

**Univerzita Hradec Králové**  
**Fakulta informatiky a managementu**  
**Katedra informačních technologií**

**Moderní domácnost**  
Bakalářská práce

Autor: Tereza Šlegrová  
Studijní obor: Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: prof. RNDr. Peter Mikulecký, Ph.D.

Hradec Králové

duben 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 7.11.2022

*vlastnoruční podpis*

Tereza Šlegrová

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. RNDr. Petrovi Mikuleckému, Ph.D. za metodické vedení práce, ochotu a čas, který mi věnoval.



## **Anotace**

Bakalářská práce „Moderní domácnost“ se v první části práce zaměřuje na rozlišení jednotlivých ekosystémů a firem vytvářejících IoT komponenty. Dále jsou rozebírány jednotlivé využívané komunikační protokoly společně s jejich rozhraními, které jsou následně v práci porovnávány dle jejich silných či slabých stránek. Stěžejní částí práce je popis jednotlivých zařízení chytré domácnosti včetně sumarizační tabulky porovnání u každého z nich.

Praktická část je primárně zaměřena na návrhový model domu a následnou implementaci IoT řešení v poměru cena/výkon společně s energetickou náročností na provoz. Samotná vizuální implementace poté probíhá v programu Home I/O, kde byly vytvořeny tři simulace, které názorně poukazují na možné efektivní využití IoT prvků v domácnosti.

## **Annotation**

*Title: Modern household*

The bachelor's thesis "Modern household" mainly focuses on the enlargement of the IoT components and their main manufacturers. In the next part there are multiple communication protocols analyzed together with their interfaces, which are compared with each other in order to find the best one for each purpose. The main part of the thesis focuses on descriptions of individual smart home devices including summarizing chart with comparison of each device.

Practical part of thesis is primary dedicated to house design model with implemented IoT solution. Solution model is dedicated to value/performance criteria together with energy demand. Visual implementation of IoT simulations is created in Home I/O software. Every one of three simulations points out on possible use of IoT elements in household.

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Moderní domácnost a její historie .....	3
3.1	Společnost Apple .....	4
3.2	Společnost Amazon.....	6
3.3	Společnost Google .....	7
3.4	Společnost Xiaomi.....	8
4	Komunikační protokoly a rozhraní .....	10
4.1	ZigBee .....	10
4.2	LoRaWAN .....	11
4.3	Z-Wave.....	13
4.4	MQTT.....	13
4.5	Wi-Fi.....	14
4.6	Bluetooth .....	15
4.7	Sumarizace a srovnání jednotlivých protokolů dle využití.....	15
5	Zařízení chytré domácnosti.....	16
5.1	Chytrá domácnost .....	16
5.1.1	Hlasový asistent .....	16
5.1.2	Osvětlení .....	18
5.1.3	Termostat .....	21
5.2	Hlavní síťové prvky IOT .....	23
5.2.1	Router.....	23
5.2.2	Řídící centrum (Controller) .....	26
5.3	Zabezpečení chytré domácnosti.....	29
5.3.1	IP kamera.....	29

5.3.2	Zámek.....	32
5.3.3	Alarmové systémy .....	34
6	Praktická část – Sestavení optimální chytré domácnosti v poměru cena/výkon 36	
6.1	Vizualizace a implementace chytré domácnosti na modelu domu .....	36
6.2	Sumarizace celkových nákladů implementace .....	38
7	Praktická část – Simulace v automatizačním programu Home I/O .....	39
7.1	Simulační program Home I/O .....	39
7.2	Simulace I – Venkovní osvětlení dle denní doby.....	41
7.3	Simulace II – Alarm.....	43
7.4	Simulace III – Příjezd automobilu .....	46
8	Závěr.....	49
9	Seznam použité literatury.....	50



## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - porovnání komunikačních protokolů IoT</i> .....	15
<i>Tabulka 2 - srovnání hlasových asistentů</i> .....	17
<i>Tabulka 3 - porovnání chytrého a klasického svícení</i> .....	18
<i>Tabulka 4 - srovnání nejprodávanějších chytrých žárovek</i> .....	20
<i>Tabulka 5 - porovnání nejprodávanějších termostatů</i> .....	22
<i>Tabulka 6 - porovnání mesh a klasického routeru</i> .....	24
<i>Tabulka 7 - porovnání mesh routerů dle vlastností</i> .....	25
<i>Tabulka 8 - přiřazení vhodného kontrolního centra k protokolu</i> .....	26
<i>Tabulka 9 - srovnání nejprodávanějších dedikovaných kontrolních center</i> .....	28
<i>Tabulka 10 - porovnání nejprodávanějších IP venkovních kamer</i> .....	31
<i>Tabulka 11 - srovnání nejprodávanějších chytrých zámků</i> .....	33
<i>Tabulka 12 - porovnání nejprodávanějších bezpečnostních alarmových systémů v základním balíčku</i> .....	35

# 1 Úvod

Chytrá zařízení nás každodenně obklopují na každém našem kroku. Ať už se jedná o smartphone, chytré hodinky nebo další zařízení označované jako „smart“. Tento trend se v posledních letech rozšířil i do domácností. Postupně začaly vznikat chytrá zařízení nebo vylepšení již zařízení existujících pomocí senzorů, konektivity k internetu nebo Bluetooth.

Lidé začaly čím dál více využívat tato zařízení v domácnostech a následně je propojovat mezi sebou, čímž vznikl pojem internet věcí. V dnešní době je již běžnou praxí v mnoha domácnostech tyto sítě vytvářet a ulehčovat si tak rutinní činnosti. Tato zařízení se nevyskytují pouze v interiéru domácností, ale můžeme se běžně setkat i s chytrými kamerami, zámky nebo sekačkami na trávu.

Ať už se jedná o venkovní nebo vnitřní zařízení spojené v síti, je možné je ovládat pomocí smartphonů nebo dotykových kontrolních center, která jsou většinou umístěna na stěně uvnitř domu. Internet věcí se stále rozvíjí ať už z hlediska softwaru i hardwaru a každou chvíli nám přináší nové možnosti jeho implementace a rozšíření.

## 2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je prezentace vybraných technologií chytré domácnosti, vyhodnocení jejich rozdílů a porovnání jednotlivých ekosystémů. V první části práce je detailně popsána historie moderní domácnosti společně s rozvojem jednotlivých společností vyvíjejících zařízení pro chytrou domácnost. V další části jsou popsány jednotlivé komunikační protokoly, které jsou používány v IoT sítích s následnou sumarizací a porovnáním. V hlavní části práce jsou popsány jednotlivá zařízení chytré domácnosti společně se síťovými prvky a zabezpečením. Každé zařízení z těchto skupin je následně porovnáno s jinými produkty a ten nejlepší z nich je následně použit v praktické části práce.

Praktická část je zaměřena primárně na sestavení chytré domácnosti z komponentů vyhodnocených v části teoretické. Tato zařízení jsou poté vizualizována na modelu domu včetně sumarizace nákladů.

V závěru se práce zaměřuje na simulační program Home I/O, kde jsou vypracovány jednotlivé simulace pro tři příklady scénáře.

### 3 Moderní domácnost a její historie

Pojmem chytrá domácnost se rozumí sestava několika IoT<sup>1</sup> zařízení využívající umělou inteligenci, která ulehčuje běžným uživatelům život. V nynějším poměrně rychlém životním stylu musí lidé myslet na spoustu věcí, např. zda při odchodu z bytu zhasli světla, vypli a zajistili spotřebiče či zda si nezapomněli vzít klíče od bytu. Dále díky neustále udržované konektivě k internetu je možné tato zařízení neustále ovládat s pomocí smartphonu, kde se také nachází výpisy z jednotlivých senzorů daného zařízení. Nicméně většina těchto prvků dokáže pracovat zejména autonomně, kdy je možnost automatického zhasínání světel při odchodu, manipulace se žaluziemi či posloupnost libovolných akcí nadefinovaných uživatelem. V neposlední řadě je možné také kontrolovat spotřebu energií s využitím centrální jednotky. Komunikace mezi zařízeními probíhá pomocí sítě internet s využitím síťových prvků (viz Kap. 5.2).

Koncept chytré domácnosti začal vynálezem dálkových ovladačů, které představil v roce 1898 Nikola Tesla.

Začátkem 20. století začala vznikat zařízení, která předcházela dnešní chytré domácnosti. Například poháněný šicí stoj a elektrický psací stoj, který byl vynalezen o 30 let dříve započaly nový trend. V následujících dvou desetiletích se staly populárními domácí rádia a fonografy a také byl roku 1901 představen první vysavač s názvem „Puffing Billy“.

Od 30. let 20. století se začalo bydlení ještě více automatizovat. Byly vynalezeny trouby s regulací teploty, elektrické toustovače či varné konvice. Dále následovaly sušičky prádla, pračky, ledničky či elektrické myčky.

Opravdový zvrát v domácí automatizaci přišel roku 1966, kdy byl vyvinut první inteligentní automatizační systém s názvem **Echo IV**. Tento tzv. domácí počítač umožňoval ovládání klimatizace, teploty domova či spotřebičů.

---

<sup>1</sup> **IoT** – zkratka (*Internet of Things*) je v informatice označení pro skupinu zařízení, spotřebičů či vozidel, které jsou ve vzájemné interakci a komunikují mezi sebou pomocí protokolů

První chytrý dům byl zmíněn roku 1950 v časopise Popular Mechanics, kdy vynálezce Emil Mathis postavil **první chytrý dům** ve městě Jacksonu, stát Michigan. Dům byl známý pod názvem **Push-Button Manor** (doslova „panství na tlačítko“). Dům byl vybaven elektrickým ovládáním žaluzií, větrem pohaněným mlýnkem na kávu či kontrolou zámků dveří.

Arthur R. Railton (1950, s. 1) udává, že: *„Pro náhodného návštěvníka se Mathiasův dům neliší od jakéhokoli jiného pohodlného amerického domova, dokud Mathias nestiskne vypínač a nezačnou se dít věci! Vše je skryto mezi podlahovými trámy nebo stěnami. Nejsou zde žádné visící dráty. Neměli byste podezření na přítomnost desítek mechanických služebníků, kteří čekají na váš příkaz.“*

*„Ale stačí vstoupit do nervového centra systému, do skříně v Mathiasově ložnici, a uvědomíte si, že tenhle dům se nepodobá žádnému, který jste kdy viděli! Stěny skříně jsou obloženy drobností. Vypínače, relé, hodiny, které zapínají věci, hodiny, které vypínají věci, termostaty, transformátory, usměrňovače, yardy drátu spojující všechno s něčím jiným!“ (překlad vlastní)*

V této době také začaly vznikat společnosti, které v dnešní době kromě počítačů a smartphonů produkují velké množství IoT zařízení pro chytré domácnosti. Mezi největší giganty v oblasti chytré domácnosti a IoT patří Apple, Amazon, Google a Xiaomi.

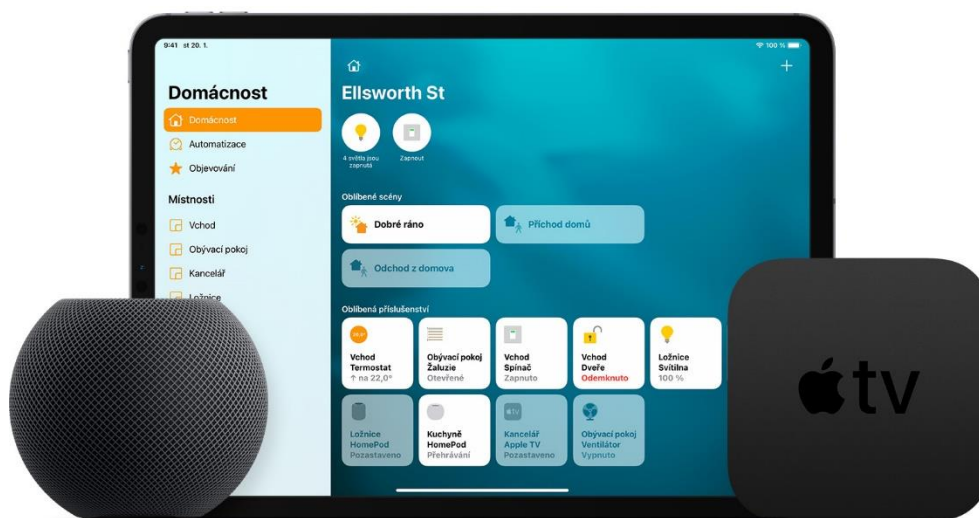
### 3.1 Společnost Apple

Roku 1976 přátelé Steve Jobs, Steve Wozniak a Ronald Wayne založili v garáži společnost Apple. Pár měsíců po založení byl představen počítač Apple I, kterého bylo ručně vyrobeno pouze 100 kusů.

Největším milníkem se stává vydání počítače Apple II, kterého se již prodalo několik milionů kusů a byl aktivně používán až do počátku 90. let. Od této chvíle se společnost dostala do povědomí široké skupiny lidí. V roce 1991 Apple začíná prodávat tzv. Powerbooky, které budou v budoucnu nahrazeny MacBooky.

O 9 let později Steve Jobs oznamuje nástup na pozici generálního ředitele, v této době se Apple začíná zaměřovat i na výrobu jiných zařízení v podobě hudebního přehrávače iPod, který je následován notebookem MacBook, smartphonem iPhone a tabletem iPad. V roce 2011 je představen iPhone 4s, který je vybavený hlasovou asistentkou **Siri**, která je také integrována do Apple IoT zařízení. Na podzim roku 2014 vychází první aplikace určená pro ovládání inteligentních zařízení s názvem **HomeKit**, která je kompatibilní se všemi zařízeními využívající operační systém iOS<sup>2</sup>.

Díky této aplikaci je možné spravovat velké množství IoT zařízení v domácnosti pomocí způsobu tzv. vytváření místností. V každé místnosti jsou vytvořeny položky s akcemi, díky kterým mohou uživatelé ovládat chytrá zařízení v domě s využitím hlasového asistenta Siri nebo prostřednictvím dané aplikace na dálku. HomeKit komunikuje se zařízeními prostřednictvím protokolu **HomeKit Accessory Protocol**. Při uživatelské manipulaci s aplikací jsou data odesílána do zařízení dle konkrétních místností. Každá kategorie zařízení je označena kódem, který slouží k identifikaci daného zařízení v ekosystému.



**Obrázek 1 – HomeKit UI**

zdroj:

[https://support.apple.com/library/content/dam/edam/applecare/images/cs\\_CZ/homepod/ios14-homepod-mini-apple-tv-automation-hero.jpg](https://support.apple.com/library/content/dam/edam/applecare/images/cs_CZ/homepod/ios14-homepod-mini-apple-tv-automation-hero.jpg)

---

<sup>2</sup> iOS – uzavřený mobilní operační systém fungující na platformě Apple a všech jejích zařízeních

Dle dat, která byla zveřejněna v říjnu 2019 má HomeKit pouze **450** kompatibilních zařízení ve srovnání s **10 000** zařízeními kompatibilními s Google a **85 000** zařízeními kompatibilní s Amazonem.

## 3.2 Společnost Amazon

Společnost Amazon byla založena roku 1994 v Bellevue Jeffem Bezem. Název Amazon vznikl odvozením z názvu řeky „Amazonky“, čímž zakladatel chtěl poukázat na jeho plány vzniku největšího internetového obchodního řetězce na světě. Zpočátku byly prodávány pouze knihy, videokazety a počítačový hardware. Roku 1995 byla otevřena první online knihovna, která obsahovala tisíce knih, ke kterým měl přístup každý s internetem. Postupem času se sortiment obchodu začal exponenciálně rozrůstat, nyní, v roce 2022 má Amazon přes 1,6 miliónu zaměstnanců v celém světě a nabízí služby jako e-commerce, digital streaming<sup>3</sup> a zejména **cloud computing**.

