osvětlení, která je snímána interním snímačem osvětlení. U obou bloků je nastaven časovač na 15 minut, kdy je blok v sepnutém stavu 15 minut po posledním detekovaném pohybu. Oba bloky mají povolenou funkci uzamknutí, u každého bloku je zámek aktivní při jiné hodnotě. Blok 1 se používá pro spínání světla během dne, je uzamknut při hodnotě 1. Při detekování pohybu se odesílá hodnota 100 % do DALI brány na příslušný kanál pro rozsvícení světla na hodnotu 100 %. Blok 2 se používá pro spínání světla během noci a je uzamknut při hodnotě 0. Při detekování pohybu odesílá se do DALI brány hodnota 40 %. Tím je docíleno, že během dne se světla zapínají na plnou hodnotu a během noci na nižší hodnotu. Aby při sepnutí nebo vypnutí světla nedošlo k vyhodnocení tohoto stavu jako pohyb je z DALI brány předán telegram o aktuálním stavu daného výstupu do objektu safety pause. V případě přepnutí stavu dochází k pauze mezi detekováním pohybu. Zámek bloku 2 je aktivován na základě parametru DEN/NOC. V případě dne je hodnota 0 a tento blok je uzamknut a nedochází k odesílání telegramů pro zapnutí světla. Když má parametr hodnotu 1(noc), blok je opět aktivní. U bloku 1 dochází k uzamknutí na základě dvou parametrů. První parametr je z meteostanice, kdy v případě dostatečné hodnoty osvětlení, předávané z meteostanice je hodnota 1. Druhý parametr stejně jako u bloku 2 je ve dne nastavena na hodnotu 0 a v noci 1. Zpracování těchto dvou parametrů probíhá v logickém modulu v bloku OR, kdy pokud je alespoň jeden z parametrů v hodnotě 1, je výstupní objekt předávaný do uzamykacího objektu bloku 1 detektoru přítomnosti, aby k sepnutí světla na hodnotu 100 % došlo pouze ve dne nebo při nedostatku slunečního světla. V ostatních případech je odesílání uzamknuto.



Obrázek 15 Ovládání světla na základě přítomnosti

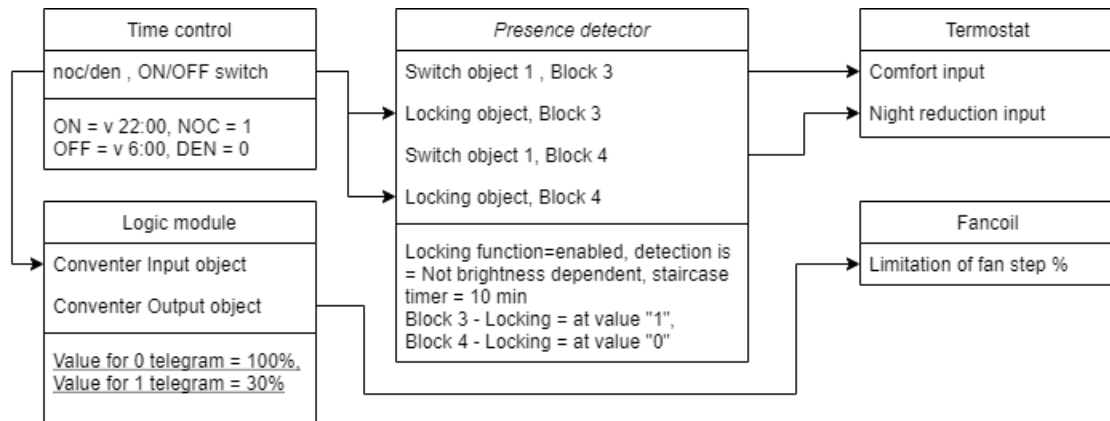
Další diagram na Obrázek 16 souvisí s předchozím obrázkem. Zde je znázorněno ovládání žaluzií na základě slunečního svitu, aby v případě, když není zapnuto osvětlení při nedostatečném osvětlení místnosti došlo k naklopení lamel, aby místnost byla osvětlena slunečními paprsky. Využívá se zde bloku 5 detektoru přítomnosti, který je nastaven jako závislý na osvětlení místnosti (je aktivní pouze pokud není osvětlení v místnosti dostatečné). Uzamykací funkce je povolena a je aktivní, když hodnota objektu je na hodnotě 0. V případě, když je prahová hodnota osvětlení z meteor stanice 0, čili není dostatečný sluneční svit je odesílání telegramu z tohoto bloku uzamknuto. Při detekování pohybu odesílá hodnotu 30 % do žaluziového akčního členu na automatické ovládání pozice lamel.