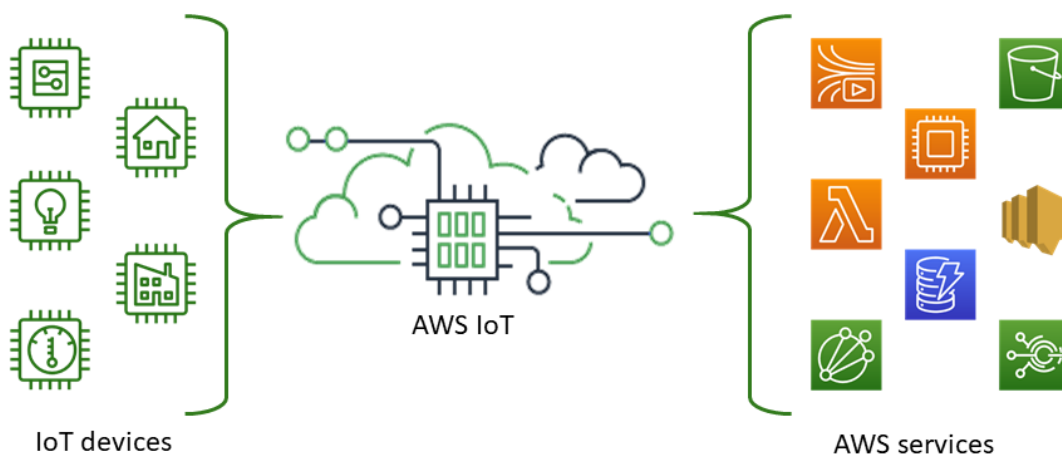
V roce 2015 začal vznikat nový operační systém s názvem FireOS 5, který vychází z Android 5.1 a je aplikován do zařízení pod značkou Amazon, např. do tabletů řady Amazon Fire HD. Postupem času začaly vycházet nové verze, které byly aplikovány na FireTV atd. V této době byly také představeny první IoT zařízení, a to **Amazon Alexa** (hlasová asistentka sloužící k hlasovému ovládní chytré domácnosti), která byla v roce 2014 poprvé implementována do chytrého reproduktoru Echo. V těchto reproduktorech, které se neustále zlepšují působí Alexa dodnes a je opatřována neustálými updaty. V roce 2022 dokážou reproduktory Echo s integrovanou Alexou ovládat i několik desítek zařízení v domácnosti, což může být složité, pokud jde o správu jednotlivých zařízení. Proto již v roce 2015 byl představen tzv. **Amazon Web Services (AWS)**, což je jedno z největších cloudových řešení pro poskytování služeb přes internet po celém světě.

Pod tímto řešením byla představena tzv. **AWS IoT Core**, což je cloudové řešení

---

<sup>3</sup> **digital streaming** – *multimédia, která jsou vysílána koncovým spotřebitelům*

pro správu a management velkého množství chytrých zařízení bez nutnosti vlastnění serverů. Po připojení zařízení jsou veškerá data odesílána na cloud, kde si je může uživatel zobrazit, filtrovat či upravit nebo je využívat v dalších AWS službách. IoT Core využívá MQTT nebo HTTPS protokoly, nicméně dokáže pracovat i přes síť **LoRaWAN**<sup>4</sup>. Přenos po síti je zcela zabezpečen. Tímto způsobem také mohou jednotlivá zařízení spolu komunikovat a předávat si data.



**Obrázek 2** – Princip fungování AWS IoT Core

zdroj: <https://docs.aws.amazon.com/iot/latest/developerguide/images/what-is-aws-iot.png>

### 3.3 Společnost Google

Společnost Google Inc. byla založena Larrym Pagem a Sergeyem Brinem roku 1998 v Kalifornii. Populární vyhledávač postupem času raketově vzrůstal na popularitě. V dalších letech byly do vyhledávače integrovány služby jako News, Gmail a speciální systém Map. Firma Google nyní patří k největším gigantům na trhu s elektronikou, cloudovými službami a dalšími užitečnými aplikacemi.

Kromě těchto aplikací se Google také významně podílí ve vývoji například autonomně řízených aut (2009), chytrých brýlí (2013) i IoT zařízení.

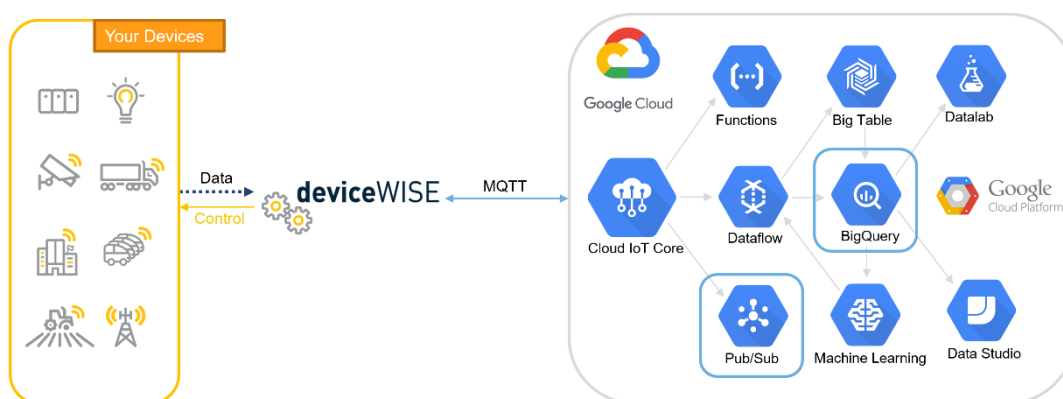
---

<sup>4</sup> **LoRaWAN** – síť, která slouží pro komunikaci mezi IoT zařízeními, viz. Kap. 4.2



Nejvýznamnějším zástupcem těchto zařízení je řada chytrých reproduktorů Google Home s implementovaným hlasovým asistentem. V září roku 2017 byla vydána veřejná beta cloudového řešení s názvem **Google Cloud Internet of Things**.

Tato aplikace plně umožňuje správu a bezpečné připojení mnoha IoT zařízení společně s IoT Core. Data vysílaná z každého připojeného zařízení jsou odesílána na Cloud, kde mohou být dále využívána v databázích, analytických nástrojích a bez serverových aplikací. Podporované protokoly jsou MQTT a HTTP.



**Obrázek 3** – Princip fungování Google IoT Core  
zdroj: <https://docs.devicewise.com/Content/Resources/Images/GCP.png>

### 3.4 Společnost Xiaomi

Společnost s názvem Xiaomi byla založena roku 2010 Lei Junem původně jako softwarová společnost. Hlavním účelem bylo rozšířit funkcionalitu stávajícího Androidu, čímž bylo vytvořeno nové rozhraní s názvem **MIUI**. V roce 2014 bylo již možné toto rozhraní implementovat do více než 200 zařízení v anglickém či čínském jazyce. O rok později po založení společnosti byl vydán první mobilní telefon s názvem **Mi One phone**. Od té doby Xiaomi nebylo primárně zaměřeno pouze na software ale i hardware.

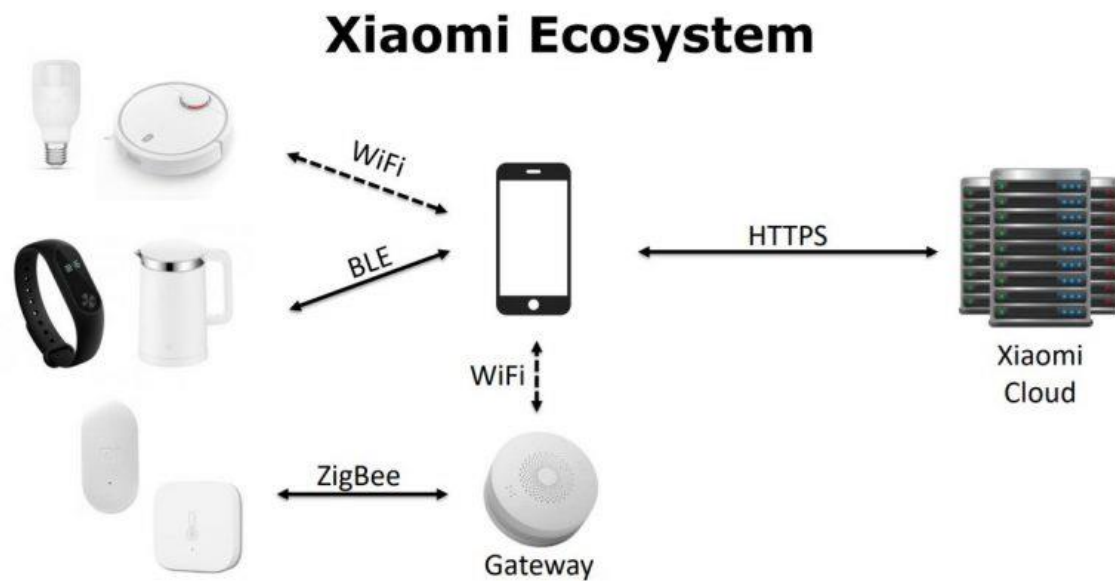
V roce 2022 je již firma známa po celém světě svojí kvalitou a rentabilitou zejména v poměru cena/výkon.

V roce 2016 začalo Xiaomi prosazovat myšlenku „*omni-remote control*“, což v praxi znamená ovládání a připojení všech chytrých zařízení domácnosti

k mobilnímu telefonu pomocí AI. Po této myšlence bylo vydáno několik chytrých zařízení jako televize, klimatizace následována řadou zařízení pod ekosystémem **Xiaomi Smart Home Products**. Většina těchto zařízení pracuje s protokolem ZigBee.

V roce 2020 byl vydán první **Mi Smart Speaker** s implementovaným Google asistentem, téhož roku společnost vydala kompletní IoT platformu s názvem **Xiaomi Vela**. Úkolem této platformy bylo sjednotit všechna chytrá zařízení pod ekosystémem Xiaomi, je složena ze tří částí:

- **Jádro NuttX** – plánování daných úloh a zajišťuje komunikaci TCP/IP
- **Vývojářské nástroje**
- **Aplikační framework Vela** – systémové služby, UI a lokální úložiště



**Obrázek 4** – Způsob fungování Xiaomi ekosystému  
zdroj: <https://i02.appmifile.com/images/2019/07/04/3badd36b-8b1e-4cac-8ba6-29a91ac29132.jpg>

## 4 Komunikační protokoly a rozhraní

Jedním z hlavních úkolů IoT zařízení je schopnost komunikace přes danou síť, na kterou jsou zařízení připojena. Komunikace probíhá na úrovni koncových zařízení až přes odesílání dat skrze IoT pipeline<sup>5</sup> na cloudové nebo centrální servery. Tyto činnosti jsou zpravidla obstarávány pomocí IoT protokolů, které zpracovávají data ze zařízení a jejich senzorů pro jejich další možné využití (v aplikacích, v jiném zařízení apod.).

### 4.1 ZigBee

Jedná se o jeden z nejrozšířenějších IoT protokolů vycházejících ze standardu IEEE 802.15.4, fungující na sítích typu mesh<sup>6</sup>, nejčastěji na frekvenci **2,4GHz**. Ačkoli je schopen fungovat pouze na malé vzdálenosti (zpravidla 10 – 100m) a jeho výkon se vyznačuje slovy „low-power“ je i přesto často využíván zejména pro prodloužení komunikace přes větší počet zařízení. Konkurentem tohoto protokolu je protokol **BLE (Bluetooth Low Energy)**, který má menší dosah, ale naopak větší **bitrate** (označení pro datový tok, resp. bit/s).

Kromě routeru a konečného zařízení využívá protokol také tzv. koordinační zařízení, které komunikuje s routerem a je primárně využíváno pro navázání spojení s jednotlivými zařízeními.

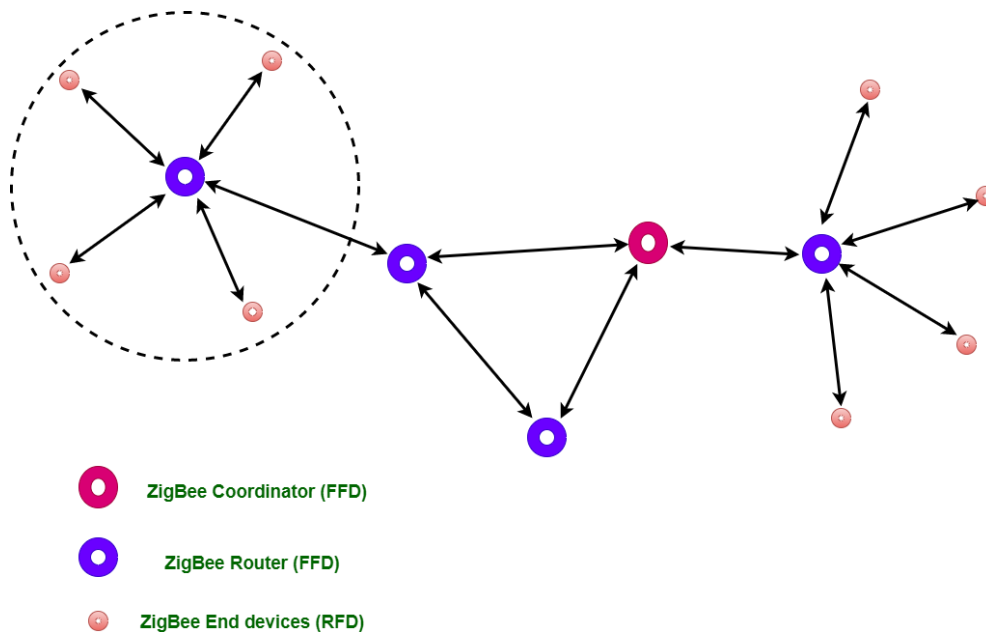
ZigBee může být využito také ve hvězdicové či stromové topologii zapojení. Samotný protokol se architektonicky skládá z **pěti** hlavních vrstev:

- **Aplikační vrstva a rozhraní** – obsahuje aplikace řízené výrobcem
- **Bezpečnostní vrstva** – bezpečnost a kódování komunikace
- **Síťová vrstva** – stará se primárně o síťové záležitosti a rozhraní mezi vrstvami
- **MAC vrstva** – primárně vytváří rozhraní mezi fyzickou a síťovou vrstvou
- **Fyzická vrstva** – nejnižší vrstva, přetváří pakety na bitový tok pro účely přenosu

---

<sup>5</sup> **IoT pipeline** – systém zpracovávání zpráv z koncových zařízení, který umožňuje jejich filtraci a následné odeslání na server či jiné datové úložiště.

<sup>6</sup> **Mesh síť** – Označuje se také jako smíšená topologie, kdy většina uzlů je propojena s více než jedním dalším uzlem sítě.



**Obrázek 5** – Způsob komunikace Zigbee sítě  
 zdroj: <https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/20211103161020/Publication1.png>

## 4.2 LoRaWAN

LoRaWAN byl původně vydán v roce 2015 společností LoRa Alliance. Celá zkratka LoRaWAN znamená „Long Range Wide Area Network“ a značí, že protokol slouží pro přenos na velké vzdálenosti. Podporuje full duplexní<sup>7</sup> komunikaci a oproti ZigBee využívá pásmo **1GHz**, čímž dokáže vysílat signály na vyšší vzdálenosti. Je proto vhodná pro bezdrátové připojení k IoT zařízením.

Komunikace probíhá mezi různými frekvenčními pásmy, kdy každé pásmo má jinou přenosovou rychlost. Sít' protokolu LoRaWAN rozděluje daná zařízení na několik tříd:

- **třída A** – zařízení této třídy podporují full duplex komunikaci
- **třída B** – pro případná přijímací okna v předem určenou dobu
- **třída C** – při vysílání jsou přijímací okna zavřena, mimo vysílání stále otevřena

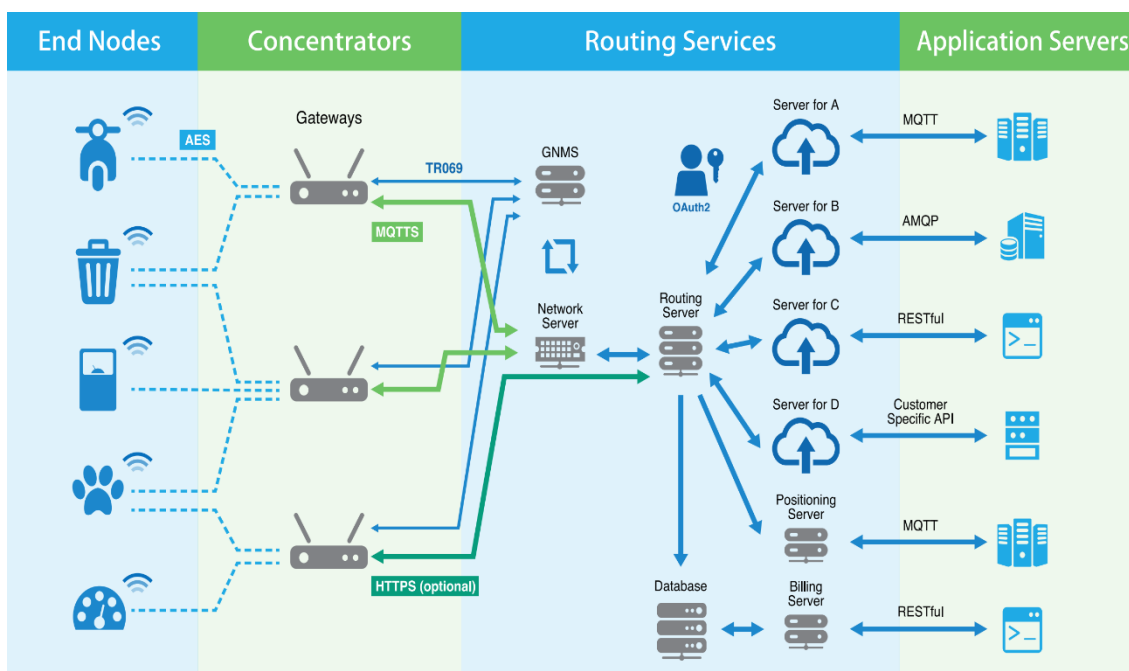
---

<sup>7</sup> **Full duplex** – způsob komunikace, kdy obě strany mohou zároveň vysílat i přijímat signál

Vysílací výkon protokolu se pohybuje okolo 25mW, přičemž je schopen vysílat až do vzdáleností okolo **5 km v zastavěné oblasti, 15 km v příměstském prostředí** a až **40 km v otevřených oblastech** bez větších možností rušení signálu.

Pro šifrování přenosu je využíváno zabezpečení **AES128** (Advanced Encryption Standard), které využívá 128 bitový klíč pro šifrování a dešifrování přenášených dat pomocí klíče.

Samotná komunikace probíhá od koncových zařízení přes gateway<sup>8</sup>, síťový server až k danému aplikačnímu serveru dle využití dat získaných z jednotlivých zařízení.



**Obrázek 6 – Komunikace sítě LoRaWAN**

zdroj: <https://hypertech.co.il/wp-content/uploads/2015/12/Plot.png>

<sup>8</sup> **gateway** – zařízení, které je možné využít při propojení dvou sítí s různými komunikačními protokoly

### 4.3 Z-Wave

Další ze skupiny bezdrátových mesh protokolů, který byl vytvořen zejména pro domácí automatizaci. Podobně jako Wi-Fi a Bluetooth využívá nízkofrekvenční vysílání. Protokol vysílá na nízké frekvenci okolo **868 MHz** v Evropě, nicméně tyto frekvence jsou různé pro každou zemi. Protokol dokáže vysílat pouze na vzdálenost 100 metrů, nicméně mohou být použity zesilovače signálu pro větší dosah. Primárně je spravován asociací **Z-Wave Alliance**.

Ovládání zařízení s tímto protokolem je umožněno přes tzv. **Z-Wave Controller**, který představuje hlavní řídicí jednotku celé domácnosti. Jeho hlavním úkolem je připojení smartphone či jiného zařízení do sítě a následné zprostředkování komunikace a ovládání koncových zařízení.



**Obrázek 7** – Vizualizace komunikace přes Z-Wave Controller  
zdroj: <https://smarterhome.sk/upload/stblog/1/39/85/3985large.jpg>

### 4.4 MQTT

MQTT neboli **Message Queuing Telemetry Transport** je jedním ze základních protokolů přenášejících zprávy mezi několika IoT zařízeními. Pro tuto komunikaci je používán tzv. **Broker**, který je hlavním prvkem komunikace jednotlivých zařízení.

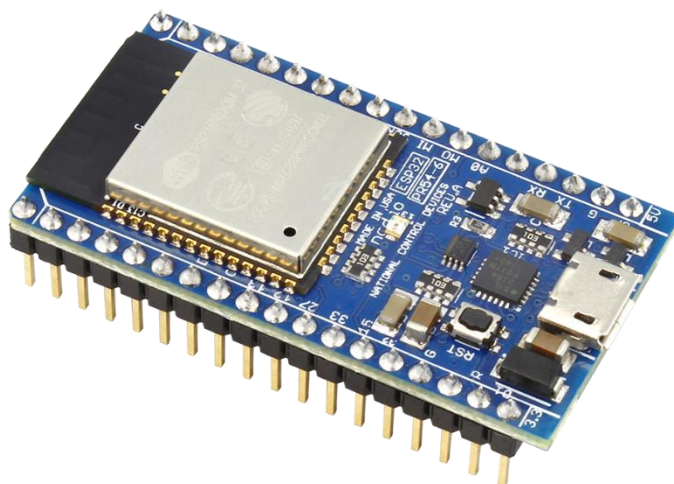
Komunikace s brokerem probíhá pomocí TCP protokolu. Samotný protokol podporuje zprávy o maximální velikosti **256 MB**. Primárně byl navržen pro senzory a mobilní zařízení v situacích, kdy je nutné využít malou šířku pásma. V dnešní době se již jedná o open-source protokol, který je využíván i v průmyslovém IoT (Industry 4.0).

## 4.5 Wi-Fi

Wi-Fi neboli „Wireless Fidelity“ je každodenně používán v komerčních či soukromých sférách. Obecně se používá pro rychlý datový přenos, kterým je schopen přenést velké množství dat.

Patří do rodiny bezdrátových síťových protokolů. Vychází ze síťového standardu **IEEE 802.11**. Obecně tento standard označuje zařízení operující na frekvenci **2,4 až 5 GHz**, což jsou zařízení síťového či radiového přenosu.

Nicméně vysílání signálu Wi-Fi je pro většinu bateriově nabíjených IoT zařízení bohužel energeticky náročné. Tímto je využitelnost implementace Wi-Fi značně limitována. Dosah tohoto protokolu se odhaduje na **20 m** uvnitř budov či **150 m** ve volném prostoru. Pro příjem tohoto signálu se v IoT zařízeních se používají moduly například ESP32.



**Obrázek 8** – Wi-Fi modul ESP32

zdroj: [https://media.ncd.io/sites/2/20180327145220/ESP32\\_1.png](https://media.ncd.io/sites/2/20180327145220/ESP32_1.png)

## 4.6 Bluetooth

V moderní době se tento typ přenosu těší stále větší oblibě na trhu elektroniky. Denně se setkáváme s bezdrátovými sluchátky, gamepady či počítačovými periferiemi. Již z tohoto popisu je patrné, že se jedná o bezdrátovou technologii vysílající na krátké vzdálenosti.

Toto vysílání je krátké vlnové délky při vysoké frekvenci. Díky těmto specifikacím je protokol využíván hojně na poli IoT technologií. Taktéž jako Wi-Fi, BT také pracuje na frekvenci **2,4 GHz** s aktivní vzdáleností přenosu na **10 m**. Jeho účinné vysílací pásmo je **2 Mb/s**.

Alternativním řešením je tzv. BLE (Bluetooth Low Energy), což je standard optimalizovaný pro IoT zařízení. Liší se v menší spotřebě energie oproti klasickému Bluetooth.

## 4.7 Sumarizace a srovnání jednotlivých protokolů dle využití

Dle kritérií každého protokolu byla vypracována tabulka přehledu jednotlivých vlastností.

**Tabulka 1** - porovnání komunikačních protokolů IoT, zdroj: autorka

	<i>ZigBee</i>	<i>LoRaWAN</i>	<i>Z-wave</i>	<i>MQTT</i>	<i>Wi-Fi</i>	<i>Bluetooth</i>
<b>Frekvence</b>	868 MHz	868 MHz	868,42 MHz	900 MHz	2,4 GHz	2,4 GHz
<b>Dosah</b>	30 - 70 m	Až 20 km	30 - 40 m	Do 100 m	Do 100 m	Až 50 m
<b>Šířka pásma</b>	2,4 GHz	866 MHz	9600 bit/s	malá	2,4 - 5 GHz	2,4 GHz
<b>Přenosová rychlost</b>	250 kbit/s	300 - 50 000 bit/s	100 kbit/s	1 zpráva/s	54 Mb/s	720 kbit/s



## 5 Zařízení chytré domácnosti

Jak je již patrné variabilita zařízení IoT na trhu je značně rozsáhlá. V následujících podkapitolách budou rozebrány základní zařízení, bez kterých se chytrá domácnost neobejde, dále budou porovnávány a specifičtěně rozebrány.

Nejlepší produkty budou vybrány do schématu chytré domácnosti v další kapitole.

### 5.1 Chytrá domácnost

Chytrá domácnost zahrnuje zařízení, která se nacházejí většinou uvnitř bytu či domu, kde spolu vzájemně interagují.

#### 5.1.1 Hlasový asistent

Pojmem hlasový asistent se rozumí fyzické zařízení, pomocí kterého lze ovládat prvky chytré domácnosti. Na trhu existuje velká řada těchto asistentů. Nejznámějšími jsou **Alexa** (Amazon), **Siri** (Apple), **Cortana** (Microsoft) a **Google Asistent**.

Každý z nich dokáže zpracovávat hlasové příkazy a rozdávat tak úkoly jednotlivým zařízením, nicméně oproti značným výhodám jsou tu i nevýhody:

- + přístup k informacím, přehrávání multimédií, nastavování spotřebičů*
- + rychlá odezva, vhodné i pro děti (interaktivní výuka)*
- + pokročilé AI, podpora 24/7*
  
- cena implementace*
- stále aktivní mikrofón (otázka soukromí)*
- stále chybějící česká lokalizace, hlasové rozpoznávání*

Ačkoli jsou hlasoví asistenti většinou integrováni do mobilních telefonů či tabletů existují i malé domácí reproduktory.

Většina domácností má tento reproduktor v každé větší místnosti, kde aktivně očekává hlasový příkaz. Každý z nich je připojen pomocí Wi-Fi do sítě, což mu umožňuje vyhledávání na internetu a zejména rozdávat příkazů koncovým zařízením.

**Tabulka 2 - srovnání hlasových asistentů, zdroj: autorka, obr. [36-39]**  
 Vysvětlivky: *nejlepší řešení, střední cesta, dostatečné řešení*

<b>Společnost</b>	<b>Amazon</b>	<b>Apple</b>	<b>Google</b>	<b>Xiaomi</b>
<b>Produkt</b>	<i>Echo Dot 4. gen</i>	<i>HomePod Mini</i>	<i>Nest Mini 2. gen</i>	<i>Mi Smart Speaker</i>
<b>Podporovaný jazyk</b>	8 jazyků	7 jazyků	12 jazyků	28 jazyků
<b>Hlasový asistent</b>	<i>Amazon Alexa</i>	<i>Siri</i>	<i>Google Assistant</i>	<i>Google Assistant</i>
<b>Vysílací frekvence</b>	2,4 a 5 GHz	2,4 GHz	2,4 a 5 GHz	2,4 a 5 GHz
<b>Připojení</b>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>
<b>Protokol (nutnost použití HUBu)</b>	<i>Z-Wave, ZigBee, MQTT, HomeKit</i>	<i>HomeKit, MQTT</i>	<i>Z-Wave, ZigBee, MQTT, HomeKit</i>	<i>MQTT, ZigBee</i>
<b>Operační systém</b>	<i>Android, iOS</i>	<i>iOS</i>	<i>Android</i>	<i>Linux</i>
<b>Počet mikrofonů</b>	4	4	3	2
<b>Speciální vlastnosti</b>	<i>3,5 mm audio out, Alexa guard, multiroom audio</i>	<i>Apple Music</i>	<i>Spotify</i>	<i>12W audio</i>
<b>Cena v Kč</b>	1 469	2389	690	879
<b>Obrázek</b>				

### 5.1.2 Osvětlení

Mezi základní prvky ovládané hlasovým asistentem jsou zejména chytré LED žárovky, pásy či nástěnné svícení. Připojení je zprostředkováno zpravidla pomocí Wi-Fi. Ovládání je spravováno pomocí aplikací v mobilu, hlasových příkazů či pohybových čidel.

LED neboli **Light-Emitting Diode** (elektroluminiscenční dioda) se skládá z katody (-) a anody (+). Oproti klasickým diodám je energeticky úspornější a poskytuje vyšší svítivost.

Chytré svícení je sestaveno výhradně z těchto LED svítidel, která využívají RGB barevné spektrum. S touto funkcí je možné míchat jednotlivé barvy, měnit režimy svícení či svítit zdravějším bílým světlem.

**Tabulka 3 - porovnání chytrého a klasického svícení, zdroj: autorka**  
Vysvětlivky: *efektivní řešení, neefektivní řešení*

<i>Typ svícení</i>	<i>Klasické wattové svícení</i>	<i>Chytré LED svícení</i>
<i>Úspornost</i>	60 W/h	10 W/h
<i>Ovládání</i>	Vypínač	Aplikací, Hlasem, Pohybovým čidlem
<i>Funkce</i>	Klasické svícení	Svícení, Míchání RGB kanálů, Režimy svícení
<i>Životnost</i>	1000 hodin	10 000 – 50 000 hodin

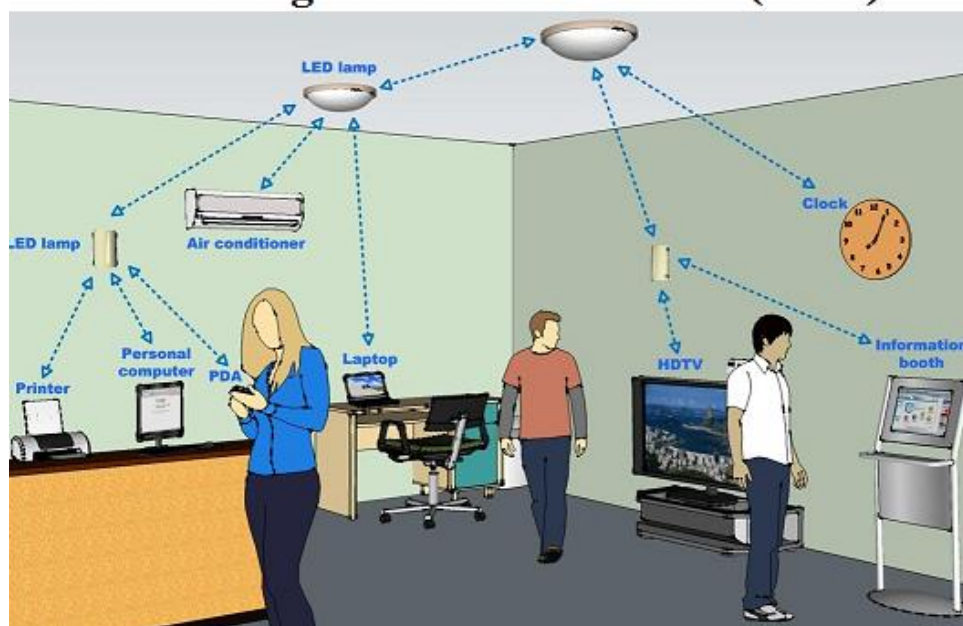
Jak je již z tabulky patrné, LED svícení je ve všech stránkách lepší než klasické wattové svícení.