Obrázek 16 Ovládání žaluzií na základě slunečního svitu a přítomnosti

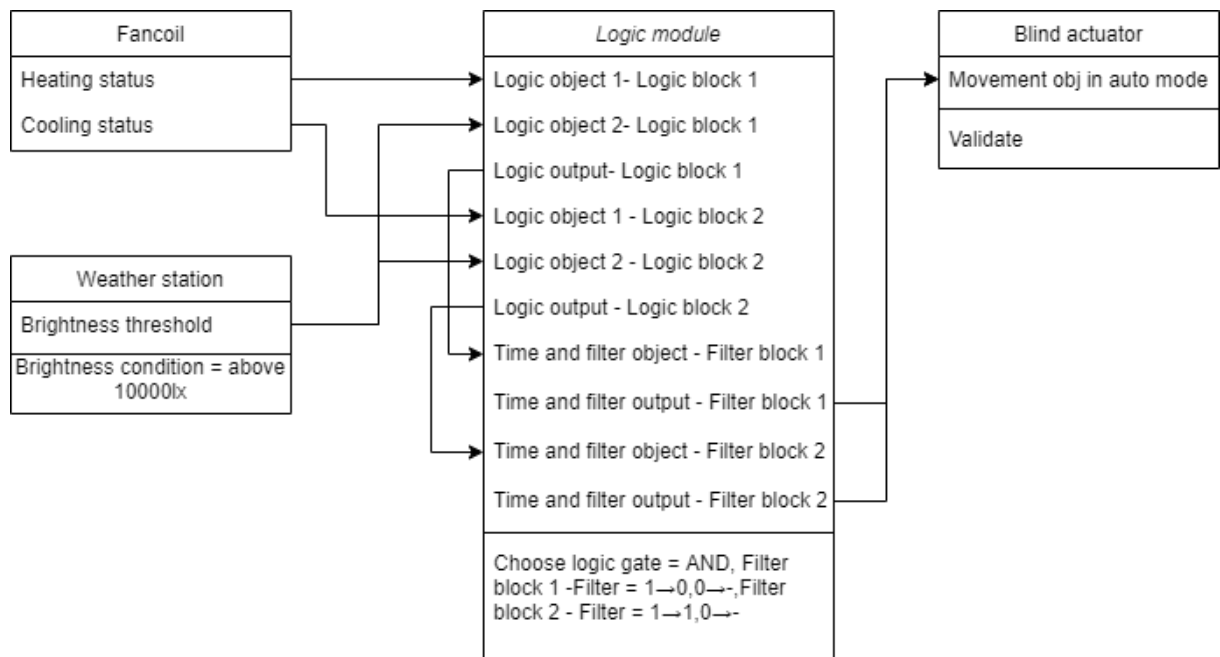
Na dalším Obrázek 17 je znázorněn diagram pro přepínání mezi komfortním a nočním režimem termostatu na základě přítomnosti, dne nebo noci a nastavování maximální rychlosti ventilátoru. Využívá se zde pohybového bloku 3 a pohybového bloku 4 detektoru přítomnosti. Tyto bloky jsou nastaveny jako nezávislé na úrovni osvětlení v místnosti. Je povolena funkce zámku a je nastaven časovač, kdy je výstup ještě aktivní po posledním detekovaném pohybu. Blok 3 má zámek aktivní při hodnotě 1. Odesílání je uzamknuto v noci a odesílá hodnotu na objekt termostatu pro zapnutí a vypnutí komfortního režimu. Blok 4 má zámek aktivní při hodnotě 0. Odesílání telegramů je uzamknuto ve dne. V případě detekování přítomnosti odesílá hodnotu na objekt termostatu pro aktivaci nočního režimu. Pro přepínání mezi maximální rychlosti ventilátoru ve dne a v noci, aby ve dne byla rychlost neomezená a v noci byla maximální rychlost ventilátoru 30 %, je využito převodního bloku logického modulu. Převodní modul převádí telegram s hodnotou 0 na telegram s hodnotou 100 % a telegram 1 na

telegram s hodnotou 30 %. Výstupní telegram je odeslán do objektu s nastavením limitu rychlosti ve fancoil modulu.