Hlavní roli zde hrají i funkční senzory které se do IoT svícení implementují mezi hlavní patří:

- **RGB barevný senzor** – k rozpoznání RGB v LED žárovce
- **Mikrospektrometr** – rozpoznání světelného spektra
- **Fotodioda** – používané při komunikaci pomocí VLC

VLC neboli **Visible Light Communication** v praxi je bezdrátová metoda komunikace LED světelnými paprsky podobně jako Wi-Fi zejména ve vnitřních prostorech. Tento způsob přenosu se také běžně označuje jako **LiFi** využívající vlnovou délku 780–375 nm.

## Visible Light Communications (VLC)



**Obrázek 9** – Princip komunikace pomocí LED světla

zdroj:





[https://www.notebookcheck.net/fileadmin/Notebooks/News/\\_nc3/1\\_GjVVFVqeuwdfDpjiv1b\\_Fw.png](https://www.notebookcheck.net/fileadmin/Notebooks/News/_nc3/1_GjVVFVqeuwdfDpjiv1b_Fw.png)

Na trhu existuje velké množství chytrých osvětlení, které jsou prodávány v různých podobách (LED pásy, žárovky, diody).

Z tohoto důvodu byla vypracována tabulka porovnání nejprodávanějších žárovek, viz str. 20.

**Tabulka 4 - srovnání nejprodávanějších chytrých žárovek, zdroj: autorka, obr. [40-43]**

Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>Nanoleaf</b>	<b>Immax</b>	<b>Philips</b>	<b>Nitebird</b>
<b>Produkt</b>	<i>Essentials Smart A19</i>	<i>Neo Lite</i>	<i>Hue</i>	<i>WB4</i>
<b>Chromaticnost</b>	<i>2700–6500 K</i>	<i>2700–6500 K</i>	<i>2000–6500 K</i>	<i>2700–6500 K</i>
<b>Hlasový asistent</b>	<i>Siri, Google Assistant, Amazon Alexa</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa, Siri, Lidl, Tuya</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa, Siri</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya</i>
<b>Životnost</b>	<i>25 000 h</i>	<i>25 000 h</i>	<i>25 000 h</i>	<i>20 000 h</i>
<b>Připojení</b>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi</i>	<i>Wi-fi, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi</i>
<b>Protokol (nutnost použití HUBu)</b>	<i>ZigBee, HomeKit</i>	<i>HomeKit, ZigBee</i>	<i>ZigBee, LoRaWAN, Z-Wave, HomeKit</i>	<i>ZigBee</i>
<b>Operační systém</b>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>
<b>Příkon / Napětí</b>	<i>9 W / 230 V</i>	<i>11 W / 230 V</i>	<i>9 W / 230 V</i>	<i>8 W / 230 V</i>
<b>Speciální vlastnosti</b>	<i>Stmívatelnost</i>	<i>Hlasové ovládání, Časovač, Stmívatelnost</i>	<i>Stmívatelnost, RGB, Časovač, Hlasové ovládání</i>	<i>Stmívatelnost</i>
<b>Cena v Kč</b>	<i>649/1ks</i>	<i>299/1ks</i>	<i>1 380/1 ks</i>	<i>439/1ks</i>
<b>Obrázek</b>				

### 5.1.3 Termostat

Domácí automatizace se týká i vytápění, klimatizace a veškerých zařízení na ovládání teploty domu, včetně termostatů. Nynější chytré termostaty využívají **Wi-Fi** pro komunikaci s internetem. Tímto umožňuje uživatelům efektivně ovládat teplotu v domě vzdáleně pomocí mobilních telefonů či jiných zařízení připojených k internetu.

Tímto způsobem je možné ušetřit značné sumy na domácím vytápění. Chytrý termostat také umožňuje uživateli nastavit různé teploty na jednotlivé části dne.

První chytrý termostat byl představen roku 2007. Nyní se na trhu setkáváme s třemi typy termostatů, což jsou manuální, programovatelný a chytrý.

- **Manuální** – ručně nastavená teplota uživatelem
- **Programovatelný** – možnost naprogramování teploty dle denní doby
- **Chytrý** - s využitím senzorů dokáže sám nastavit vhodnou teplotu či být ovládán přes Wi-Fi na dálku

V roce 2011 byl představen tzv. Nest Thermostat, který od programovatelného termostatu využívá navíc **infračervený senzor**, jímž kontroluje pohyby uvnitř domácnosti. Pokud je detekován pohyb, termostat automaticky nastaví vhodnou teplotu domácnosti.




Nejnovější modely dokonce dokážou předpovídat hodinu kdy nebudou lidé doma či kdy se budou vracet. Takto termostat začne např. 15 minut před očekávaným příchozem topit/klimatizovat, aby příchozí lidé měli v domácnosti komfortní teplotu.

Tato funkce se dá také využívat na různé zóny v domě, kdy je možné nastavit vytápění/klimatizování pouze na určitou místnost.

V praxi se setkáme i s chytrými hlavicemi radiátorů, které umožňují efektivně upravovat stupeň tepla jednotlivých radiátorů.

Samotné porovnání nejprodávanějších termostatů na trhu s fotkami, viz str 22.

**Tabulka 5 - porovnání nejprodávanějších termostatů, zdroj: autorka, obr. [44-46]**  
 Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>Tado</b>	<b>Netatmo</b>	<b>Google</b>
<b>Produkt</b>	V3+	Smart Thermostat	Nest Thermostat 3. gen
<b>Hlasový asistent</b>	Siri, Google Assistant, Amazon Alexa	Siri, Google Assistant, Amazon Alexa	Google Assistant, Amazon Alexa
<b>Připojení</b>	Wi-Fi	Wi-Fi	Wi-Fi, Bluetooth
<b>Protokol (nutnost použití HUBu)</b>	ZigBee, HomeKit	MQTT, ZigBee, HomeKit	ZigBee
<b>Operační systém</b>	Android, iOS	Android, Windows, iOS	Android, iOS
<b>Napětí</b>	230 V	250 V	230 V
<b>Speciální vlastnosti</b>	Geolokace, Plánování vytápění	Plánování, E-Ink display	Geolokace, Plánování, LED display, Čidlo
<b>Cena v Kč</b>	2 890	4 629	5 774
<b>Obrázek</b>			

## 5.2 Hlavní síťové prvky IOT

Tato kapitola se zabývá popisem základních síťových prvků využívaných v IoT sítích.

### 5.2.1 Router

Základním zařízením, které musí obsahovat každá IoT síť připojená k internetu je směrovač (router), který spadá do skupiny tzv. **gateway zařízení**. Tato zařízení představují spojení mezi rozličnými komunikačními protokoly na síti.

Běžně se k nim připojují senzory či ostatní IoT zařízení, kdy jejich získaná data jsou chronologicky překládána na jiný protokol a odesílána na další uzel v síti. Routery také umožňují IoT síti komunikovat s internetem a daná data odesílat např. do různých cloudových služeb či online databází. Z těchto dat je potom možné autonomně spravovat jednotlivá zařízení.

Právě k těmto branám jsou jednotlivá zařízení připojena pomocí komunikačních protokolů. Vedlejším úkolem brány je filtrování informací a zabezpečení samotné sítě před napadením, dokáže spravovat i tisíce jednotlivých IoT zařízení a senzorů.

V praxi se můžeme setkat s drátovými (wired) a bezdrátovými (wireless) routery:

- **Wireless router** – zprostředkovává WLAN (Wide Area Network) bezdrátovou komunikaci, která je poté vysílána radiovými vlnami do blízkého okolí, nelze vytvořit LAN
- **Wired router** – nedokáže vytvořit WLAN, připojení pouze kabelem k jednotlivým zařízením čímž je vytvořena LAN (Local Area Network)

V moderní domácnosti se setkáme výhradně s bezdrátovými routery z důvodu výhody bezdrátové komunikace. Využívání routerů v chytré domácnosti je opravdu klíčovým prvkem, ačkoli je tu mnoho výhod, existují i nepatrné nevýhody.



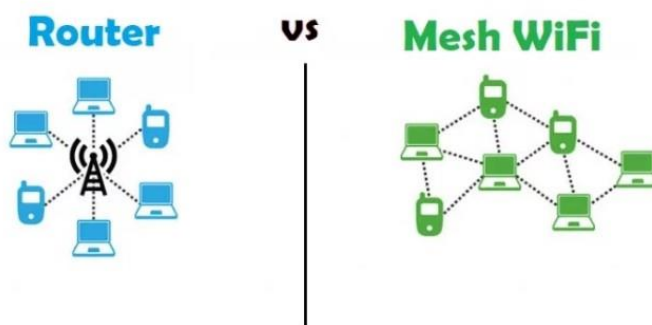
Mezi hlavní výhody využívání gateway zařízení v síti patří zejména ochrana dat při komunikaci s internetem, redukce spotřeba energií koncových zařízení při odesílání dat a jejich filtrování.

Nevýhodou je poté zejména závislost na neustálém internetovém připojení. Při výběru vhodného routeru do chytré domácnosti je vhodné uvážit router typu **Mesh**, který oproti klasickému routeru nabízí mnoho vylepšení.

**Tabulka 6** - porovnání mesh a klasického routeru, zdroj: autorka  
Vysvětlivky: *lepší řešení*, *horší řešení*

<i>Mesh router</i>	<i>Klasický router</i>
Vyšší dosah oproti klasickým routerům (až 600 m)	Limitovaný dosah signálu (45–90 m)
Bez nutnosti použít zesilovač	Nutnost použití zesilovače pro prodloužení vysílání signálu
<b>Regulace mrtvých zón</b>	Mrtvé zóny běžnou součástí připojení
Router kity pro lepší bezpečnost	Často vyšší latence a výpadky signálu
Jednoduchá správa sítě	Menší rychlost
Efektivní pro chytrou domácnost	Pořizovací cena
Častý nevyužitý potenciál	
Pořizovací cena	




Jak je již z tabulky patrné, mesh routery jsou vhodnější pro chytrou domácnost. Porovnání nejprodávanějších mesh routerů, viz str. 25.



**Obrázek 10** – Komunikace běžného routeru vs Mesh Wi-Fi sítě  
zdroj: <https://cdn.appuals.com/wp-content/uploads/2020/10/Paul-Bunyan-Technologies-1024x413.jpg.webp>

**Tabulka 7 - porovnání mesh routerů dle vlastností, zdroj: autorka, obr. [47-49]**

Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>TP-Link</b>	<b>Orbi Netgear</b>	<b>Google</b>
<b>Produkt</b>	<i>Deco X20</i>	<i>RBS350</i>	<i>Nest Wi-fi router</i>
<b>Standardy</b>	802.11a – 802.11ax	802.11a – 802.11ax	802.11a – 802.11ac
<b>Hlasový asistent</b>	Amazon Alexa, Google Assistant	Amazon Alexa, Google Assistant	Amazon Alexa, Google Assistant, Siri
<b>Šifrování</b>	WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA3	WPA-PSK, WPA2-PSK	WPA3
<b>Rychlost přenosu</b>	1 775 Mb/s	1 800 Mb/s	1 200 Mb/s
<b>Připojení</b>	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6	Wi-Fi 5
<b>Protokol</b>	ZigBee	ZigBee	-
<b>Operační systém</b>	Android	Android	Android, iOS
<b>Wi-Fi pásmo</b>	2,4 a 5 GHz	2,4 a 5 GHz	2,4 a 5 GHz
<b>Speciální vlastnosti</b>	Gigabit LAN, IPv6, Quality of Service, Mesh, VPN	VPN, Multi-user MIMO	IPv6, Gigabit LAN
<b>Cena v Kč</b>	2 999	3 889	4 529
<b>Obrázek</b>			

## 5.2.2 Řídící centrum (Controller)

Kontrolní centra neboli rozbočovače jsou zařízení pro větvení sítě. Na rozdíl ale od nich dokážou plně kontrolovat a komunikovat s koncovými zařízeními. Také jsou hlavním prvkem komunikace se smartphonem, spravují tak vzdálený přístup k zařízením.

Hlavním benefitem kontrolního centra oproti routeru je **agregace jednotlivých zařízení do rozsáhlého a kooperujícího segmentu**, kde jednotlivá zařízení právě přes vybraný protokol dokážou komunikovat mezi sebou a předávat si tak data, navíc poskytuje přídatnou vrstvu zabezpečení komunikace. Jedná se tak o hlavní síťový prvek IoT sítě.

Pokud budujeme chytrou domácnost, musíme si v první řadě vybrat na jakém protokolu budou zařízení komunikovat a zda jsou kompatibilní, dle těchto kritérií vybíráme i kontrolní centrum.

**Tabulka 8** - přiřazení vhodného kontrolního centra k protokolu, zdroj: autorka

<b>Použitý protokol</b>	<b>Kontrolní centrum</b>
<i>ZigBee</i>	<i>ZigBee centrum</i>
<i>Z-Wave</i>	<i>Z-Wave Controller</i>
<i>MQTT</i>	<i>MQTT Broker</i>

Asi tím nejrozšířenějším protokolem je momentálně ZigBee. Tento protokol navíc dělí jednotlivá kontrolní centra do čtyř základních skupin:

**Dedikovaná KC** – použití pro agregování a ovládání velkého množství koncových zařízení.

**Víceúčelová KC** – speciální typ kontrolního centra, který umožňuje kromě klasických operací i operace sekundární. Typickým zástupcem je např. Amazon Echo Plus, což je plně funkční reproduktor se zabudovaným asistentem.

Nicméně kromě přehrávání hudby, zpracovávání hlasových příkazů zvládá i ovládání a management jednotlivých ZigBee zařízení stejně jako dedikované centrum.

**Bezpečnostní systémy** – dalším speciálním typem KC jsou centra využívaná v bezpečnostních systémech. Tyto kontroléry se zaměřují pouze na bezpečnost domácnosti a ovládají zejména chytré zámky, alarmy či senzory pohybu.

**Mosty (bridge)** – Mosty neboli bridge jsou nejvíce uzavřený typ KC. Nejčastěji jsou součástí balení nějakého specifického odvětví IoT (osvětlení, termostaty atd.).

Jejich základní funkcí je vytvoření sítě pouze pro určitou skupinu jejich zařízení, většinou i pod nějakým typem značky. Ihned po zapnutí se automaticky připojí na nejbližší router, čímž umožní správu zařízení přes smartphone a Wi-Fi.

Takto jednoduché připojení je vhodné pro amatérské uživatele implementující chytrou domácnost.

Každé řídicí centrum je ovládán pomocí aplikace ve smartphonu. Nejmodernější domácnosti však mohou mít i fyzický kontrolér, který se nejčastěji umísťuje na stěny místnosti, viz obr. 11.



**Obrázek 11** – Nástěnné řídicí centrum





zdroj:

[https://cdn.shopify.com/s/files/1/0677/2189/products/09\\_1024x1024.jpg?v=1518156911](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0677/2189/products/09_1024x1024.jpg?v=1518156911)

Na trhu existuje velké množství těchto kontrolních center různých typů, byla proto sestavena tabulka porovnání těch nejprodávanějších, viz str. 28.

**Tabulka 9** - srovnání nejprodávanějších dedikovaných kontrolních center, zdroj: autorka, obr. [50-53]

Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>Xiaomi</b>	<b>Homey</b>	<b>Tesla</b>	<b>AQARA</b>
<b>Produkt</b>	Mi Smart Home Hub	Athom Pro 2.0	Smart Hub	M2 Hub
<b>Hlasový asistent</b>	Siri, XiaomiAI	Siri, Amazon Alexa, Google Assistant	Tuya	Siri, Amazon Alexa, Google Assistant
<b>Max. počet zařízení</b>	100	1 000	50	128
<b>Připojení</b>	Wi-Fi, Bluetooth	Wi-Fi, Bluetooth, RF	Wi-Fi	Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet
<b>Protokol (nutnost použití HUBu)</b>	MiHome, HomeKit, ZigBee	ZigBee, Z-Wave, HomeKit	ZigBee	ZigBee, HomeKit
<b>Operační systém</b>	iOS, Android	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS
<b>Wi-Fi pásmo</b>	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
<b>Speciální vlastnosti</b>	micro USB out	Vysoký výkon (vhodné pro rozsáhlé sítě)	-	EU server, integrovaný reproduktor
<b>Cena v Kč</b>	799	10 690	649	1 559
<b>Obrázek</b>				

## 5.3 Zabezpečení chytré domácnosti

IoT zařízení jsou v dnešní době využívána v každém sektoru lidského působení. Od chytrých domácností, komerčních společností či armádních i vládních objektů. Každý z těchto sektorů užívá různou míru zabezpečení.

V oblasti chytré domácnosti bychom měli dodržovat alespoň základní pravidla zabezpečení, mezi která patří: *volit silná hesla, udržovat firmwary a operační systémy zařízení stále aktuální atd.*

Základní dodržování těchto pravidel uživatelům pomůže předejít např. úniku důležitých dat (kreditní karty, personální data), znemožnění fungování zařízení a zejména těch, kontrolujících zdravotní stav uživatele atd.

Útoky však nemusí vždy nutně přijít pouze z kyberprostoru, velmi často se může jednat o vniknutí cizích osob, zlodějů či zvířat do domácnosti. Proto je dobré ji zabezpečit vhodnými zařízeními proti těmto událostem. Těmi nejvíce využívanými jsou kamerové systémy, zámky či alarmy.

### 5.3.1 IP kamera

Bezpečnostní kamery jsou v problematice střežení objektů klíčovým zařízením. Již v roce 1942 byla vynalezena první **CCTV** (Closed-circuit television) kamera. Tento typ kamer je využíván zejména v průmyslu.

Pro účely chytré domácnosti se však využívají zejména **síťové kamery**. Tento typ kamer, často označovaný zkratkou IP, je vhodný pro monitorování vnitřních či vnějších prostor. Největší výhodou oproti CCTV kamerám je vyšší rozlišení a také způsob ukládání záznamů, kdy jsou záznamy odesílány na vzdálená úložiště, nejčastěji cloudy. Poté je možné je přehrávat na mobilním telefonu či PC. V případě modelu obohaceném o slot na SD kartu je možné ukládat záznam přímo na kartu.

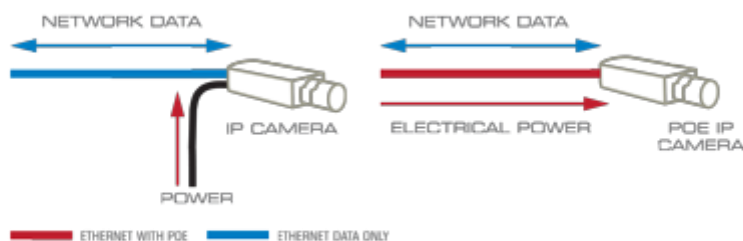
Tyto záznamy jsou nejčastěji nahrávány v rozlišení od 640 x 480 px u nejlevnějších modelů, dražší modely dokážou nahrávat i ve standardu Full HD.

Neustálé připojení IP kamer do sítě je umožňuje také plně ovládat (otáčet směr pohledu, přibližovat atd.) pomocí mobilní aplikace nebo webu.

IP kamery můžeme připojit do sítě pomocí dvou způsobů:

- **Wi-Fi připojení** – poskytuje bezdrátové vysílání signálu, přičemž je omezen dosah
- **LAN kabel** – nejrychlejší možnost přenosu dat, nutnost vést kabel, napájení pomocí PoE

Termínem **PoE** (Power over Ethernet) se označuje způsob napájení zařízení přímo přes síťový ethernetový kabel, čímž mizí nutnost řešení napájení těchto zařízení přidavným kabelem.



**Obrázek 12** – IP kamera vs POE IP kamera

zdroj: <https://www.veracityglobal.com/media/78155/poe-explained-one-diagram-one.png>

Dnešní trh s elektronikou oplývá stovkami různých modelů IP kamer. Některé mají i speciální vlastnosti, které mohou být benefitem pro jejich uživatele. Nejčastějšími vlastnostmi jsou:

*Detekce pohybu, kdy kamera začíná nahrávat ve chvíli, kdy je v prostoru před ní zaznamenán pohyb.*

*Implementované noční vidění pro lepší orientaci v noci.*





*Záznam zvuku s vestavěným reproduktorem pro plně duplexní komunikaci.*

*Integrovaný reflektor pro osvětlení daného prostoru při špatných světelných podmínkách.*

Z důvodu velkého výběru a rozmanitosti těchto kamer, byla sestavena tabulka porovnání těchto neprodávanějších modelů.

**Tabulka 10** - porovnání nejprodávanějších IP venkovních kamer, zdroj: autorka, obr. [54-57]

Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>TP-LINK</b>	<b>EZVIZ</b>	<b>EZVIZ</b>	<b>Reolink</b>
<b>Produkt</b>	<i>Tapo C310</i>	<i>C8C</i>	<i>C3W PRO</i>	<i>E1</i>
<b>Hlasový asistent</b>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa</i>	<i>Google Assistant, Amazon Alexa</i>
<b>Rozlišení záznamu</b>	<i>2304 x 1296 px</i>	<i>1920 x 1080 px</i>	<i>1920 x 1080 px</i>	<i>2560 x 1920 px</i>
<b>Připojení</b>	<i>Wi-Fi, Ethernet</i>	<i>Wi-Fi, Ethernet</i>	<i>Wi-Fi, Ethernet</i>	<i>Wi-Fi</i>
<b>Snímač</b>	<i>CMOS</i>	<i>CMOS</i>	<i>CMOS</i>	<i>CMOS</i>
<b>Operační systém</b>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, Windows, iOS</i>	<i>Android, Windows, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>
<b>Video kodek</b>	<i>H.264</i>	<i>H.264, H.265</i>	<i>H.264, H.265</i>	<i>H.264</i>
<b>Napájení</b>	<i>Do sítě (Bez POE)</i>	<i>Do sítě (Bez POE)</i>	<i>Do sítě (Bez POE)</i>	<i>Do sítě (Bez POE)</i>
<b>Speciální vlastnosti</b>	<i>Detekce pohybu, Integrovaný mikrofón i reproduktor</i>	<i>Detekce pohybu a zvuku, Trackování pohybu, Cloud, Zónování</i>	<i>Detekce pohybu, email notifikace, vestavěný mikrofón a reproduktor, cloud, LED reflektor</i>	<i>Noční vidění, Detekce pohybu, Trackování pohybu, Infračervený senzor, email notifikace</i>
<b>Cena v Kč</b>	<i>1 499</i>	<i>2 569</i>	<i>1 869</i>	<i>3 299</i>
<b>Obrázek</b>				



### 5.3.2 Zámek

Chytré zámky jsou dalším prvkem v oblasti zabezpečení chytré domácnosti. Využívají se zejména na vchodové dveře od domu, nicméně je možné je použít i uvnitř. Jejich výhodou je vzdálená správa, kdy uživatel může kontrolovat aktuální stav všech zámků ve svém mobilním telefonu nebo je dokonce ovládat.

Chytrý zámek nevyžaduje žádný fyzický klíč, místo něho se využívá klíč virtuální. V případě výpadku či poruchy tyto zámky většinou disponují i možností fyzického otevření s využitím klíče.



Hlavní výhodou těchto zámků je zvýšená bezpečnost oproti klasickým. Tento typ je také složitější na otevření pomocí paklíče. Autentizace poté probíhá pomocí **biometrických údajů** (otisku prstu, rohovky, obličeje či mimiky). Udělením časového oprávnění např. návštěvníkům, může být povoleno otevírání vyhrazených dveří na určitý časový blok dne. V minulých letech z důvodu pandemie COVID-19 bylo výhodné využívat chytré zámky z důvodu zamezení přímého kontaktu při odemykání dveří.

S těmito výhodami se pojí také řada nevýhod, tou hlavní je možnost prolomení. Zámky, které jsou permanentně připojené k internetu, mohou být skrze něj napadeny. Tímto způsobem může hacker získat nejen přístup k zámkům, ale i k ostatním zařízením domácnosti.

Z důvodu velkého množství těchto chytrých zámků na trhu byla sestavena tabulka porovnání těch nejprodávanějších.

**Tabulka 11** - srovnání nejprodávanějších chytrých zámek, zdroj: autorka, obr. [58-60]

Vysvětlivky: *nejlepší řešení*, *střední cesta*, *dostatečné řešení*

<b>Společnost</b>	<b>Yale</b>	<b>Danalock</b>	<b>Tedee</b>
<b>Produkt</b>	<i>Linus</i>	<i>Smart Lock V3</i>	<i>TD-LOCK-WH</i>
<b>Hlasový asistent</b>	<i>Siri, Google Assistant, Amazon Alexa</i>	<i>Amazon Alexa</i>	<i>Siri</i>
<b>Šifrování</b>	<i>AES128</i>	<i>AES256</i>	<i>AES256</i>
<b>Připojení</b>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>	<i>ZigBee, Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi, Bluetooth</i>
<b>Napájení</b>	<i>4xAA baterie</i>	<i>4xCR123A baterie</i>	<i>1xLi-pol baterie</i>
<b>Operační systém</b>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>	<i>Android, iOS</i>
<b>Speciální vlastnosti</b>	<i>Monitoring přechodů, sdílení klíčů</i>	<i>Sdílení klíčů, monitoring přechodů, možnost více uživatelů</i>	<i>Funguje offline, monitoring přechodů, sdílení klíčů</i>
<b>Cena v Kč</b>	<i>6 699</i>	<i>5 669</i>	<i>7 899</i>
<b>Obrázek</b>			

### 5.3.3 Alarmové systémy

Posledním základním prvkem zabezpečení každé chytré domácnosti je alarmový systém. Tyto systémy zpravidla využívají rozmanitou skupinu senzorů, společně s ohlašovacími zařízeními. Z těchto jednotlivých senzorů, které jsou nejčastěji umístěny u dveří, oken nebo jen v nějaké místnosti je v případě detekce pohybu, kouře či požáru vyslán signál do ohlašovacího zařízení (sirény), která se následně rozezní nebo je provedena nějaká akce.

Alarmy nemusí sloužit pouze k detekování nežádoucího pohybu, obecně se dělí na tři hlavní skupiny:




- **Systemy proti vloupání** – základní alarmový systém, spočívá v aktivování daného systému kartou např. při odchodu z domu. Pokud je do příchodu uživatele detekována nějaká akce (pohyb, rozbité sklo, otevření dveří atd.), rozezní se siréna. Uživatel při každém příchodu vypíná systém pomocí čipu či kódu
- **Požární systémy** – kouřové detektory detekují kouř, načež je spuštěn hasící systém
- **System odhalení průniku** – v problematice moderní domácnosti se s tímto typem většinou nesetkáme. Tento systém kontroluje podezřelé aktivity a snaží se jim předejít. Je nejčastěji využíván ve velkých firmách např. pro kontrolu velkých budov. System je většinou spravován bezpečnostními pracovníky, kteří prostory budov monitorují

Alarmové systémy lze také integrovat do IoT sítě, kdy jsou nejčastěji připojeny pomocí Wi-Fi, RF či **GSM**.

GSM neboli „*Groupe Spécial Mobile*“ je rozšířený standard telekomunikačních technologií. Momentálně funguje na nejnovější verzi 5G, operující na frekvenci od 28 do 39 GHz.

Alarmy disponující touto funkcí komunikují s mobilním telefonem pomocí **SIM karty**, která je vložena přímo do alarmu. Data ze senzorů a notifikace jsou poté odesílané na mobilní telefon uživatele.

**Tabulka 12** - porovnání nejprodávanějších bezpečnostních alarmových systémů v základním balíčku, zdroj: autorka, obr. [61-63]  
 Vysvětlivky: **nejlepší řešení**, **střední cesta**, **dostatečné řešení**

<b>Společnost</b>	<b>iGET</b>	<b>EVOLVEO</b>	<b>iGET</b>
<b>Produkt</b>	M4	Salvarix	M38
<b>Typ</b>	System proti vloupání	System proti vloupání	System proti vloupání
<b>Připojení</b>	Wi-Fi, Ethernet, GSM	Wi-Fi, GSM	RF, GSM
<b>Operační systém</b>	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS
<b>Speciální vlastnosti</b>	RFID čtečka, Detekce pohybu dveří a oken, tichý poplach	RFID čtečka, detekce pohybu dveří a oken	Detekce pohybu dveří a oken
<b>Max. počet připojených senzorů</b>	300	99	99
<b>Hlasitost sirény</b>	100 dB	85 dB	110 dB
<b>Cena v Kč</b>	3 999	3 330	1 969
<b>Obrázek</b>			

## 6 Praktická část – Sestavení optimální chytré domácnosti v poměru cena/výkon

Tato část práce se zaměřuje na implementaci a znázornění jednotlivých IoT zařízení v modelu rodinného domu a jejich následné cenové ohodnocení s rozbořem nákladů.