Obrázek 17 Přepínání režimu termostatu na základě přítomnosti a dne nebo noci

Na následujícím Obrázek 18 je znázorněn diagram pro ovládání žaluzií na základě úrovně slunečního svitu a stavu vytápění nebo chlazení, aby v případě zapnutého vytápění a slunečního svitu došlo k vytažení žaluzií pro využití slunce k vyhřátí místnosti a v případě aktivního chlazení a nadměrného slunečního světla došlo k zatažení žaluzií, aby se místnost nepřehřívala. Využívá se zde dvou logických bloků AND a dvou filtračních bloků z logického modulu. Pokud je aktivní status vytápění z fancoil modulu a svítí slunce, je na výstupu z bloku AND hodnota 1, která je odeslána do filtračního bloku. Ten je nastaven, aby hodnotu 1 změnil na hodnotu 0 a hodnotu 0 vůbec neodesílal. Dále se využívá druhého bloku AND. Pokud je aktivní chlazení a svítí slunce je výstupní hodnota 1 odeslána do druhého filtračního bloku, který je nastaven, aby hodnotu 1 předal na výstup a hodnotu 0 blokoval, výstupní hodnota je poslána do žaluziového akčního členu pro pohyb žaluzie v automatickém módu. Hodnota 0 odpovídá směru nahoru a hodnota 1 směru dolů.



Obrázek 18 Automatické ovládání žaluzií na základě režimu vytápění nebo chlazení a slunečního svitu

## 8 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracování návrhu možnosti řízení provozně technických funkcí ve Smart Home s ohledem na snížení provozních nákladů.

V teoretické části bakalářské práce jsem popsal výhody a nevýhody inteligentních domů, přehled řídicích systémů se zaměřením na systém KNX. Dále byla popsána řízení provozně technických funkcí v inteligentních domech a jejich vliv na úsporu provozních nákladů.

V praktické části bakalářské práce jsem vytvořil projekt pro řízení konkrétního rodinného domu pomocí KNX standardu. Pro návrh realizace projektu jsem zvolil KNX přístroje od firmy Schneider Electric. Projekt jsem naprogramoval v SW nástroji ETS5. Vytvořený projekt s jednotlivými funkcemi byl otestován v laboratoři na Fakultě elektrotechniky a informatiky. S prací na vytvoření projektu mi pomohl odborný kurz zaměřený na systém KNX, který jsem absolvoval v minulém roce.

V přílohách bakalářské práce jsou vypracované návody pro práci se SW nástrojem ETS a podrobné možnosti nastavení k jednotlivým KNX komponentům použitých v projektu. Tyto návody mohou využít ti, co nemají zatím zkušenosti s ETS.

Po prostudování odborné literatury, mnoha odborných článků, technické dokumentace jsem dospěl k názoru, který převládá, že inteligentní domy mají velkou budoucnost. S nástupem neustále narůstajících požadavků na komfort uživatelů a požadavků na úspory energie, jednak z důvodu narůstajících cen energií, tak snižování ekologické zátěže, bude stoupat počet instalací inteligentních domů. V tomto pohledu je systém KNX ideální řešení. Úspora provozních nákladů je velmi individuální. Záleží na každé jednotlivé nemovitosti a projektu. Průměrné hodnoty úspor provozních nákladů se pohybují v rozmezí 11 až 31 %. Platí úměra, čím vyšší je počet regulací provozně technických funkcí, více propojených systémů a větší budova, tím je inteligentní instalace výhodnější jak z hlediska investičních nákladů, tak i úspory na provozních nákladech. Každý projekt vyžaduje individuální přístup projektanta podle požadavků investora.

Investice do systému KNX zaručuje udržení hodnoty nemovitosti. Moderní a s domem rostoucí inteligentní instalace také kladně ovlivní případnou prodejní cenu nemovitosti.