### 6.1 Vizualizace a implementace chytré domácnosti na modelu domu

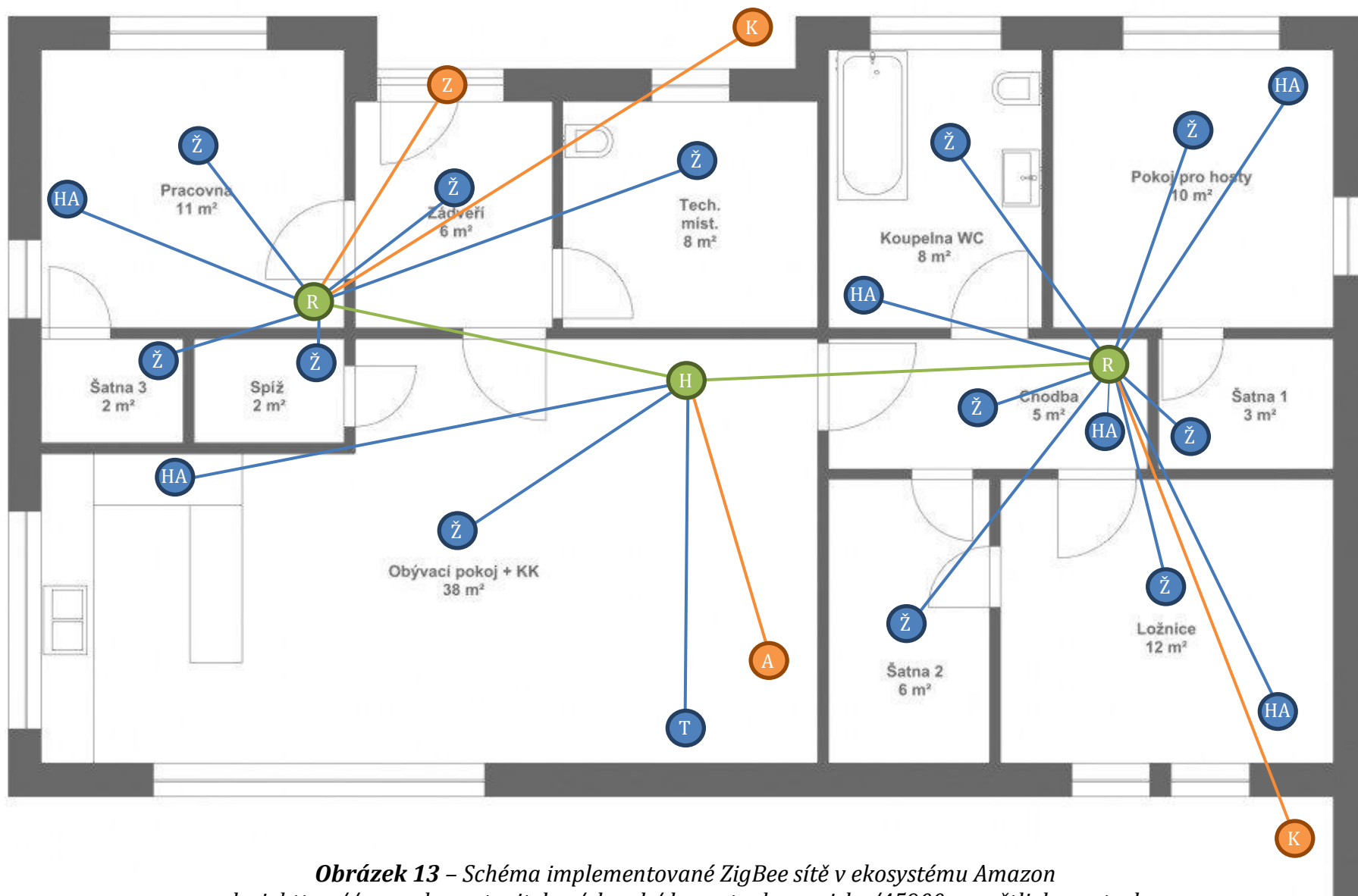
Pro vizualizační praktickou část byl vybrán půdorys přízemního domu o velikosti 4+kk. Zastavěná plocha domu činí 111 m<sup>2</sup>. Pro implementaci chytré domácnosti byl vybrán **ekosystém Amazon** z důvodu plné kompatibility se všemi vybranými zařízeními společně s komunikačním protokolem ZigBee.

V předchozí kapitole byly jednotlivě rozebírány nejprodávanější zařízení chytré domácnosti. Ty nejlepší z nich, které obdržely nejvíce zelených hodnocení, byly ohraničeny tmavě zelenou barvou. Tato zařízení budou nyní implementována na modelu domu.

Jednotlivá zařízení na obrázku domu jsou označena barevnými kolečky s nápisy, z tohoto důvodu byla vytvořena **legenda** s vysvětlením jednotlivých popisků a barev:

**Tabulka 13** – vysvětlivky označení ve schématu navrhnuté ZigBee sítě, zdroj: autorka

Ozn.	Kategorie zařízení	Název vybraného zařízení
HA	Hlasoví asistenti	Amazon Echo Dot 4. gen
Ž	Chytré žárovky	Philips Hue
T	Termostaty	Tado V3+
R	Mesh routery	TP-Link Deco X20
H	Dedikovaná kontrolní centra	AQARA M2
K	IP kamery	EZVIZ C3W PRO
Z	Zámky	Danalock V3
A	Alarmové systémy	iGET M4



**Obrázek 13** – Schéma implementované ZigBee sítě v ekosystému Amazon  
zdroj: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/drevostavba-u-pisku/45900>, vysvětlivky: autorka

Jak je již ze schématu patrné, byly použity dva hlavní routery pro rozdělení sítě z důvodu dosahu signálu skrze zdi. Celá síť je z obývacího pokoje řízena pomocí centra využívajícího protokol ZigBee. Jednotlivá zařízení spolu komunikují pomocí mesh sítě. Navržená IoT síť se celkem skládá z 26 zařízení.

## 6.2 Sumarizace celkových nákladů implementace

V této kapitole budou rozebrány celkové náklady na realizaci navržené sítě a její fungování.

**Tabulka 14** – přehled nákladů vytvořené sítě,  
zdroj: autorka

<i>Množství</i>	<i>Název produktu</i>	<i>Příkon všech zařízení/h</i>	<i>Cena</i>	<i>Celková cena</i>
6	Amazon Echo Dot 4. gen	90 W	1469	8814
12	Philips Hue	108 W	1380	16560
1	Tado V3+	50 W	2890	2890
2	TP-Link Deco X20	20 W	2999	5998
1	AQARA M2	5 W	1559	1559
2	EZVIZ C3W PRO	12 W	1869	3738
1	Danalock V3	12 W	5669	5669
1	iGET M4	4W	3999	3999
<i>Celková cena: 49 227 Kč</i>		<i>Celkový příkon/h: 301 W (0,301 kWh)</i>		
<i>Celkový příkon/den: 7 224 W (7,224 kWh)</i>				
<i>Celkový příkon/měsíc (30 dní): 216 720 W (216,7 kWh)</i>				

Celková pořizovací cena navrhované chytré domácnosti je **49 227 Kč** (ceny stanoveny podle webového obchodu Alza.cz).

Spotřeba elektřiny domácnosti se za hodinu fungování pohybuje okolo **0,301 kWh**, za den **7,224 kWh** a za měsíc **216,7 kWh**.

Pokud budeme uvažovat ceny elektřiny k datumu **5.8.2022** poté nás bude stát chod sítě za jednu hodinu **3,01 Kč**, za den **72 Kč** a za celý měsíc **2 167 Kč**.

## 7 Praktická část – Simulace v automatizačním programu Home I/O

Tato část práce se zaměřuje na popis simulačního programu Home I/O. Dále se zabývá provedenými IoT simulacemi s popisem jednotlivých bloků „blokového“ programování, provedenými operacemi v Home I/O a jejich výsledky.

### 7.1 Simulační program Home I/O

Home I/O je simulační program od portugalského studiu RealGames. Společnost dále vyvíjí projekt Factory I/O pro simulaci výrobních linek a trénování PLC. Program umožňuje provádět reálné IoT simulace chytré domácnosti od světel, alarmů, senzorů atd. Simulace jsou programovány pomocí jednotlivých bloků a logických operátorů, jedná se tedy o blokové programování.

Je možné také vytvářet libovolné scénáře chování zařízení, nastavovat různé parametry od vlhkosti vzduchu, venkovní teploty, oblačnosti či dokonce rychlosti větru.

Program pracuje s reálným časem, nicméně je možné čas urychlit. Momentálně je podporováno 174 zařízení. Je možné pracovat s analogovým i digitálním signálem. V simulaci je také možné sledovat energetickou spotřebu domácnosti na denní, týdenní či měsíční bázi.

Hlavní výhodou je také možnost připojení reálných fyzických zařízení k počítači pro možnost využití programem, např. PLC. Připojení těchto zařízení ale není nutností pro správné fungování, je možné tato zařízení i simulovat.

Společně s Home I/O, kde probíhá grafická simulace je nutné spustit i **Connect I/O**, kde můžeme programovat zařízení pomocí bloků.

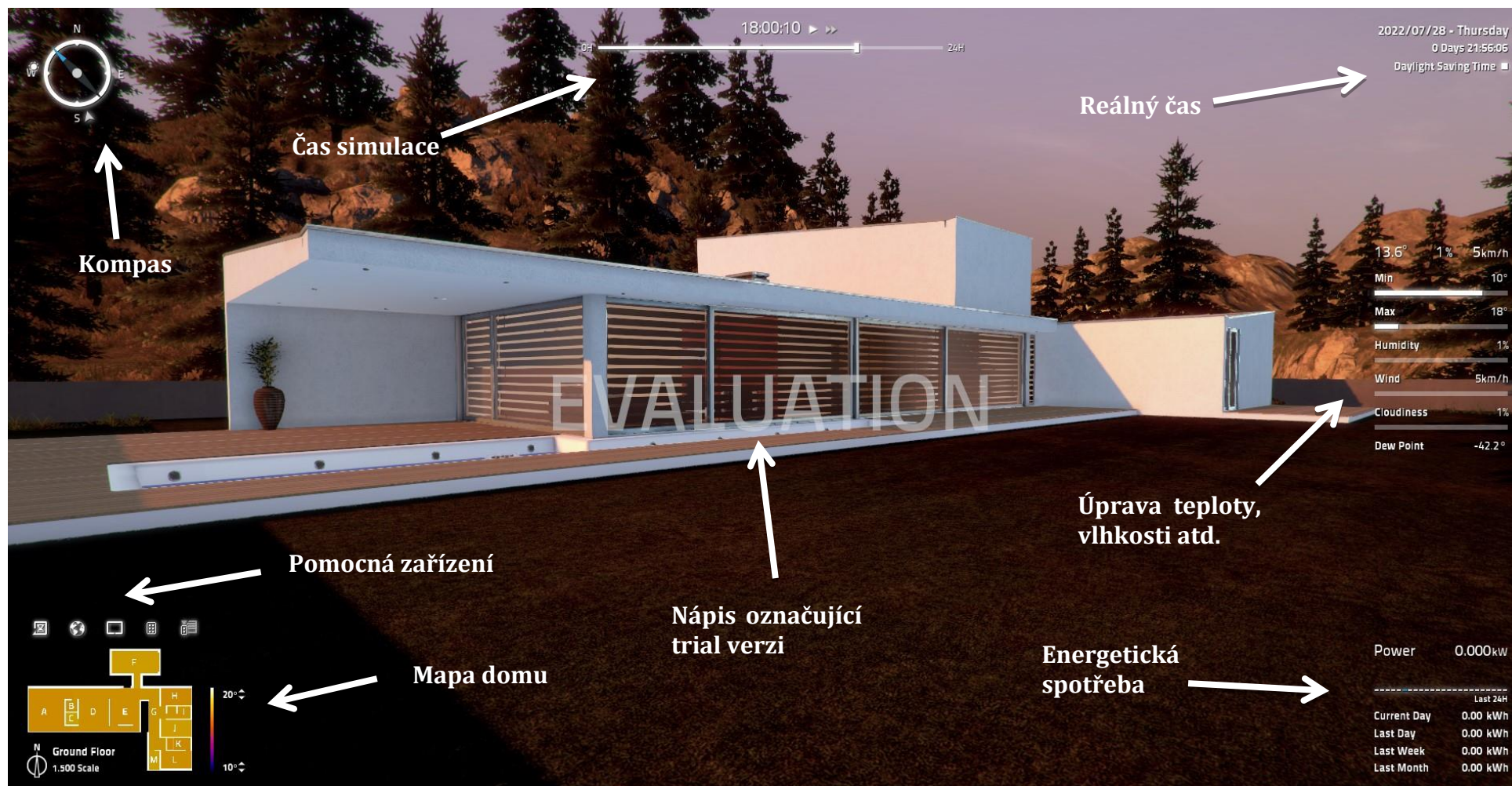
Každé zařízení v simulaci má svůj indikátor módu, který udává stav zařízení. Existují indikátory tří typů:

**Červený** – zařízení je vypnuté a momentálně se s ním nepracuje

**Zelený** – zařízení je zapnuté a poslouchá

**Modrý** – zařízení je zapnuté a propojené s programem Connect I/O





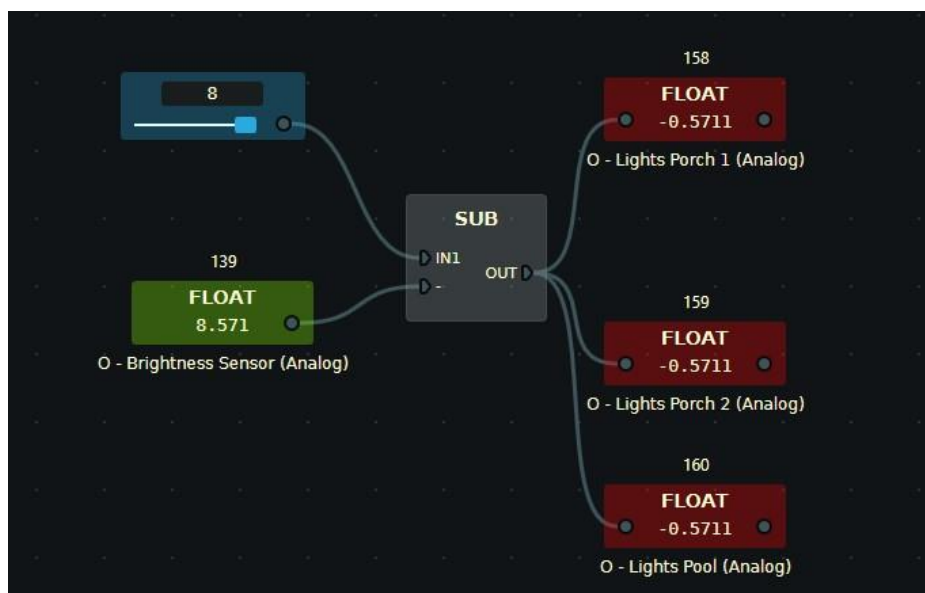
**Obrázek 14 – Uživatelské rozhraní Home I/O s popisky**  
zdroj: autorka

Pro účely této práce je důležitý pouze modrý indikátor, který je schopen přenést operace daného zařízení do prostředí Connect I/O, kde je již možné je spravovat. Ačkoli je program komerční, nabízí i trial verzi zdarma na 30 dní, která byla použita při psaní práce.

*Nevýhodou této verze je nápis „EVALUATION“ uprostřed obrazovky.*

## 7.2 Simulace I – Venkovní osvětlení dle denní doby

Tato simulace je zaměřena na ukázkou fungování venkovních světel na terase, okolo domu a v bazénu v závislosti na čase. Sensor záře snímá hodnotu venkovního světla, dle kterého se rozsvěcují světla.



**Obrázek 15** – Diagram osvětlení v poledne (Connect I/O)  
zdroj: autorka

Na obrázku můžeme vidět element **Brightness Sensor**, který měří hodnotu dopadajícího světla (float). Naměřená hodnota je 8.5, čas simulace je 12:03, což má za následek vysokou hodnotu dopadajícího světla (max. 10). Aby takto nebyla předávána hodnota přímo ze senzoru do světel (světla by svítila ve dne), musí být tato hodnota odečtena.

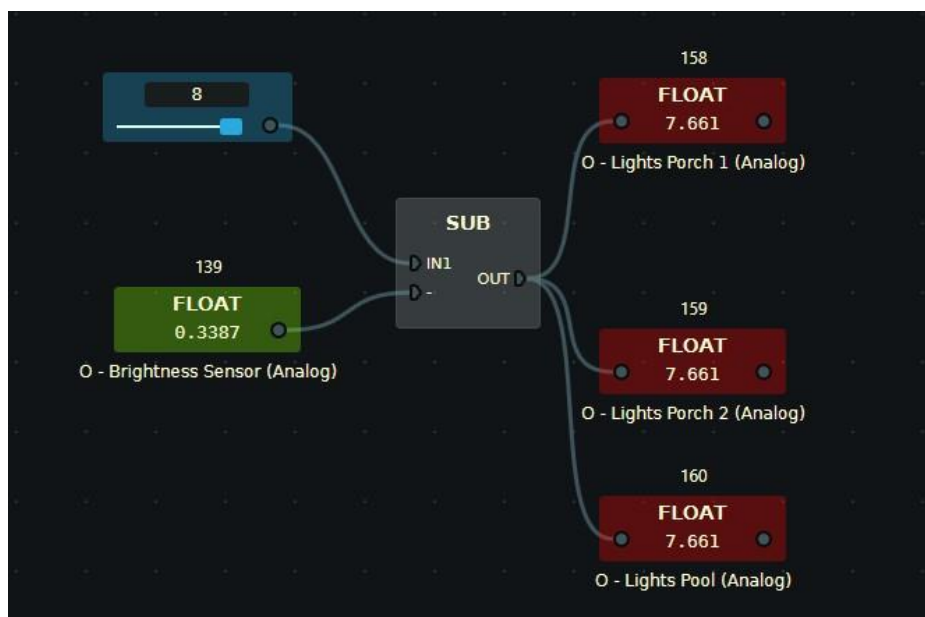
K tomu slouží element **NUMERIC** a **SUB**. Numeric omezuje hodnotu na 8, přičemž element SUB (subtraction) odečítá naměřenou a omezující hodnotu, čímž předává do světelných zdrojů pouze zbytek po odečtení.

Jak je patrné z obrázku, analogová hodnota ve světelných zdrojích je -0,57, což omezuje jejich svícení.



**Obrázek 16** – Výsledek simulace světelných zdrojů ve dne (Home I/O)  
zdroj: autorka

Následným simulováním v noci (23:57) bylo dosaženo opačného výsledku.



**Obrázek 17** – Diagram osvětlení v noci (Connect I/O)  
zdroj: autorka

Na obrázku je zřetelně vidět nízký dopad světla na senzor, což má po odečtení za následek rozsvícení světel téměř na maximum.

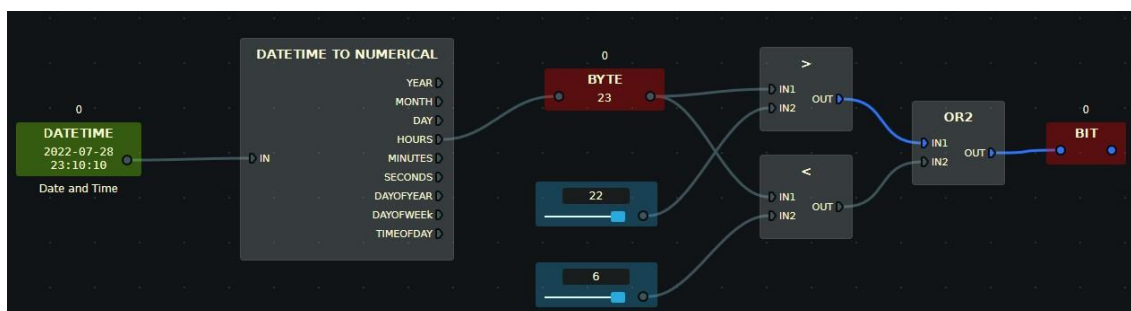


**Obrázek 18** – Výsledek simulace světel v noci (Home I/O)  
zdroj: autorka

### 7.3 Simulace II – Alarm

Tato simulace je zaměřena na simulaci zabezpečení domu v nočních hodinách. U vchodových dveří se nachází pohybové čidlo, které snímá pohyb okolo nich. Pokud je toto čidlo aktivováno během dne, pouze se rozsvítí venkovní osvětlení.

Pokud však je čidlo aktivováno během 23:00 – 6:00, je také aktivována poplašná siréna, která zní do té doby, dokud není vypnuta ovladačem (stiskem 1).



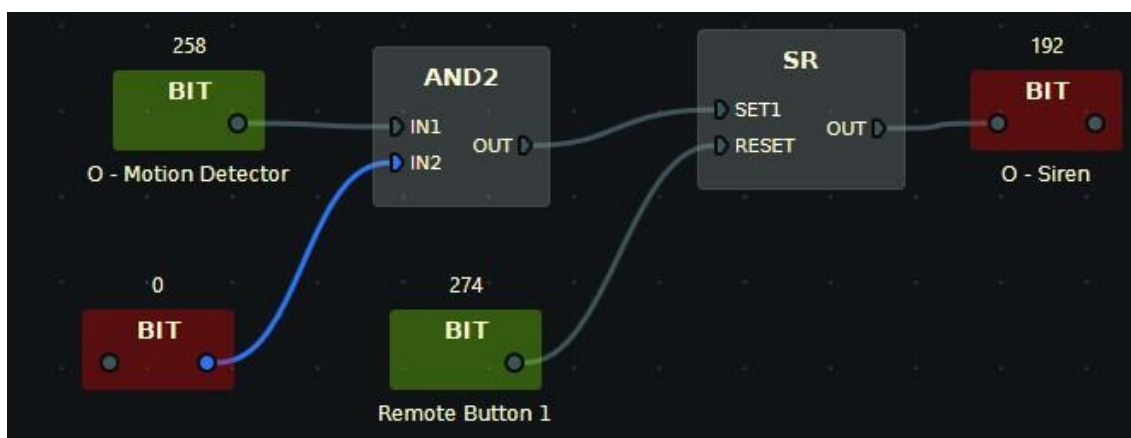
**Obrázek 19** – Větev 1: Diagram hodinového omezení funkčnosti alarmu (Connect I/O)

zdroj: autorka

Z důvodu větší přehlednosti diagramu byl diagram rozdělen na tři hlavní větve, které budou popisovány chronologicky.

Element DATETIME získává aktuální čas simulace, který je předán do převodníku DATETIME TO NUMERICAL. Tento převodník získá z kompletního času, pouze jeho využitelnou část (hodiny). Tato hodnota je poté uložena do BYTE proměnné.

Pomocí dvou NUMERIC elementů je tento čas omezen. Pokud platí podmínka, že  $BYTE > 22 \parallel BYTE < 6$ , pak je proměnná BIT aktivní (alarm je



zapnutý).

**Obrázek 20** – Větev 2: Spuštění alarmu a sirény (Connect I/O)

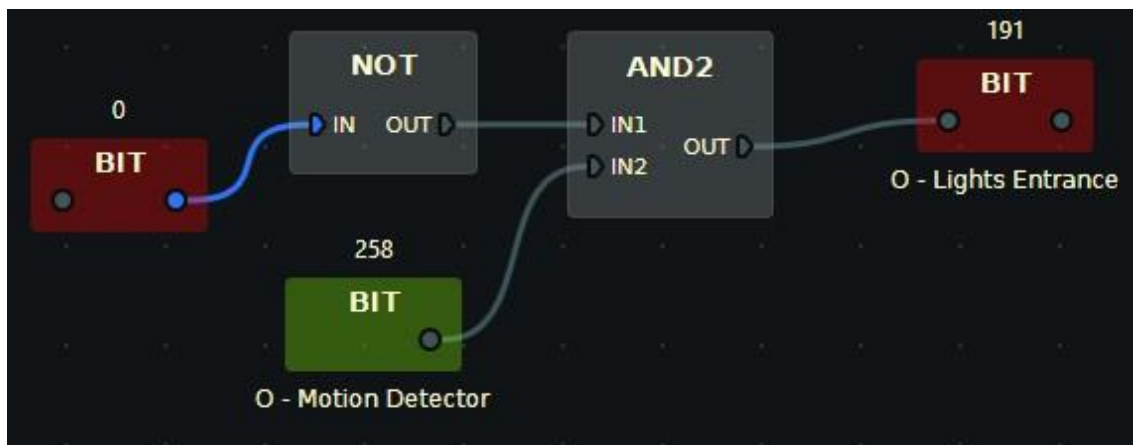
zdroj: autorka

Druhá větev diagramu je zaměřena na rozeznění sirény společně s jejím vypnutím (RB1).

Pokud je z předchozího diagramu BIT aktivní (spojová čára svítí modře), pak je alarm v provozu. Jestliže je spuštěn i **Motion Detector**, pak je signál předán dále do SR rozdělovače, který ho má za úkol předat dále, čímž je rozezněna siréna.

V době, kdy je siréna aktivní je však možné vyslat signál pomocí **Remote Button 1**, který celou větev diagramu resetuje, což má za následek vypnutí sirény.

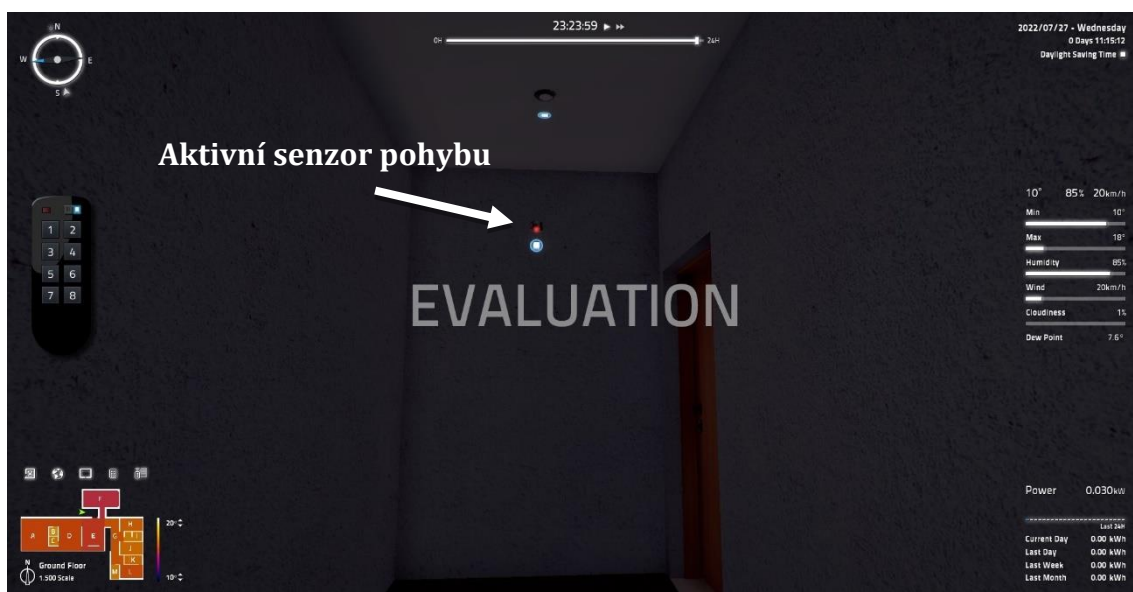
Finální větví simulace je pouhé doladění fungování světel u vchodových dveří v časech aktivního či neaktivního alarmu.



**Obrázek 21** – Větev 3: Fungování vchodových světel (Connect I/O)  
zdroj: autorka

Jak je již z diagramu patrné, pokud je BIT alarmu aktivní, poté element NOT pozastavuje signálový tok, čímž znemožňuje rozsvícení světel při spuštění alarmu.

Naopak pokud je alarm neaktivní element NOT předává signál dále, kde se čeká na detekci pohybu na Motion Detectoru. Pokud je pohyb zaznamenán, světlo se rozsvítí.



**Obrázek 22** – Aktivní snímání senzorem pohybu (Home I/O)  
zdroj: autorka

Na obrázku můžeme vidět aktivaci pohybového senzoru v čase simulace 23:23, což je již v čase aktivního alarmu. Ačkoli je senzor pohybu aktivní, světlo

není rozsvíceno, je pouze spuštěna siréna. Energetická náročnost sirény a pohybového senzoru je 30 W.

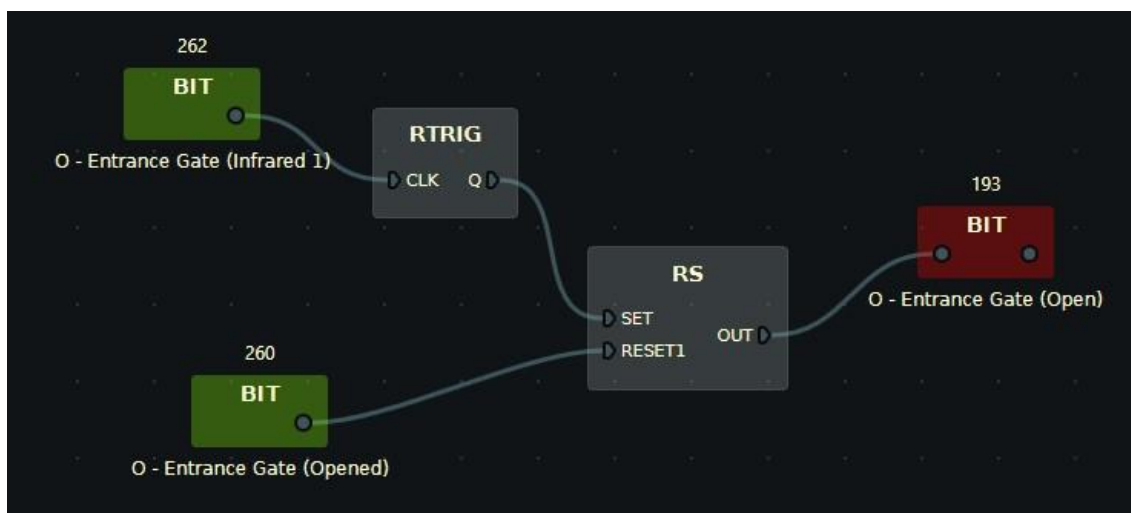
## 7.4 Simulace III – Příjezd automobilu

Tato simulace se zabývá automatizovaným příjezdem a zaparkováním automobilu do garáže.

Vozidlo přijíždí k bráně, která je osazena infračervenými senzory (**Infrared 1 a 2**). Pokud je prvním senzorem detekováno, brána je otevřena a zůstává otevřena po celou dobu jeho pohybu skrze bránu.

Jestliže vozidlo úspěšně projede branou, je poté spuštěno její uzavírání. Cestu skrze bránu monitoruje druhý infračervený senzor.

Jakmile se auto nachází v prostoru před garáží, je uživatelem stisknuto tlačítko 1 na ovladači, čímž se spustí otevírání garážových vrat. Po desetisekundové prodlevě se vrata sama zavírají. Simulace byla rozdělena na čtyři navazující diagramové větve.



**Obrázek 23** – Větev 1: Otevření brány při příjezdu vozidla (Connect I/O)  
zdroj: autorka

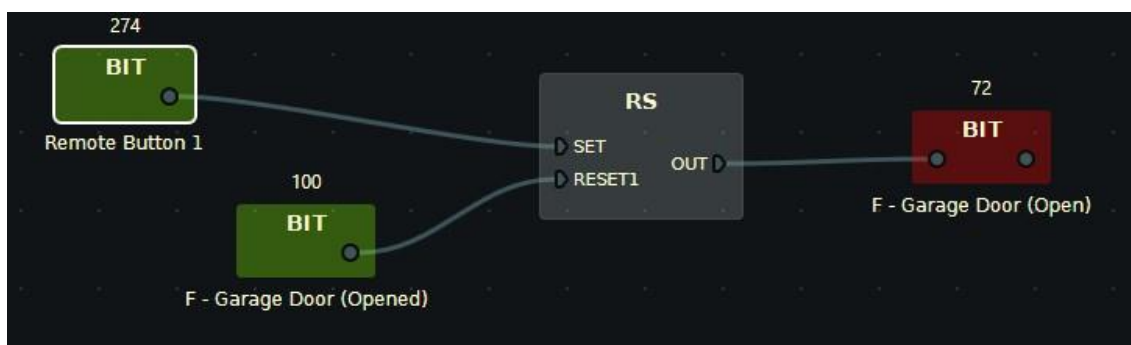
Pokud je překážka (vozidlo) aktivně detekováno infračerveným senzorem 1, je poté signál pomocí RTRIG (kontroluje podmínku, zda je vozidlo stále detekováno), poslán dále do RS.