## Literatura

- [1] ALEXAKIS, George, Spyros PANAGIOTAKIS, Alexander FRAGKAKIS, Evangelos MARKAKIS a Kostas VASSILAKIS. Control of Smart Home Operations Using Natural Language Processing, Voice Recognition and IoT Technologies in a Multi-Tier Architecture. *Designs* [online]. 2019, 3(3) [cit. 2021-03-13]. ISSN 2411-9660. Dostupné z : doi:10.3390/designs3030032
- [2] CHAMORRO ATALAYA, Omar, Angel QUESQUEN-PORRAS a Dora ARCE SANTILLAN. Lighting control network based on KNX protocol, for the reduction of energy consumption. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* [online]. 2020, 19(3), 1186-1193 [cit. 2021-03-13]. ISSN 2502-4760. Dostupné z : doi:10.11591/ijeecs.v19.i3.pp1186-1193
- [3] CHINCHERO, Hector F., J. MARCOS ALONSO a Ortiz T. HUGO. A Review on Smart LED Lighting Systems. In: 2020 IEEE Green Energy and Smart Systems Conference (IGESSC) [online]. IEEE, 2020, 2020-11-2, s. 1-6 [cit. 2021-03-13]. ISBN 978-1-7281-8744-0. Dostupné z : doi:10.1109/IGESSC50231.2020.9285004
- [4] DAMODARAN, S., S. BHAVANI AND K. MUTHUKUMAR Power consumption in automated service-oriented buildings using fuzzy knx protocol. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 2019, 8(5s), 666-674.
- [5] FEKI, E., K. KASSAB AND A. MAMI. Integration of the small board computers Rasp berry PI in Home Automation based on KNX protocol. In 19th IEEE Mediterranean Microwave Symposium, MMS 2019. IEEE Computer Society, 2019, vol. 2019-October.
- [6] SAPUNDZHI, F. A survey of KNX implementation in building automation. *TEM Journal*, 2020, 9(1), 144-148.
- [7] SKVORTSOVA, I., R. LATYSHEV AND Y. TRUNTSEVSKY. Innovation through improvement in the energy efficiency of business processes. In O. KALININA. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018. EDP Sciences, 2019, vol. 110.
- [8] SYARMILA BT SAMEON, S., S. YUSSOF AND B. N. JORGENSEN. Comparison between Communication Technology used in Smart Building. In 8th International Conference on Information Technology and Multimedia, ICIMU 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, p. 212-217.
- [9] TOYLAN, M. Y. AND E. CETIN Design and application of a KNX-based home automation simulator for smart home system education. *Computer Applications in Engineering Education*, 2019, 27(6), 1465-1484.
- [10] BEŠINA, J. AND P. BILÍK. Úspora elektrické energie pomocí inteligentního řízení provozu budov. In 12th International Scientific Conference Electric Power Engineering 2011, EPE 2011. Kouty nad Desnou: VSB-Technical University of Ostrava, 2011, p. 482-484.
- [11] MAGNO, M., T. POLONELLI, L. BENINI AND E. POPOVICI A low cost, highly scalable wireless sensor network solution to achieve smart LED light control for green buildings. *IEEE Sensors Journal*, 2015, 15(5), 2963-2973.



- [12] PANNA, R., R. THESRUMLUK AND C. CHANTRAPORNCHAI Development of energy saving smart home prototype. *International Journal of Smart Home*, 2013, 7(1), 47-66.
- [13] PÖRTNER, A., D. SPRUTE, A. WEINITSCHE AND M. KÖNIG. Integration of a fall detection system into the intelligent building. In D.W. CUNNINGHAM, P. HOFSTEDT, I. SCHMITT AND K. MEER. 45. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik: Informatik, Energie und Umwelt, INFORMATIK 2015 - 45th Annual Meeting of the German Informatics Society: Computer Science, Energy and Environment, INFORMATIK 2015. Gesellschaft für Informatik (GI), 2015, vol. 246, p. 191-202.
- [14] SMART HOME ENERGY – What is a „Smart Home“? [online – 31. 1. 2021]. Dostupné z: <http://smarthomeenergy.co.uk/what-smart-home>
- [15] VAŇUŠ, Jan. Řízení provozu budov: učební text. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2012.
- [16] Šancová L., Vogel P., Kotek P., Antonín J., Macholda F., Beranovský J.: Kompletní regenerace panelových domů z pohledu snižování spotřeby energie a zlepšení kvality bydlení Portál TZB-info, (<http://www.tzb-info.cz>), 2010
- [17] KUNC, Josef. *KNX systémové instalace jsou výhodné!* [online]. In: . 10. 11. 2011 [cit. 2021-3-30]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/knx-systemove-instalace-jsou-vyhodne-1-dil>
- [18] *Inteligentní systém pro moderní budovy* [online]. JUNG [cit. 2021-3-30]. Dostupné z: [https://elektro-light.cz/wp-content/uploads/Technicka\\_brozura\\_KNXEIB\\_CZ.pdf](https://elektro-light.cz/wp-content/uploads/Technicka_brozura_KNXEIB_CZ.pdf)
- [19] KUNC, Josef. *Poznátky z praxe potvrzují výhodnost KNX systémových instalací* [online]. 2019 [cit. 2021-3-30]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/poznatty-z-praxe-potvrzuj-vyhodnost-knx-systemovych-instalaci>
- [20] VOJÁČEK, Antonín. Úvod do BACnetu - Building Automation and Controls Network. *Automatizace.hw.cz* [online]. 26.4. 2012 [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/uvod-do-bacnetu-building-automation-and-controls-network>
- [21] PÁVEK, Jaromír. ELEKTRO [online]. 2002. Praha: FCC PUBLIC, 2002 [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/inteligentni-elektroinstalace-se-systemem-nikobus--14942>
- [22] VOJÁČEK, Antonín. Sběrnice LonWorks - 1.část - Úvod. *Automatizace.hw.cz* [online]. 5.4. 2012 [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2005040501>
- [23] VAŇUŠ, Jan. Popis sběrniceového systému Nikobus. [online]. [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/STB/3.%20popis%20sber.%20syst.%20%20Nikobus%20promitani.pdf>
- [24] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [25] KNX Association Materiály k certifikačnímu školení základního kurzu KNX. 2019
- [26] KNX [online]. Diegem (Brussels), Belgie: KNX.org, 2020 [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: [www.knx.org](http://www.knx.org)

- [27] KUNC, Josef. Asociace KNX letos oslaví 30 let své činnosti. SVĚTLO: odborný časopis pro světelnou techniku [online]. Praha: FCC Public, 2020, 17.3. 2020, 26(6), 60 [cit. 2020-12-16]. ISSN 1212-0812. Dostupné z : <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/asociace-knx-letos-oslaviv-30-let-sve-cinnosti--5042>
- [28] HOW CAN ELECTRICIANS BECOME SMART INSTALLERS? Smart Solutions [online]. [cit. 2020-12-17]. Dostupné z : <https://smartsolutions.voltimum.co.uk/articles/how-can-electricians-become-smart>
- [29] Physical address vs Group address. KNXer [online]. [cit. 2020-12-17]. Dostupné z : <http://knxer.net/?p=49>
- [30] KNX Wiring and Topology. Ivoryegg.: creating thoughtful buildings [online]. [cit. 2020-12-17]. Dostupné z : [https://www.ivoryegg.co.uk/essential\\_guides/knx-wiring-and-topology](https://www.ivoryegg.co.uk/essential_guides/knx-wiring-and-topology)
- [31] KNX System arguments [online]. [cit. 2020-12-29]. Dostupné z : [http://knx.com.ua/attachments/article/132/KNX-basic\\_course\\_full.pdf](http://knx.com.ua/attachments/article/132/KNX-basic_course_full.pdf)
- [32] Inteligentní elektroinstalace: Systémy řízení budov - KNX katalog [online]. Verze 1.0. Praha: Schneider Electric CZ, 2018 [cit. 2020-12-17]. Dostupné z : [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=S1567.pdf&p\\_Doc\\_Ref=S1567](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=S1567.pdf&p_Doc_Ref=S1567)
- [33] Seznamte se s DALI. In: OneIndustry [online]. 9. 9. 2015 [cit. 2021-01-31]. Dostupné z : <https://elektro.oneindustry.one/seznamte-se-s-dali/>
- [34] In: [Http://siemens71.ru/](http://siemens71.ru/) [online]. [cit. 2021-01-31]. Dostupné z : [http://siemens71.ru/new/?fn=10038927\\_F&art=5WG1141-1AB02](http://siemens71.ru/new/?fn=10038927_F&art=5WG1141-1AB02)

## Seznam příloh

- A. Technický popis jednotlivých přístrojů
- B. Návod vytvoření projektu v ETS5
- C. Návod na ovládání žaluzií
- D. Návod na regulace teploty pomocí Fancoil modulu
- E. Popis funkcí liniové spojky
- F. Popis funkcí IP routeru
- G. Popis funkcí logického modulu
- H. Popis funkcí dotykového panelu