Pokud element RS obdrží SET signál, je předán do OUT a brána se začne otevírat. Jakmile je plně otevřena, podmínka RESET1 je splněna.



**Obrázek 24** – Větev 2: Uzavření brány po průjezdu vozidla (Connect I/O)  
zdroj: autorka

V případě, že je druhým infračerveným senzorem vozidlo detekováno, brána zůstává otevřena (vozidlo nejspíše stojí a brání v uzavření). Pokud však již senzor nezaznamenává žádný pohyb, je splněna podmínka FTRIG a brána se začne uzavírat. Podmínka je ukončena, když je brána plně uzavřena (RESET1).



**Obrázek 25** – Větev 3: Otevření garážových vrat tlačítkem (Connect I/O)  
zdroj: autorka

Pro otevření garážových vrat je nutné, aby uživatel použil radiový ovladač. Stisknutím tlačítka 1 je spuštěn blok, který vyše signál z ovladače a přes RS zahájí otevírání vrat do té doby, dokud nebudou plně otevřena (RESET1).





**Obrázek 26** – Větev 4: Automatické uzavření garážových vrat (Connect I/O)  
zdroj: autorka

Pokud jsou z minulého bloku garážová vrata plně otevřena, je vyslán signál do TON (Time on delay), který přijímá IN (aktuální stav vrat - otevřena), PT (čas odezvy, nastaveno na 10 000 ms).

Následuje prodleva deset sekund (čas na zaparkování auta do garáže). Poté je signál odeslán dále do RS, kde je iniciováno zavírání vrat, dokud nejsou plně uzavřena (RESET1).



**Obrázek 27** – Automatické uzavírání brány po průjezdu (Home I/O)  
zdroj: autorka

## 8 Závěr

Každým dnem se chytrá zařízení vyvíjejí a stále vznikají nová, která nám každodenně usnadňují činnosti. Vývoj IoT prvků je každým dnem dále a zanechává za sebou zajímavá leč občas zbytečná zařízení (chytrý deštník, toaleta či slánka).

Dle mého názoru si myslím, že implementace chytrých zařízení do domácnosti je dobrý nápad, nicméně ne všechna z nich jsou plně využitelná. Myslím si, že lidé by měli využívat pouze chytrá zařízení, která doopravdy potřebují. V této bakalářské práci byly proto představeny pouze ty, o kterých se domnívám, že jsou plně využitelné pro obyčejného člověka.

Proto se tato práce zaměřuje pouze na hlavní z nich v oblasti zabezpečení, síťové komunikace atd. a přináší ucelený přehled nejnovějších technologií z jednotlivých oblastí.

Po přečtení teoretické části čtenářem, ve které získá základní informace o IoT světě a jeho technologiích přichází část praktická, ve které bylo zejména vypracováno příkladné řešení chytré domácnosti v poměru cena/výkon.

Toto řešení, včetně energetických a cenových sumarizací, může sloužit jako návod či inspirace všem, kdo plánují chytrou domácnost implementovat ve svém vlastním zájmu. Pro případnou inspiraci jsou určeny tři simulace vytvořené v softwaru Home I/O, které mohou čtenáře inspirovat k rozšíření své chytré domácnosti o další funkce.

## 9 Seznam použité literatury

- [1] A.S, Alza. IP kamery | Alza.cz. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/ip-kamery/18843217.htm>
- [2] EDITOR, Lighting India. *Smart Lighting and Internet of Things (IoT) | Lighting India Bi-monthly Magazine on Lighting Industry | LEDs, Indoor, Outdoor Lighting, Household, Commercial, Industrial Lights | Future of Indian Lighting Industry News Magazine* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.lightingindia.in/smart-lighting-and-internet-of-things-iot/>
- [3] GAURAV, Sinha G. The Evolution of Smart Home Technology. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://blog.bccresearch.com/the-evolution-of-smart-home-technology>
- [4] KING, Leo. *The evolution of the smart home* [online]. 2015 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.raconteur.net/the-evolution-of-the-smart-home/>
- [5] PUBLISHED, Anthony Spadafora. What Is a Mesh Wi-Fi Router, and Do You Need One? In: *Tom's Guide* [online]. 7. 9. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.tomsguide.com/us/what-is-mesh-wifi-router,news-24580.html>
- [6] REDAKCE. *LoRaWAN* [online]. 2016 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/2016/02/29/lorawan/>
- [7] VÁLKOVÁ, Katka. Nejdůležitější okamžiky v historii Applu. In: *Český Mac* [online]. 26. 9. 2016 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.cesky-mac.cz/dulezite-roky-historie-apple/>
- [8] A brief history of Xiaomi - China's tech success story! - Gizchina.com. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.gizchina.com/2014/04/18/brief-history-xiaomi-chinas-tech-success-story/>
- [9] Apple. In: *Wikipedie* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Apple&oldid=21765524>
- [10] AWS IoT Core. In: *Amazon Web Services, Inc.* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/iot-core/>
- [11] Cloud IoT Core. In: *Google Cloud* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://cloud.google.com/iot-core>
- [12] Co je protokol? - Správa.sítě.eu. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.sprava-site.eu/protokol/>

- [13] Fire OS. In: *Wikipedia* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fire\\_OS&oldid=1113404094](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fire_OS&oldid=1113404094)
- [14] Historický koncept smart domácnosti: Dům z roku 1950 už uměl automaticky spustit žaluzie a zavřít okna. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://techfocus.cz//702-historicky-koncept-smart-domacnosti-dum-z-roku-1950-uz-umel-automaticky-spustit-zaluzie-a-zavrit-okna.html>
- [15] History of Amazon. In: *Wikipedia* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History\\_of\\_Amazon&oldid=1115465178](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_Amazon&oldid=1115465178)
- [16] History of Google. In: *Wikipedia* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History\\_of\\_Google&oldid=1114845164](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_Google&oldid=1114845164)
- [17] HLASOVÍ ASISTENTI - GOOGLE ASSISTANT, ALEXA, SIRI A CORTANA - DiGi DOUPĚ. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.digidoupe.upol.cz/index.php/digiseznam/63-hlasovi-asistenti-google-assistant-alexa-siri-a-cortana>
- [18] Home I/O - Smart Home Simulation. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://realgames.co/home-io>
- [19] HomeKit. In: *Wikipedie* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=HomeKit&oldid=21244665>
- [20] How Xiaomi Became an Internet-of-Things Powerhouse. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://hbr.org/2021/04/how-xiaomi-became-an-internet-of-things-powerhouse>
- [21] *Introduction of ZigBee* [online]. 2020 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-zigbee/>
- [22] Jak si lidé v minulém století představovali „chytrou domácnost“. In: *FAEI.cz* [online]. 3. 11. 2018 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://faei.cz/jak-si-lide-v-minulem-stoleti-predstavovali-chytrou-domacnost/>
- [23] *Navigating IoT Gateways: Routers, Tablets, Phones, and Hotspots* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.kajeet.net/resource/navigating-iot-gateways-routers-tablets-phones-and-hotspots/>

- [24] Outfitting Your Smart Home: Zigbee Devices. In: *SafeWise* [online]. 9. 9. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.safewise.com/zigbee-devices/>
- [25] Smart hubs. In: *Z-Wave* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.z-wave.com/shop-z-wave-smart-home-products/category/smart-hubs>
- [26] *Smart Locks* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.iotforall.com/use-case/smart-locks>
- [27] Smart thermostat. In: *Wikipedia* [online]. 2022 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smart\\_thermostat&oldid=1102677429](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smart_thermostat&oldid=1102677429)
- [28] The Best Z-Wave Hub: 2022 Buyer's Guide. In: *LinkdHOME* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://linkdhome.com/articles/best-zwave-hub>
- [29] The Case for IoT-Enabled Smart Locks. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.leverage.com/blogpost/the-case-for-iot-enabled-smart-locks>
- [30] The History of All the Amazon Echo Devices | Digital Trends. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.digitaltrends.com/home/history-of-amazon-echo/>
- [31] Top 12 most commonly used IoT protocols and standards. In: *IoT Agenda* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/Top-12-most-commonly-used-IoT-protocols-and-standards>
- [32] Types of Alarm Systems for Office Buildings | Kisi. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.getkisi.com/resources/alarm-systems>
- [33] What is a router? | Router definition. In: *Cloudflare* [online] [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.cloudflare.com/learning/network-layer/what-is-a-router/>
- [34] What is Internet of Things Security | IoT Device Management | Imperva. In: [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.imperva.com/learn/application-security/iot-internet-of-things-security/>

- [35] *Xiaomi Vela: Nová softwarová IoT platforma, která má sjednotit všechny smart zařízení* [online]. 2020 [cit. 18.10.2022]. Dostupné z: <https://www.xiaomiplanet.cz/Xiaomi-vela-p%C5%99edstaven%C3%AD/>

***Citace obrázků z jednotlivých tabulek:***

- [36] 701-6\_xiaomi-mi-smart-speaker.jpg (1024×768). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://cdn.myshoptet.com/usr/www.xiaomi.cz/user/shop/big/701-6\\_xiaomi-mi-smart-speaker.jpg?6278fa2b](https://cdn.myshoptet.com/usr/www.xiaomi.cz/user/shop/big/701-6_xiaomi-mi-smart-speaker.jpg?6278fa2b)
- [37] 1339121.jpg (510×463). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.electroworld.cz/images/product-w510h463/1/1339121.jpg>
- [38] JA041.jpg (352×320). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/Foto/f4/JA/JA041.jpg>
- [39] u2020-07-27-214031.png (469×430). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://shok.com.ua/wp-content/uploads/2022/02/u2020-07-27-214031.png>
- [40] HPEP2 (1144×1144). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://store.storeimages.cdn-apple.com/4668/as-images.apple.com/is/HPEP2?wid=1144&hei=1144&fmt=jpeg&qlt=95&.v=1636125781000>
- [41] ImgW.ashx (322×553). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f4&cd=PHL21026&i=1.jpg>
- [42] ImgW.ashx (360×360). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f5&cd=NtBrD02>
- [43] immax-neo-lite-smart-zarovka-led-e27-9w-rgb-cct-barevna-a-bila-stmivatelna-wifi-tuya.jpg (1000×1000). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.immax.cz/images/0/a96d593a4658abee/2/immax-neo-lite-smart-zarovka-led-e27-9w-rgb-cct-barevna-a-bila-stmivatelna-wifi-tuya.jpg>
- [44] 10389044.jpg (1500×1500). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://multimedia.bbcastatic.ca/multimedia/products/1500x1500/103/10389/10389044.jpg>
- [45] ImgW.ashx (921×455). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f4&cd=TADO08&i=1.jpg>

- [46] LD0001492985\_2.jpg (1600×1600). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://media.ldlc.com/r1600/ld/products/00/01/49/29/LD0001492985\\_2.jpg](https://media.ldlc.com/r1600/ld/products/00/01/49/29/LD0001492985_2.jpg)
- [47] 4G+ AX1800 Wi-Fi 6 Mesh systém. In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.tp-link.com/cz/home-networking/deco/deco-x20-4g/>
- [48] 1520472.jpg (400×300). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.ab-com.cz/content/images/product/default/1520472.jpg>
- [49] X0l4db.jpeg (1000×927). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://d25-a.sdn.cz/d\\_25/c\\_img\\_QO\\_Hq/X0l4db.jpeg](https://d25-a.sdn.cz/d_25/c_img_QO_Hq/X0l4db.jpeg)
- [50] aqara-hub-m2.jpg (800×800). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://xiaomi-store.cz/13595-large\\_default/aqara-hub-m2.jpg](https://xiaomi-store.cz/13595-large_default/aqara-hub-m2.jpg)
- [51] AThom02.jpg (360×315). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://cdn.alza.cz/Foto/f9\\_rect/AT/ATh02.jpg](https://cdn.alza.cz/Foto/f9_rect/AT/ATh02.jpg)
- [52] ImgW.ashx (360×360). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f5&cd=Tslpt2114>
- [53] mceclip0-66.jpg (1200×822). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.myshoptet.com/usr/www.xiaomi.cz/user/documents/upload/mceclip0-66.jpg?1613988934>
- [54] GetThumbNail.aspx (598×369). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://1291668043.rsc.cdn77.org/GetThumbNail.aspx?id\\_file=181633804&width=598&height=369&q=80](https://1291668043.rsc.cdn77.org/GetThumbNail.aspx?id_file=181633804&width=598&height=369&q=80)
- [55] imgsticode (1000×965). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.img4.cz/www/img/imgsticode?code=KIPEZV1009>
- [56] ImgW.ashx (360×360). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f5&cd=Ezvz21a004>
- [57] product\_4270523.jpg (800×800). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://img.kasa.cz/k-foto/ilustrace/800/3/2/5/product\\_4270523.jpg](https://img.kasa.cz/k-foto/ilustrace/800/3/2/5/product_4270523.jpg)
- [58] DV\_8\_10332797\_02\_4c\_DE\_20200917051758.jpg (500×400). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://cdn.hornbach.cz/data/shop/D04/001/780/491/871/561/DV\\_8\\_10332797\\_02\\_4c\\_DE\\_20200917051758.jpg](https://cdn.hornbach.cz/data/shop/D04/001/780/491/871/561/DV_8_10332797_02_4c_DE_20200917051758.jpg)

- [59] HORNBAACH - projektový hobbymarket. Nyní i s e-shopem. In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://cdn.hornbach.cz/data/shop/D04/001/780/491/871/561/DV\\_8\\_10332797\\_02\\_4c\\_DE\\_20200917051758.jpg](https://cdn.hornbach.cz/data/shop/D04/001/780/491/871/561/DV_8_10332797_02_4c_DE_20200917051758.jpg)<https://www.mp.cz/media/photos/2021/11/02/107089-11.jpg>
- [60] V8HOF00101-500-500.jpg (500×500). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.smarty.cz/pic/V8HOF00101-500-500.jpg>
- [61] hlavní jednotka m3b.jpg (3258×2234). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: [https://www.iget.eu/sites/images/nahledy\\_produkту/alarmy/m3b/hlavn%C3%AD%20jednotka%20m3b.jpg](https://www.iget.eu/sites/images/nahledy_produkту/alarmy/m3b/hlavn%C3%AD%20jednotka%20m3b.jpg)
- [62] ImgW.ashx (360×360). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://cdn.alza.cz/ImgW.ashx?fd=f5&cd=RY202aAPD3>
- [63] YIST600301-500-500.jpg (500×500). In: [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.smarty.cz/pic/YIST600301-500-500.jp>



## Oskenované zadání práce

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ  
Fakulta informatiky a managementu  
Akademický rok: 2019/2020

Studijní program: Aplikovaná informatika  
Forma studia: Prezenční  
Obor/kombinace: Aplikovaná informatika (ai3-p)

# Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Tereza Šlegrová  
Osobní číslo: I1800234  
Adresa: Kaštánky 1439, Nové Město nad Metují, 54901 Nové Město nad Metují 1, Česká republika  
Téma práce: Moderní domácnost  
Téma práce anglicky: Modern household  
Vedoucí práce: prof. RNDr. Peter Mikulecký, Ph.D.  
Katedra informačních technologií

### Zásady pro vypracování:

Cíl: Seznámit se s technologií chytré domácnosti. Vyhodnotit rozdíly, klady a zápory mezi ekosystémy využívanými pro implementaci chytré domácnosti. Vytvořit koncept ideální chytré domácnosti a ověřit, zda je tento koncept implementovatelný aktuálně dostupnými technologiemi.

### Seznam doporučené literatury:

Literatura bude doporučena a dodaná zadavatelem

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum: