

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Systemy a zařízení pro inteligentní domácnost**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2017/2018

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav PODESTÁT**  
Osobní číslo: **E15B0131P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Systémy a zařízení pro inteligentní domácnost**  
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se s problematikou inteligentní domácnosti
2. Proveďte rešerši komerčních systémů pro tuto oblast
3. Realizujte návrh inteligentní domácnosti dle zvolených kritérií



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

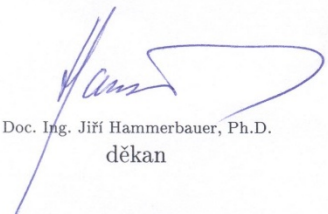
Seznam odborné literatury:

1. The internet of things, Samuel Greengard, ISBN 978-0-262-52773-6
2. Designing the internet of things, Adrian McEwen, ISBN 978-1-118-43062-0
3. Internetové zdroje

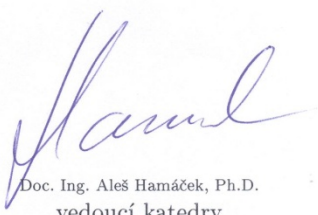
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Karel Šíma**  
Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2018**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na oblast systémů a zařízení pro inteligentní domácnost. První část bakalářské práce je věnována teorii IoT, identifikačním protokolům a jejich vzájemné komunikaci. Dále je vysvětlena souvislost IoT a chytré domácnosti, kde chytrá domácnost je specifickou oblastí IoT. Druhá část přibližuje, jaký je současný stav prvků pro chytré domácnosti v komerční sféře. Jsou zde uvedeny prvky se zvláštním důrazem na bezpečnost a úsporu energií. Poslední část obsahuje detailní návrh dvou scénářů chytrých domácností s rozpisem prvků a zaměřením na omezený finanční limit. V závěru třetí kapitoly jsou naznačeny další možné scénáře a naznačený směr jejich realizace.

## **Klíčová slova**

inteligentní domácnost, chytrá zařízení, bezdrátové propojení, Internet věcí, umělá inteligence, centrální řídicí jednotka

## **Abstract**

The presented bachelor thesis is focused on the field of systems and devices for the smart home. First part of the bachelor thesis is dedicated to the theory of IoT, identification protocols and their mutual communication. Then there is explained the connection between IoT and smart home, where the smart home is specific field of IoT. The second part focuses on the present state of the smart home parts in the commercial field. It consists of the components with a special focus on the safety and energy savings. The last part includes detailed design of two smart home scenarios with the breakdown of elements and focus on limited financial budget. In the end of the third part there are suggested other possible scenarios and the direction of their realization.

## **Key words**

smart home, smart devices, wireless connection, Internet of Things, artificial intelligence, central control unit

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....  
podpis

V Plzni dne 5.6.2018

Jaroslav Podestát

## **Poděkování**

Chtěl bych na tomto místě poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Karlu Šímovi za vedení, praktické rady v odborné oblasti a též za jeho vstřícnost.

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....                       | 10        |
| ÚVOD .....   | 11        |
| <b>1 INTERNET OF THINGS A SMART HOME.....</b>        | <b>12</b> |
| 1.1 IDENTIFIKACE IOT ZAŘÍZENÍ.....                   | 14        |
| 1.1.1 Protokol TCP/IP .....                          | 14        |
| 1.1.2 ID a PAC adresy v sítích Sigfox.....           | 15        |
| 1.1.3 Komunikační protokol LoRaWAN.....              | 15        |
| 1.2 TOPOLOGIE SÍTÍ .....                             | 16        |
| 1.2.1 Point-to-Point .....                           | 16        |
| 1.2.2 Hub-and-Spoke .....                            | 17        |
| 1.2.3 Mesh Network .....                             | 17        |
| 1.3 DRUHY SÍTÍ PRO BEZDRÁTOVOU KOMUNIKACI.....       | 17        |
| 1.3.1 Síť pro dlouhý dosah.....                      | 17        |
| 1.3.2 Síť pro krátký dosah .....                     | 18        |
| 1.4 IOT BRÁNA .....                                  | 20        |
| 1.5 CLOUD.....                                       | 21        |
| 1.6 PŘEDSTAVA O CHYTRÉ DOMÁCNOSTI A JEJÍ VÝZNAM..... | 21        |
| 1.7 JAK ZAPADÁ CHYTRÁ DOMÁCNOST DO IOT?.....         | 21        |
| 1.8 VYTVOŘENÍ VLASTNÍ CHYTRÉ DOMÁCNOSTI .....        | 22        |
| 1.8.1 Senzory a aktuátory.....                       | 23        |
| 1.8.2 Ovládání.....                                  | 24        |
| 1.8.3 Automatizace pomocí scénářů .....              | 25        |
| <b>2 KOMERČNÍ SYSTÉMY .....</b>                      | <b>26</b> |
| 2.1 REPRODUKTORY S HLASOVÝM ASISTENTEM .....         | 26        |
| 2.1.1 Vývoj reproduktorů .....                       | 27        |
| 2.1.2 Funkce reproduktorů .....                      | 27        |
| 2.2 OSVĚTLENÍ .....                                  | 28        |
| 2.2.1 Chytré vypínače .....                          | 29        |
| 2.2.2 Chytré žárovky.....                            | 29        |
| 2.2.3 Philips Hue .....                              | 29        |
| 2.2.4 Ecobee.....                                    | 30        |
| 2.3 OVLÁDÁNÍ TEPLoty .....                           | 31        |
| 2.4 ZABEZPEČENÍ .....                                | 33        |
| 2.4.1 Monitorování.....                              | 33        |
| 2.4.2 Kouřové detektory.....                         | 35        |
| 2.4.3 Chytré zámky.....                              | 36        |
| 2.4.4 Inteligentní kuchyňské spotřebiče .....        | 37        |
| <b>3 NÁVRH A REALIZACE CHYTRÉ DOMÁCNOSTI .....</b>   | <b>38</b> |
| 3.1 OCHRANA A BEZPEČNOST .....                       | 38        |
| 3.1.1 Účel nasazení.....                             | 38        |
| 3.1.2 Návrh rozsahu a oblastí realizace.....         | 38        |
| 3.1.3 Použité prvky.....                             | 40        |
| 3.1.4 Zhodnocení.....                                | 41        |
| 3.2 POMOC PRO TĚLESNĚ POSTIŽENÉHO.....               | 41        |
| 3.2.1 Účel nasazení.....                             | 41        |
| 3.2.2 Návrh rozsahu a oblastí realizace.....         | 41        |
| 3.2.3 Použité prvky.....                             | 43        |
| 3.2.4 Zhodnocení.....                                | 44        |



|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 3.3   | DALŠÍ OBLASTI PRO NASAZENÍ CHYTRÉ DOMÁCNOSTI .....   | 44        |
| 3.3.1 | Úsporný provoz a šetření energiemi .....             | 44        |
| 3.3.2 | Komfortní řešení .....                               | 44        |
| 3.3.3 | Domácnost s malými dětmi .....                       | 45        |
|       | <b>ZÁVĚR .....</b>                                   | <b>46</b> |
|       | <b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b> | <b>47</b> |

## **Seznam symbolů a zkratek**

IoT – Internet of Things

RFID – Radio Frequency Identification

TCP – Transmission Control Protocol

IP – Internet Protocol

IPv4 – Internet Protocol, verze 4

IPv6 – Internet Protocol, verze 6

ID – Identification

PAC – Porting Authorization Code

LoRa – Long Range

WAN – Wide Area Network

Wi-Fi – Wireless Fiber

BLE – Bluetooth Low Energy

RF – Radio frequency

IFTTT – If this, then that

## Úvod

Chytrá domácnost představuje další krok v začleňování moderních technologií zahrnujícími chytré zařízení různých druhů do našeho všedního života, do našich domovů. S nimi přichází zjednodušování běžných činností, automatizace rutinních procesů a s tím i spojená úspora času. Je vysoce pravděpodobné, že za pár let nebudou téměř existovat domácnosti bez jediného systému, kterými se tato práce zabývá.

Před deseti lety byl představen první iPhone, u kterého byla při prezentování Stevem Jobsem jasná vize, že pro všechny potřebné činnosti stačí pouze jediný přístroj. Smartphone se tak během dekády stal předmětem, který nyní používají všichni lidé bez ohledu na věkovou kategorii. Podobná budoucnost tak čeká i inteligentní domácnosti, které se stanou součástí každodenního života.

Cílem této práce je zpracování rešerše, která se zabývá tím, jaké všechny možnosti jsou v současnosti k dispozici, co se týká chytrých domácností. První část bakalářské práce je věnována tomu, jaké místo chytrá domácnost zastává v IoT, a také které potřebné prvky jsou součástí tohoto systému. Druhá část je věnována průzkumu komerční oblasti a porovnání nejen nabízených produktů od daných společností, ale také i jejich vizí a jejich plánů do budoucna. Na závěr je realizace návrhu vlastní chytré domácnosti. To je provedeno podle konkrétních kritérií.

# 1 Internet of Things a Smart Home

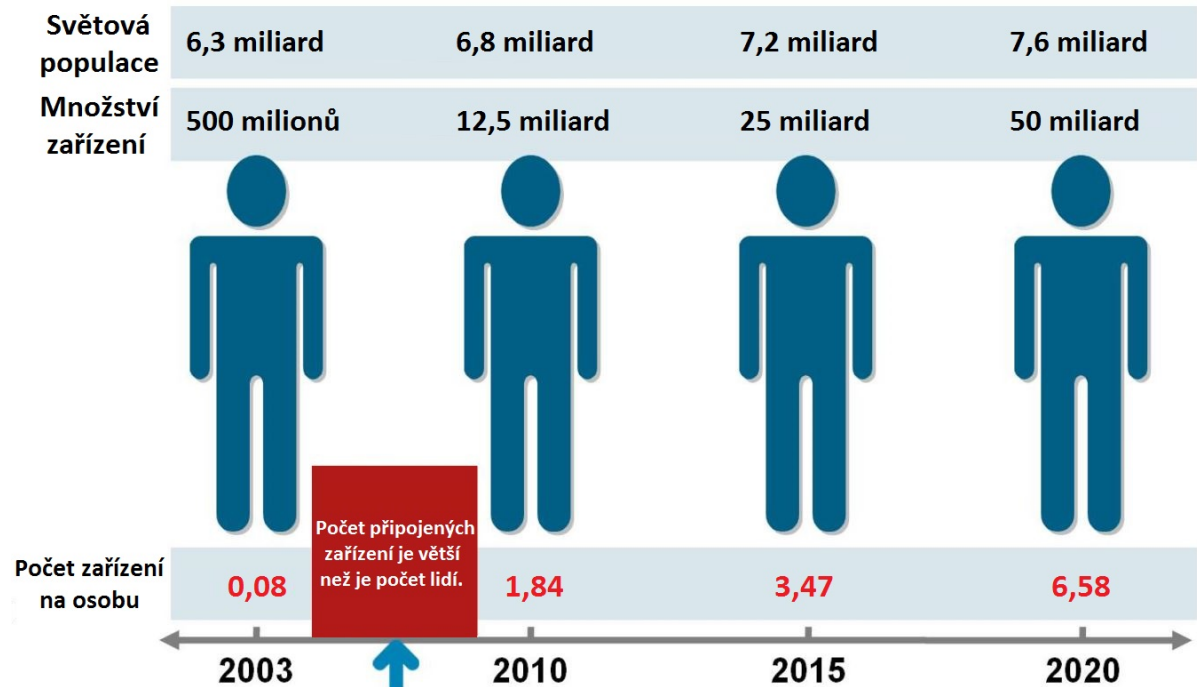
Inteligentní domácnost se dá považovat za podsystém, případně také přímo jako součást rozsáhlého fenoménu Internet of Things (zkráceně IoT). Myšlenkou je ideálně mít propojeno všechno se vším a aby to za lidi samostatně pracovalo. V posledních letech nastává snaha uplatnit tento koncept i u místa, kde lidé tráví podstatnou část svého života. Začneme tedy s vysvětlením IoT se kterým právě chytrá domácnost sdílí základní principy a funkce.

Pojem Internet věcí se dá definovat jako nespočet zařízení, jež jsou propojena prostřednictvím Internetu. Tyto prvky pak navzájem mezi sebou komunikují i bez přímého zasahování člověka. Během této komunikace dochází ke sdílení dat, jež obsahují informace získané pomocí pro to určených senzorů a čidel. Mezi jejich rysy patří malé rozměry, nízká spotřeba energie a velmi častá je práce prostřednictvím bezdrátových sítí, anebo pomocí kabelu. [1]

Model IoT je podle [2] založen na tomto principu: chytrá zařízení, obsahující pro ten účel vestavěnou technologii, automaticky sbírají a hromadí informace ze sdílených prostředků (např. přístupem k Internetu, fyzickým zařízením, atd.), aby je následně mohli poskytnout koncovým uživatelům. Mezi tyto „věci“ běžně se vyskytující v IoT systémech jsou: RFID štítky sloužící pro identifikaci, dále senzory pro detekování fyzických změn v prostředí a aktuátory, jež s těmito informacemi dále pracují. Tyto chytrá zařízení jsou uspořádávána do sítí založených na standardních komunikačních protokolech internetové infrastruktury.

Dle studií firem v tomto odvětví bude počet IoT zařízení v blízkých letech narůstat. Podle údajů veřejně poskytnutých firmou Cisco a graficky znázorněných na obrázku *Obr. 1.1*, by v roce 2020 mělo jejich množství přesáhnout 50 miliard. Jedná se ovšem o odhad provedený v roce 2010 a tudíž je to nutné brát s rezervou. Od té doby byla provedena řada průzkumů odhadující vývoj IoT. Mezi jednu z nejpřesnějších lze považovat nejaktuálnější odbornou analýzu z roku 2017 od firmy Gartner, podle níž bude těchto zařízení 20,4 miliardy [3].

Důvod provádění těchto analýz není nepodstatný. Byl totiž zaznamenán potenciál IoT a vysoká pravděpodobnost jeho komerčního úspěchu v budoucnosti. Nyní tedy už nejde jen o okrajovou záležitost a nutně to muselo upoutat zájem velkých společností. Začali investovat své peníze a prostředky do vývoje, aby měli šanci upevnit si pozici v této oblasti.



Obr. 1.1 Odhadovaný nárůst počtu zařízení v budoucnosti, překresleno z [4]

Jaký má tedy tato technologie smysl a proč bychom se jí měli věnovat? IoT umožňuje věcem a zařízením (která nemusí být přímo počítače), aby se chovala „chytře“ a spolupracovali na společném cíli. Výsledky této komunikace mohou dokonce zachránit lidské životy. Vyskytuje se tu ovšem spousta problémů a nutných opatření, ať už se jedná o koncová zařízení, anebo způsoby přenosu dat, jejichž správnou funkčnost zajišťují specializované standardy a komunikační protokoly. [5]

V následujících kapitolách první části budeme postupovat od základní úrovně identifikace a adresace prvků IoT přes způsob jejich uspořádání, tedy topologii. Dále logicky následuje přenos pomocí datových sítí, přístup přes IoT bránu až po vrchol, kterým je Cloud.

## 1.1 Identifikace IoT zařízení

V průběhu evoluce Internetu postupně docházelo k propojení lidí, kde jen samotný Facebook má v dnešní době 2 miliardy aktivních účastníků měsíčně. V současnosti tento vývoj dále pokračuje i co se týče běžně používaných předmětů. Z tohoto pohledu je pro úspěch IoT nezbytně nutná možnost unikátní identifikace věcí, protože pokud u nich dojde přiřazení specifických adres, je možné je ovládat přes Internet. [6]

### 1.1.1 Protokol TCP/IP

Protokol TCP/IP je podle [7] tvořen sadou navzájem spolupracujících protokolů z nichž dva jsou základní:

- IP (Internet Protocol) – zjednodušeně řečeno posílá pakety na adresy zapsané v hlavičce paketu. Doručení paketu neověřuje.
- TCP (Transmission Control Protocol) – rozděljuje data na pakety, potvrzuje příjem dat, případně si vyžádá nové vysílání chybějících paketů. Spojení navazuje prostřednictvím adres a portů.

Starší protokol IPv4 poskytuje omezený adresní prostor. Protokol IPv4 též nevyhovuje současnému nárůstu přenosových rychlostí (zejména kvůli přenosu multimediálních dat – videokonference, internetová televize, telefonování po internetu atd.). Řešením těchto problémů je přechod na IPv6, které bude dle očekávání hrát velkou roli v oblasti IoT. [8]

U IPv4 je totiž k dispozici  $2^{32}$ , neboli přibližně 4,3 miliardy adres a ty jsou už téměř vyčerpané [9]. Oproti tomu je možno využít u IPv6  $2^{128}$ , čili  $3,4 \times 10^{38}$  adres, což je dostatek i pro nadcházející generace [9]. Pro lepší představu je to vyjádřeno na obrázku *Obr. 1.2*.

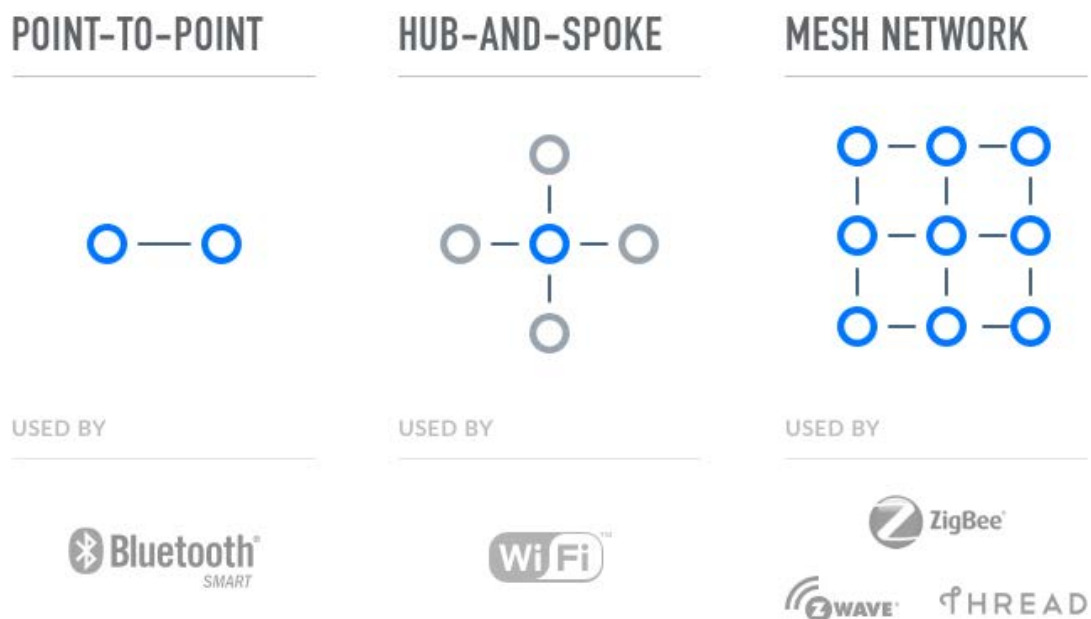


**NwkSKey, AppSKey, AppKey** – bezpečnostní klíče všechny mají délku 128 bitů.

Zařízení LoRaWAN mají 64bitový jedinečný identifikátor ( DevEUI), který výrobci čipů přiděluje zařízení. Veškerá komunikace se provádí pomocí dynamické adresy 32 bitových zařízení (DevAddr), z nichž je 7 bitů nastaveno pro síť Things Network, dalších 25 bitů je určeno pro přiřazení jednotlivým zařízením, což je procedura nazvaná Aktivace. Zařízení se připojí k síti, DevAddr je přidělena dynamika a s přístrojem jsou vyjednány/přiděleny bezpečnostní klíče. U aplikací lze zjednodušeně říct, že každá aplikace má nejméně jeden AppEUI. [12]

## 1.2 Topologie sítí

Jelikož je nejdůležitějším prvkem komunikace, záleží na tom, jakým způsobem si přístroje mezi sebou sdílí informace. V oblasti počítačových sítí byly pro tento účel zavedeny topologie sítí, přičemž v IoT se obvykle můžeme obecně setkat se třemi jejich konkrétními příklady.



Obr. 1.3 Používané topologie sítí v IoT, převzato z [13]

### 1.2.1 Point-to-Point

Point-to-point neboli dvoubodový spoj je jednoduché spojení pouze mezi dvěma zařízeními [14]. Jako názorný příklad lze uvést připojení bezdrátových reproduktorů k notebooku pomocí Bluetooth [14].



## 1.2.2 Hub-and-Spoke

Ve zdroji použitém u obrázku *Obr. 1.3* je tato topologie nazývaná hub-and-spoke, i když se mnohem častěji setkáte s názvem hvězdicová topologie. Pro propojení jednotlivých zařízení je vyhrazená jedna centrální jednotka [13]. Bezdrátová síť Wi-fi funguje právě na tomto principu, kde je mnoho zařízení připojeno k jednomu takovému zařízení - routeru [13].

## 1.2.3 Mesh Network

Zjednodušené vysvětlení smíšené (mesh network) topologie podle [15] je takové, že místo toho, aby bylo každé zařízení připojeno k centrální jednotce, se stane takzvaným uzlem a s ostatními vytvoří jimi navzájem provázanou síť. Ty pak mohou mezi sebou komunikovat a případně být i přes bránu připojeny k Internetu. Tímto způsobem mohou data po síti putovat více možnými cestami.

## 1.3 Druhy sítí pro bezdrátovou komunikaci

Při rozhodování, kterou z technologií bezdrátového připojení je vhodné použít, je potřeba vzít v potaz několik faktorů. Mezi nejdůležitější patří, jak velký dosah signálu je nutný pro komunikaci. Dalším je, jaká je velikost přenášených zpráv a jak často se budou přenášet. S tím je taktéž spojená výdrž baterie. Nejdříve budou zmíněny sítě pro dlouhý dosah, protože jsou v oblasti IoT používány ve velkém měřítku. Následují ale sítě pro krátký dosah, u kterých je právě očekávána jejich implementace při tvorbě chytré domácnosti.

### 1.3.1 Sítě pro dlouhý dosah

#### 1.3.1.1 Sigfox

Jedná se o nejpomalejší síť v České republice s přenosovou rychlostí dosahující 100 bit/s. Dalším typickým znakem je malý omezený počet přenesených zpráv za den, přičemž každá zpráva má velikost nejvíce pouhých 12 bajtů. Z toho vychází, že se nehodí pro prostředky, kde dochází k časté (v řádech stovek či tisíců) výměně dat denně. Z toho vyplývající výhodou je nízká spotřeba energie a tedy vysoká životnost baterie, kde např. požární čidla či parkovací senzory vydrží minimálně 5 let. [16]

### 1.3.1.2 Technologie LoRA

Na úvod je vhodné uvést rozdíl mezi LoRa a LoRaWAN, jelikož se nejedná o totéž. LoRaWAN definuje komunikační protokol a síťovou architekturu systému, zatímco fyzická vrstva LoRa umožňuje komunikační spojení na velkou vzdálenost [17].

Podle odborného článku [18] je LoRa (Long Range): „modulace patentovaná firmou Semtech, která mj. využívá kódování 4/5, dopřednou korekci chyb a modulaci Chirp. Protokol LoRaWAN zajišťuje transparentní zabezpečený přenos dat mezi koncovým zařízením (internet věcí) a aplikací běžící na serveru a zpět. O standardizaci a rozvoj protokolu LoRaWAN se stará nezisková organizace LoRa Alliance, mezi jejíž členy patří desítky firem.“

### 1.3.1.3 Síť NB – IoT

NB-IoT je speciální úzkopásmová síť, která je v ČR provozována v současné době dodavatelem Vodafone Czech Republic a.s.. Její nasazení je vymezeno pouze pro přenos dat. Hlavní devizou je skutečnost že umožňuje připojení veškerých chytrých zařízení k síti, a to prakticky bez omezení. Optimalizovaný přenos dat má pozitivní vliv na výdrž baterie umístěné v zařízení a tak je její životnost v řádu několika let. Dodavatel inzeruje dostupnost signálu po celém území České republiky. Při volbě sítě je podstatný i fakt, že jeho dosah je i na těžko přístupná místa jako např. pod vodou, v podzemních patrech aj. Koncová zařízení jsou říditelná a zároveň nastavitelná dálkově přes aplikaci na webu. [19]

## 1.3.2 Síť pro krátký dosah

### 1.3.2.1 Wi-Fi

Protokol Wi-Fi používá pro bezdrátový přenos rádiové frekvence, konkrétně v oblastech 2,4 GHz a 5 GHz. Pro nastavení je potřeba router, který pro chytrá zařízení zprostředkovává lokální síť pro jejich vzájemnou komunikaci. Wi-Fi síť má většina lidí v domácnosti už nastavenou a jedná se o technologii, která po pár letech nezanikne, ale bude se vyvíjet dál. Při vysokém počtu IoT zařízení je však potřeba mít kvalitní router, který zvládne bez problémů všechna zařízení obsluhovat. Zároveň tyto zařízení musí kvůli energetické náročnosti disponovat velkou kapacitou baterie či trvalým napájením. [20]

### 1.3.2.2 Bluetooth LE (BLE)

Jak název napovídá, vyskytuje se zde souvislost mezi BLE a klasickou Bluetooth technologií. BLE je považováno za rozšíření Bluetooth verze 4.0 se zaměřením na aplikace u zařízeních senzorového typu s nízkou spotřebou energie. S tím přichází 2 druhy zařízení: dual mode podporující jak klasický Bluetooth standard, tak i BLE a dále single mode, jež umožňuje komunikace pouze pomocí protokolu BLE. Tato technologie zaznamenala rychlý růst spojený s rozšiřováním smartphonů a tabletů, jež ji využívají. [21]

### 1.3.2.3 Zigbee

Zigbee je určeno k vytvoření malých domácích sítí, využívajících domácí předměty jako například bezdrátové osvětlení, bezpečnostní a kouřové detektory či termostaty. I při maximální rychlosti 250 kbit/s (v pásmu 2.4 GHz) je výrazně pomalejší než Wi-Fi nebo Bluetooth. Zigbee je však založeno na tom, že přenáší malé pakety dat v málo četných intervalech, což je ideální pro monitorování celkového stavu domácnosti, jako je kontrolování úrovně teploty, či zabezpečení. Díky nízké energetické náročnosti vydrží na baterii zařízení v řádu několika let. Další z vlastností je nízký dosah signálu, jenž je v rozsahu 10 až 50 metrů. Největší výhodou Zigbee zařízení je, že pracují prostřednictvím výše popisované mesh sítě, čímž se i předchází problému, že by v případě problému, jediné zařízení způsobilo nefunkčnost celé sítě. [22]

### 1.3.2.4 Z-Wave

Z-Wave je technologie vlastněná a spravovaná firmou Sigma Designs, která zároveň přiděluje licence Z-Wave zařízením. Založila i pro účely certifikace sdružení Z-Wave Alliance, jehož smyslem je, že zařízení Z-Wave musí odpovídat daným standardům. To ve výsledku znamená, že každý z těchto výrobků s certifikací bude kompatibilní s ostatními v Z-Wave síti. Toto je nejvýraznějším rozdílem oproti Zigbee, kde jsou dva druhy certifikace: pro hardware a software, kde například použitý software nemusí odpovídat standardům a znemožní vám vzájemnou komunikaci v síti. [23]

### 1.3.2.5 Thread

Původně byl vyvinut firmou Nest Labs jako součást jejich termostatů a kouřových detektorů, poté byl v roce 2015 odkoupen společností Google. S takovýmto partnerem

a velkou uživatelskou komunitou se pomalu stává rovnocennou alternativou k Zigbee, Z-Wave a BLE. Jedním z důvodů úspěchů je pravděpodobně ten, že to nebylo vytvářeno jako naprosto nový protokol, ale je postaven na ověřených základech standardu 802.15.4 (Wi-Fi). Thread se bude s vysokou pravděpodobností dařit díky podpoře od společnosti Google. [24]

### 1.3.2.6 IQRF

Jedná se o další technologii pro bezdrátové připojení zařízení k Internetu. IQRF najde uplatnění v oblastech pro nízký výkon, nízké rychlosti a nízký objem dat. Její dosah je v řádu desítek až stovek metrů. Typické nasazení je například v telemetrii, průmyslovém řízení a automatizaci části budov a měst. Lze již najít realizace projektů měst např. při řešení pouličního osvětlení, parkování vozidel aj.. Může být použita prakticky s jakýmkoli elektronickým zařízením, vždy když je potřeba bezdrátového přenosu, při dálkovém ovládní, dálkovém sběru dat. [25]

Následně uvádím z [25] přímo převzaté technické údaje:

- RF pásma: zdarma ISM 868 MHz , 916 MHz a 433 MHz (celosvětově)
- IQRF je vhodný také pro jednoduchou komunikaci peer-to-peer
- Paketově orientovaná komunikace, max. 64 B za balíček
- Rozsah RF: stovky metrů ve volném prostoru a desítky metrů v budovách
- Mimořádně nízká spotřeba energie: sub- $\mu$ A pohotovostní režim , přijímající až 15  $\mu$ A
- RF bitová rychlost: přibližně 20 kb / s
- Žádná infrastruktura není potřeba, žádné licence a poplatky dopravce

## 1.4 IoT brána

IoT brána je fyzické zařízení, anebo softwarový program, jež slouží jako místo pro propojení senzorů, ovládacích prvků a dalších chytrých zařízení. Prochází přes něj všechna procházející data směřující do Cloudu a nazpět. Sensory mohou generovat tisíce dat za sekundu a brána slouží jako místo, které je u sebe před předáním lokálně zpracuje. Minimalizuje tak množství dat, které je nutno odeslat a zlepšuje tím i rychlost odezvy. Mezi dalšími důležitými vlastnostmi patří poskytování dodatečné ochrany dané IoT sítě a jejích přenášených dat, čehož docílí například šifrováním. [26]

## 1.5 Cloud

Cloud je model pro umožnění všudypřítomného a okamžitě dostupného přístupu k síti výpočetních zdrojů (servery, datová úložiště, aplikace a další služby), jež je pro jeho poskytovatele snadné k zprostředkování a spravování [27].

Pro nás jako uživatele z toho vychází, že daná data nemáme u sebe, ale jsou ukládána na vzdálených serverech, kde probíhá jejich analýza, vyhodnocování a další výpočetní operace. Při používání stovek, tisíců či milionů senzorů by bylo nesmírně drahé a zbytečně energeticky náročné, kdyby všechny tyto činnosti vykonávali sami. Místo toho může být souhrn získaných údajů posílán do Cloudu, kde teprve dochází k jejich zpracování a vyhodnocení. [28]

Cloud teoreticky v IoT nepotřebujeme a dá se to řešit lokálně prostřednictvím brány. To je známo pod pojmy „fog computing“ nebo „edge computing“. V určitých případech u IoT je to lepším řešením. V současnosti je u chytrého auta při provozu nutno zpracovávat 1GB každou sekundu. Aby nedošlo k dopravní nehodě, je nutná co nejrychlejší reakce. Cloud je zde nevyužitý, protože tam u něj může být časová odezva v řádu až několika sekund, což je z hlediska bezpečnosti nedostačující. [29]

## 1.6 Představa o chytré domácnosti a její význam

Člověk přijde odpoledne domů z práce a po náročném dni se mu nechce ani myslet na domácí činnosti, které ho ještě teprve čekají. Při příchodu k domovním dveřím nemusí člověk hledat klíče, protože je vpuštěn po identifikování člověka chytrou bezpečnostní kamerou. Po vstupu dovnitř se změní pokojová teplota a upraví intenzita osvětlení, pokud se venku setmělo a je špatná viditelnost. Nemusí přemýšlet, kolik má doma jídla, protože mu chytrá lednička oznámí na mobilní telefon, čeho je nedostatek. Při přípravě večeře může od umělé inteligence nechat radit při vaření bez hledání receptáře. Poté si večer může pustit film a dům automaticky zatáhne žaluzie, ideálně nastaví světlo a spustí audio a video systémy pro přehrávání.

## 1.7 Jak zapadá chytrá domácnost do IoT?

Na jednu stranu byl pojem „chytrá domácnost“ spojovaný s automatizací, digitalizací a propojování mnoha oblastí domácnosti. Například lze zmínit ovládání osvětlení, žaluzií,

kontrola audia, videa i zabezpečení. Na stranu druhou se stává s příchodem IoT jeho součástí. Výše zmíněná zařízení jsou pak již připojena k Internetu a využívají možností ovládání pomocí hlasu (což sama o sobě „automatizovaná domácnost“ nevyžaduje) [30].

Spotřebiče chytré domácnosti přichází se schopností sebeučení, čímž se dokáží přizpůsobit zvykům prováděným jejich majitelem. Zařízení pro kontrolu osvětlení jim tak umožní šetřit energií (nesvítí se, když to není potřeba) a tím benefitovat úsporou energie. Další ze systémů v chytré domácnosti můžou upozornit majitele, že došlo k neočekávanému pohybu v domě, zatímco byl pryč, nebo také některé v případě nebezpečných situací (jako třeba požáru) kontaktují o pomoc hasiče. Toto udává příklad spotřebičů, které spadají pod pojem Internet of Things [31].

Chytrá domácnost založená na implementaci IoT se podle odborné rešerše o domácí automatizaci [32] vyznačuje následujícími charakteristickými znaky:

1. Různorodé odlišné komunikační technologie jsou navzájem kompatibilní. Jejich sjednocení a propojení zprostředkovává brána.
2. Jedná se o všudypřítomnou službu. Je tedy jednoduché získat informace o aktuálním stavu chytré domácnosti i při připojení k běžně dostupné síti, bez ohledu na to, kde se uživatelé nachází.
3. Možnost neustále monitorovat domácí zařízení prostřednictvím fyzických a logických senzorů.
4. Systém chytré domácnosti je možné ovládat ať už mobilním telefonem, počítačem, či jiným z mnoha komunikačních prostředků. Měli bychom pak také na nich vidět výsledky našeho počínání.

## 1.8 Vytvoření vlastní chytré domácnosti

Za chytrou lze domácnost považovat už jen při samotném pořízení smart televize. Záleží na míře, do které je člověk ochoten investovat. K dispozici se nabízejí i levná řešení (v řádu stovek korun) v podobě minipočítačů Raspberry Pi a mikrokontrolérů Arduino. To je ideální

pro tzv. „bastlíře“, kteří si pomocí toho dokáží sami zrealizovat nespočet projektů jako např. ovládání žárovky smartphonem [33].

Za zmínku taktéž stojí BigClown [34], jenž je koncipován jako IoT stavebnice. Skládá se z hlavní programovatelné jednotky a rozšiřujících modulů s displejem, tlačítky, relátky, digitálními LED páskami a dalšími. Hlavní význam spočívá v tom, že je to open-source projekt s rozsáhlou dokumentací nabízející mnoho nástrojů pro vývojáře [35].

Na webových stránkách BigClown [36] je k dispozici pro zakoupení hned několik sestav pro konkrétní využití. Pro uvedení tak můžete třeba mít meteostanici, se kterou měříte okolní teplotu, vlhkost, intenzitu světla a atmosférický tlak. Pak je tu jednotka pro měření CO<sub>2</sub>, díky čemuž máte pod kontrolou úroveň tohoto ve velkém množství nebezpečného plynu bez barvy a zápachu. Dále jsou tu sady s detektorem pohybu či se záplavovým senzorem upozorňujícím na vysokou úroveň vody. Mezi nejzajímavější patří ta, ve které se vyskytuje zařízení s tlačítkem, které lze přeprogramovat tak, aby ovládalo prakticky libovolné konkrétní zařízení (např. otevře garážová vrata).

### 1.8.1 Senzory a aktuátory

Jiným výrazem pro senzor může být také převodník. Převodník je fyzické zařízení, které převádí jeden druh energie na jinou, v případě senzoru tedy z formy fyzikální energie na elektrické impulzy. Dalším druhem převodníku je aktuátor, který funguje obráceně, čili jeho fyzické působení je na základě elektrických impulzů. Elektrický motor, hydraulický a pneumatický systém mohou být příkladem aktuátorů. [37]

Nejjednoduššími senzory umožňující vstup uživatele jsou tlačítka a přepínače, dalšími jsou potenciometry (otočné a lineární) k měření pohybu. Pro detekci úrovně světla slouží fotorezistory, u teploty jsou používány termistory, sestavit se dají i senzory na měření vlhkosti. K zaznamenávání zvuku jsou samozřejmě určeny mikrofony. [38]





### 1.8.3 Automatizace pomocí scénářů

Vždy tu byla snaha o automatizaci domácnosti, zjednodušení všedních činností a tím i dosažení příjemného pobytu. U tohoto konceptu lze narazit i na odlišné pojmenování, často dané výrobcem: scény, pravidla, rutiny.

Podstata se dá objasnit na příkladu komunikace s hlasovým asistentem Alexa prostřednictvím centrální jednotky Amazon Echo. Pokud řeknete konkrétní příkaz, tak provede sérii akcí, jež si uživatel k dané frázi přiřadil. Při vyslovení věty: „Alexa, good night“, se například vypne osvětlení, uzamknou dveře a sníží úroveň topení v domě. Hlavní smysl je takový, že je jednodušší místo desítky pokynů udat jen jeden (a sníží se tím riziko zapomenutí některého z nich). [40]

Ovládání pomocí hlasu není ovšem jedinou možností. U systému Z-Wave [41] řídicí jednotka vykonává tyto scény stejným způsobem, jen s tím rozdílem, že dojde k vykonání po stisknutí jednoho konkrétního tlačítka. „Good Night“ scéna zhasne všechny zdroje světla a „Wake Up“ plynule zvyšuje světelnou intenzitu v ložnici a koupelně. Není to limitováno jen ovládáním chytrých žárovek a lamp při samotné interakci uživatelem. Po instalaci chytrých domovních zámek a nastavení scény se při jejich odemčení rozsvítí, přizpůsobí se teplota na termostatu, či začne vařit káva v kávovaru.

Existují pro to i specializované služby v čele s IFTTT, jehož používání (zatím) není zpoplatněno. Funkční je u IoT zařízeních a příslušenstvích včetně chytré domácnosti od velké řady firem. Na stránkách poskytovatele je dostupný seznam pro ověření, zda je výrobek kompatibilní [42].

U zařízení inteligentní domácnosti se očekává, že budou mít výše uvedené vlastnosti. S dnešním rozsáhlým sortimentem výrobků a služeb se také ovšem objevuje spousta rozhodujících faktorů týkající se jejich výběru (cena, dostupnost, a další). A tomu se dále detailně zabírá následující část bakalářské práce.

## 2 Komerční systémy

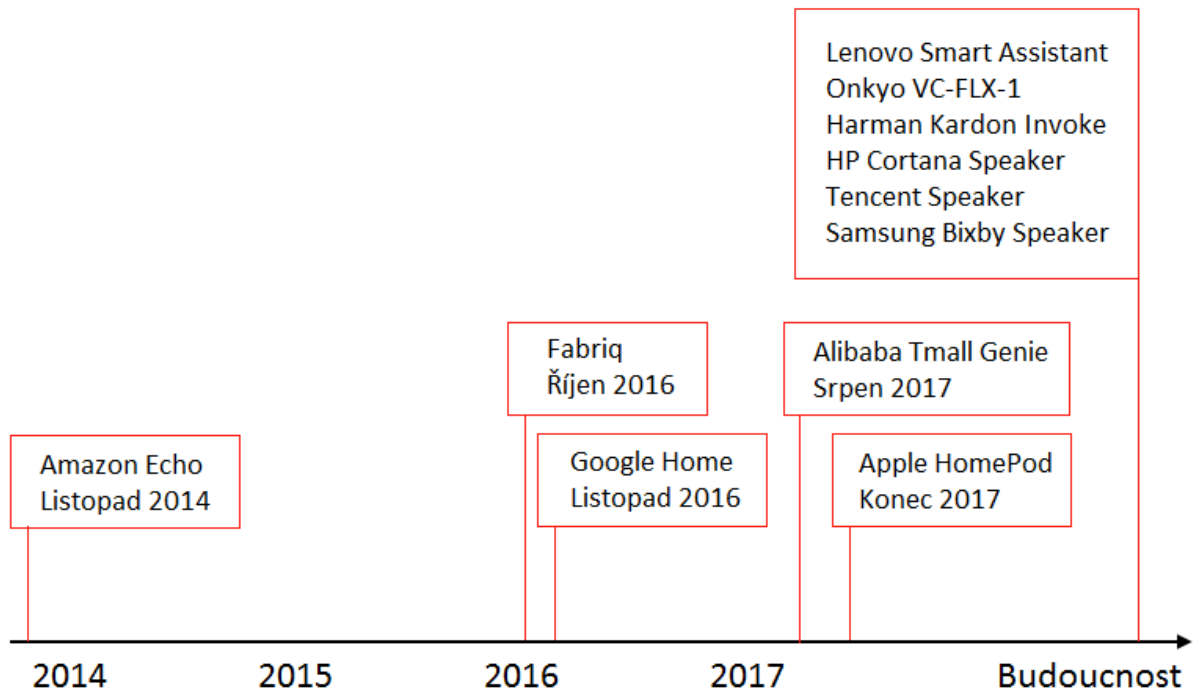
Pokud máte zájem o koupi nové spotřební elektroniky, často bývají jedním z míst, na která zavítáte jako první, internetové obchody typu CZC a Alza. Jednoduše a rychle najdete, porovnáte s ostatním zbožím a objednáte požadované výrobky. Je to jen pár měsíců, co se tam objevili navíc samostatné sekce Smart home. Nyní už je možné nalézt tyto systémy i v takto rozšířených obchodech a odpadá tak situace, kdy jejich jedinou možností pořízení byla návštěva webových stránek výrobce. Jedná se také o známku toho, že už nejde jen o okrajovou záležitost a dochází k rozšíření i k lidem, kteří o tomto neměli doteď žádné znalosti.

Když navštívíte jeden z výše zmíněných e-shopů, narazíte ve výběru na produkty od více než 70 různých výrobců a rozdíly někdy mohou být znatelné. Nejsou zde taktéž opomenuty nadějně (a reálné) budoucí technologie přinášející inovaci. Co si tedy vybrat? Která z firem poskytuje ty nejvhodnější zařízení a jak je to s jejich dostupností? To patří mezi záležitosti, jimiž se zabývá tato kapitola.

### 2.1 Reprodukory s hlasovým asistentem

Pokud se rozhodnete pro používání hlasového ovládání, připadají v úvahu čtyři nejvyspělejší představitelé: Alexa, Siri, Google Assistant a Cortana. Ty jsou k dispozici taktéž na smartphonech s kompatibilním operačním systémem. Při implementaci do inteligentní domácnosti je však potřeba je zabudovat do příbytku v podobě reproduktorů, protože tím se vám zpřístupní kontrola chytrých domácích zařízení.

## Doba vydání reproduktorů s hlasovým asistentem



Zdroj: Jackdaw Research

Obr. 2.1 Časová linie zobrazující dobu vydání reproduktorů s hlasovým asistentem, překresleno z [43]

### 2.1.1 Vývoj reproduktorů

Z časové osy na obrázku *Obr. 2.1* je zřejmé, že k uvedení do prodeje došlo prakticky u všech reproduktorů v posledních dvou letech s výjimkou Amazon Echo, který má výrazný náskok.

Amazon byl do roku 2017 dominantním poskytovatelem cloudového prostoru a služeb [44]. To jsou důležité prostředky pro IoT a je z toho možné usuzovat, že tento rozvoj Amazon předvídal a má v něj i nadále víru. Jeho největším konkurentem se nyní pravděpodobně stává Google. Obě firmy byly totiž jedny z mála společností, které měl velká oznámení v oblasti chytré domácnosti na výstavě CES 2018 [45], kde podniky představují své nejnovější výrobky.

### 2.1.2 Funkce reproduktorů

Popisované reproduktory nabízí řadu funkcí i při jejich samostatném využití. Pro započítí komunikace je nutné oslovit asistenta (např. „Hey, Siri“), a poté je připraven reagovat na požadavky. V hlasové podobě tak zastává i funkci kalkulačky, slovníku, překladače,

výživového poradce či přehrávače hudby [46]. U každého z nich je očekávána podpora těchto schopností, značné rozdíly ovšem nastávají u pro nás důležitého zavedení do domácnosti.

Google, Amazon i Apple si zajišťují partnerství s výrobcí chytrých zařízení, aby právě a byla kompatibilní s co nejvíce produkty. Zvládají spolupracovat se zdroji světla, termostaty, bezpečnostními zámky a robotickými vysavači, garážovými dveřmi a dále. Umožňují i kontrolu televize, pokud je přes HDMI port připojeno zařízení Chromecast nebo Apple TV. Doporučuje se, že je lepší si nejdříve vybrat požadované produkty, a poté se teprve po ověření kompatibility rozhodnout pro konkrétní centrální jednotku, která si s nimi rozumí. [46]

Google Home a Amazon Echo ještě nabízí možnost fungovat jako interkom. To znamená, že pokud máte zapojenou více než jednu jednotku Google Home, může být pro ni uživatelem vyslovená zpráva předána jiné konkrétní propojené jednotce. Ta pak danou nahranou hlasovou zprávu přehraje. Apple HomePod jako jediný ze zmiňovaných reproduktorů touto funkcí neopývá. [47]

Jihokorejská společnost Samsung má také jasné plány, jak se prosadit na poli inteligentní domácnosti. Plánem je se zaměřit na vývoj hlasového asistenta Bixby, jenž se dočká vlastního chytrého reproduktoru a integrace do nadcházejících produktů firmy. Snaží se tím dosáhnout stejného způsobu ovládání na všech platformách. Tomu má napomoci platforma SmartThings, jež navíc zajistí i pokročilé cloudové zabezpečení. Samsung patří mezi přední výrobce elektroniky a to v mnoha oblastech od mobilů, přes televize až po počítače, a dokonce jsou v přípravě plány pro vývoj automobilů. Jejich propojením s chytrou domácností tak lze rozsah tohoto systému ještě dále rozšířit. Konkurenti jako firma LG se pokouší o podobný přístup v podobě sjednocení a propojení různorodých zařízení pod jednou platformou, v tomto případě označenou ThinQ. [48]

## 2.2 Osvětlení

Při vybírání osvětlení narazíme především smart žárovky a vypínače. Výslednou volbu rozhodne, jaké jsou naše požadavky týkající se množství kusů a zda jsme ochotni více investovat. Ovládání se vyskytuje v podobě jednoho tlačítka či přepínače, anebo zdroje světla reagují na pohybový senzor. Nejčastější je však manipulace přes zařízení s podporou konkrétního protokolu jako například Bluetooth, Wi-Fi nebo Zigbee.

### 2.2.1 Chytré vypínače

Obecně jsou chytré vypínače nejlevnějším způsobem pro rozjasnění domácnosti. Hlavním důvodem pro nižší cenu je zbavení se nutnosti nahradit každou žárovku za chytrou a namísto toho jen vyměnit několik vypínačů [49]. Navíc u smart žárovek dochází k jejich oteplování, což u uzavřených svítidel uvnitř způsobuje hromadění tepla, které nemá kam jít a to snižuje jejich životnost [50].

### 2.2.2 Chytré žárovky

Žárovky mají však jiné výhody a naopak jsou vhodné u lamp, které se nezapínají nástěnným přepínačem. Taktéž je to ideální řešení pro případy, kdy není možné (např. pro nájemníka) přepínače vyměnit. Kromě volby intenzity světla se dá navíc měnit barva a lze tak vytvářet i barevné scény. [49]

Chytré vypínače však vyžadují při jejich instalaci alespoň základní elektrikářské zkušenosti. Osoba s těmito znalostmi může jističem přerušit přívod elektřiny a vyměnit starý vypínač za nový. Na Internetu se vyskytují návody, jak postupovat, ale pro neznalého člověka je nejlepším východiskem zavolat si odborníka, aby nedošlo k úrazu. [51]

### 2.2.3 Philips Hue

Philips Hue je systém, jehož hlavním prvkem jsou žárovky nebo lampy, pro jejichž optimální ovládání potřebujete s routerem propojenou centrální jednotku. Pomocí ní lze nastavit bezdrátovou síť na protokolu Zigbee, ke které se připojí. Hue je známé pro schopnost okamžitě změnit barvu na jednu z 16 milionů odstínů. [52]

Systém osvětlení je možné ovládat smartphony a hlasovými asistenty prostřednictvím hlasových příkazů. Výrobce Philips Hue uvádí jako příklady příkazy pro zapnutí všeho osvětlení, jejich ztlumení a změnu barvy světla (viz obrázek *Obr. 2.2*).



Obr. 2.2 Příklady použití hlasových příkazů pro ovládání systému osvětlení, převzato z [53]

### 2.2.3.1 Hue Bridge

Jedná se hardware, do kterého je potřeba investovat, pokud chcete naplno využít všechny možnosti Philips Hue žárovek, i když to není pro jejich použití nezbytné. Hue Bridge je centrální jednotka tvořící srdce celého Hue systému, která připojeným zařízením udává, co a kdy mají dělat. Pro provoz vyžaduje vlastní napájení a pro připojení k síti je nutné propojení s routerem přes ethernetový kabel, jelikož zde není možná bezdrátová komunikace. Bez toho můžete se samotným Hue přepínačem maximálně zapínat, vypínat a upravovat intenzitu světla pouze u 10 žárovek. S Hue Bridge jich můžete kontrolovat až 50 a to buď každou jednotlivě, anebo i více najednou, pokud je máte rozděleny do skupin. Také u nich navíc budete moci měnit barvu a ovládat je přes telefon. [54]

### 2.2.4 Ecobee

Firma Ecobee nepodcenila význam prvenství v oblasti chytré domácnosti. Nejen že v už roce 2009 představila první Wi-Fi termostat, ale jeho poslední model Ecobee4 byl taktéž prvním, jež si rozuměl s asistentem Amazon Alexa. Nyní s ním opět jako první dokáže spolupracovat vypínač Ecobee Switch+. Ten kromě připojení k Wi-Fi a ovládání mobilní

aplikací zvládne to samé jako Amazon Echo, tedy například reagovat na dotazy, přehrávat hudbu a ovládat další chytrá zařízení. V produktu je implementován teplotní senzor, který by po budoucí aktualizaci zařízení měl být schopen zastávat funkci senzoru pro Ecobee termostaty. Je možné přednastavit chování jako je kupříkladu Smart On aktivující světla při detekci pohybu, anebo Smart Off, jež je naopak vypne, pokud nezaregistruje pohyb v místnosti v určitém časovém intervalu. [55]

### **2.3 Ovládání teploty**

Chytrý termostat je určen pro ty, jež mají zájem ušetřit peníze za energie, a také mít kontrolu nad teplotou, ať už jsou kdekoliv. Dokáží se učit a přizpůsobovat podmínkám, takže se vypínají, když doma nikdo není a taktéž udržují teplotu jen v tu dobu obývaných místnostech. Při integraci do systému chytré domácnosti se rozšiřuje nabídka možností a termostat tak například ztlumí teplotu při zamknutí domovních dveří. [56]

Tímto chováním se docílí energetické úspory a firma Nest tvrdí, že návratnost investic je u jejích zařízení méně jak dva roky. Její plán pro úsporu energie si zajistila pravidelnými aktualizacemi přidávajícími nové funkce. Za tímto účelem prý jen za první tři roky od doby vydání již vypustila přes 30 aktualizací. Dokonce i zveřejnila rozvrh (viz obrázek *Obr. 2.3*), čeho se uživatelé mohou v nadcházející době dočkat a kdy to bude dostupné. [57]



Obr. 2.3 Plán vydání aktualizací od firmy Nest, převzato z [57]



Většina z těchto systémů (Hive, Nest, Netatmo, Tado) je založená na tom, že dáte chytrý termostat do místnosti, kde trávíte nejvíce času a teplota se ve zbytku domu se udržuje na stejné úrovni jako tam. Honeywell Evohome a Genius pak nabízejí variantu v podobě nahrazení termohlavic u radiátorů chytrými. Výhodné je, že s nimi lze manipulovat nezávisle na termostatu, takže nevadí, pokud spolu nesdílí stejného výrobce. Nevýhodou je naopak, že byste v tomto případě potřebovali dvě aplikace pro kontrolu každého systému. [58]

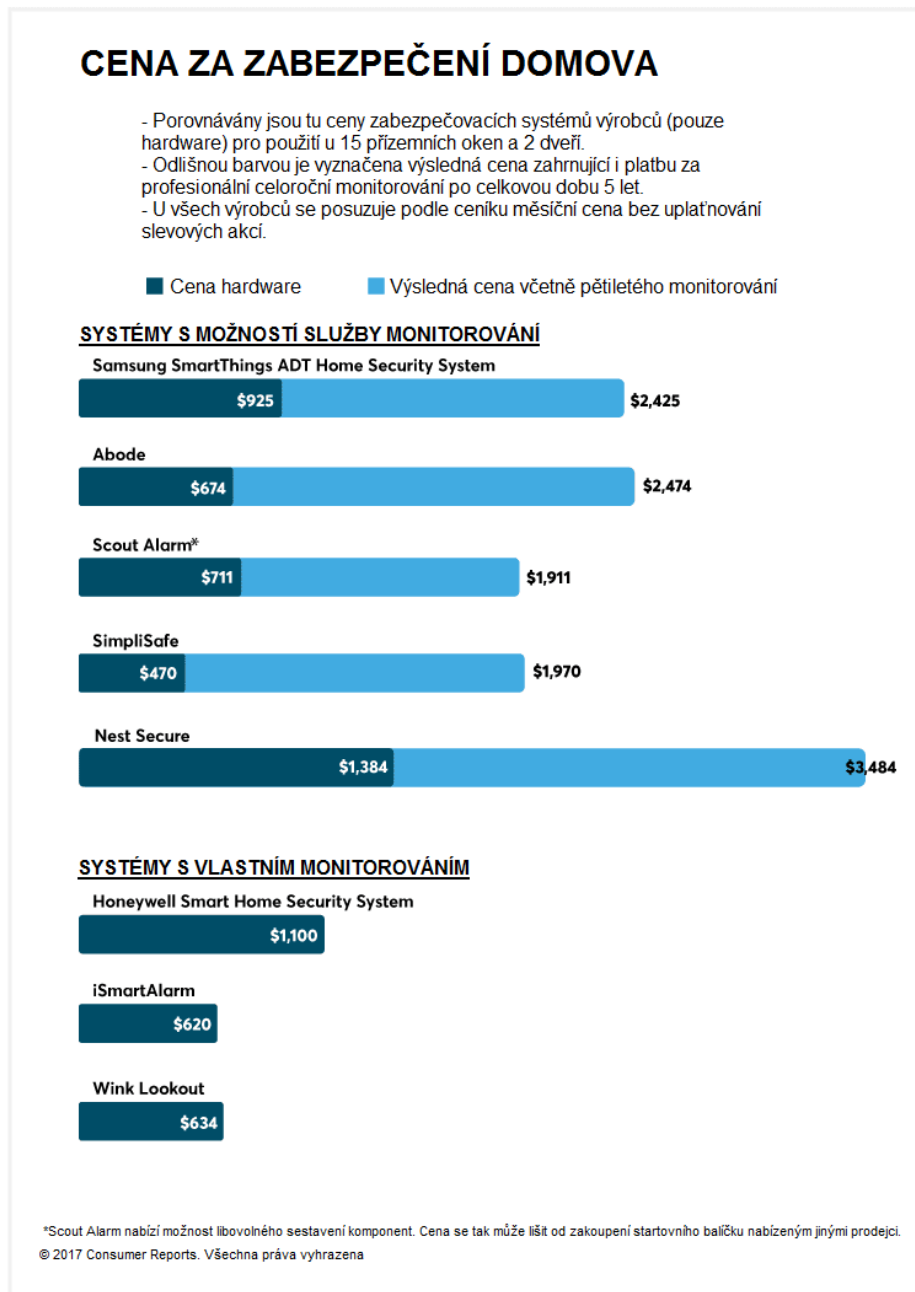
## 2.4 Zabezpečení

Základní chytrý zabezpečovací systém obvykle obsahuje několik senzorů pro okna a dveře, detektor pohybu a centrální jednotku komunikující mesh protokoly typu Wi-Fi, Z-Wave a Zigbee. Samozřejmě to lze rozšířit o zámky u dveří či garáže, vnitřní i vnější kamery, světla, kouřové detektory a další. V případě kamerových systémů je ukládáno nahrávané video buď na SD kartu, anebo pevný disk. Další alternativou pro ukládání je využití cloudových úložišť, které však často bývají k dispozici jen za dodatečné poplatky. [59]

Při výběru zařízení jsou zde dvě možnosti jejich propojení, buď komunikují přes kabely, anebo bezdrátově. Za příplatek vám mohou odborníci produkty nainstalovat [60]. To je doporučováno především u kabelového zapojení, kde se při instalaci zasahuje do konstrukce domu. U varianty bezdrátového připojení můžete systém zprovoznit sami během několika minut [61].

### 2.4.1 Monitorování

U zařízení je k dispozici i profesionální monitorování, které je nadstandardní službou výrobců [62]. U prvního grafu na obrázku *Obr. 2.4* si můžeme všimnout, že to ve většině případů několikanásobně převyšuje cenu samotného zařízení. Cena se dá snížit při využití speciálních nabídek prodejců (např. podepsání smlouvy na 3 roky u Nest), případně vám poskytovatel za nižší cenu nabídne méně funkcí [62]. Ve druhém grafu jsou výrobky, u kterých je to bezplatné, na domov si ale musíte dohlížet sami.



Obr. 2.4 Porovnání cen zabezpečovacích hardware a služby monitorování, překresleno z [62]

## 2.4.2 Kouřové detektory

Chytré kouřové detektory nabízí možnosti, kvůli kterým se vyplatí zvážit jejich pořízení. Naneštěstí nepatří mezi levné záležitosti, jelikož je jejich cena mnohonásobně vyšší než u „běžných“ modelů.

### 2.4.2.1 Nest Protect

Tento výrobek patří podle obchodu Conrad [63] mezi nejprodávanější chytré kouřové detektory a to i navzdory vysoké ceně 4290 Kč. Zvládne detekovat jak otevřený oheň, tak i pomalé doutnavé požáry a oxid uhelnatý. Pokud něco takového detekuje, tak spustí alarm, ale zároveň vás o tom informuje i na vašem smartphonu a alarm na něm můžete sami vypnout. Velkou výhodou je, že vás zde upozorní zprávou i na jiné problémy jako jsou výpadek senzoru nebo vybité baterie.

V recenzi produktu na [64] je možné se dozvědět, že zařízení má životnost až deset let, a poté je nutné ho vyměnit. Tato doba se může snižovat vlivem prostředí, ale i počtem spuštěných alarmů. Výdrž baterií není výrobcem uvedena, ale předpokládá se v řádu několika let, přičemž na to mají dopad již zmíněné vlivy.

### 2.4.2.2 Roost Smart Battery

Pokud je pro vás cena chytrého detektoru příliš vysoká, existuje levnější varianta v podobě chytré baterie Roost Smart Battery, která v přepočtu stojí 774 Kč [65]. Předpokládá se, že už vlastníte „obyčejný“ detektor, jež je napájen 9voltovou baterií, kterou nahradíte za chytrou [65]. Pokud ho ovšem nemáte, je možné si od stejného výrobce pořídit kompletní balení, jež obsahuje detektor včetně zmiňované baterie [66].

### 2.4.2.3 OneLink Safe & Sound

Konkurovat Nest Protect chce firma One Link s výrobkem Safe & Sound. Jedná se o detektor kouře a CO<sub>2</sub>, který vás upozorní na chytrém telefonu o možné hrozbě. Navíc má mít v sobě zabudovaný reproduktor s Alexou a má být zároveň kompatibilní i s Apple HomeKit. Od 1. června je to již dostupné na Amazonu [67] za cenu 249 dolarů (v přepočtu 5509 Kč). Ještě tento rok plánuje společnost vydat dvě verze bez Alexy, první by stejně jako Safe & Sound měla být napájena přes kabel a druhá pomocí zabudované baterie. [68]

### 2.4.3 Chytré zámky

Chytré zámky nahrazují (či rozšiřují) klasický zámek u dveří a nabízí vyšší úroveň zabezpečení domu. Zároveň pro majitele zvyšují komfort v podobě zjednodušeného přístupu na základě unikátních identifikačních znaků.

#### 2.4.3.1 FAB ENTR

FAB ENTR nabízí mnoho způsobů ochrany vstupu do domu. Přístup do domu může člověk získat přes čtečky otisku prstů, kódové klávesnice, dálkové ovládání, anebo chytrý telefon a tablet. Poslední dvě vyjmenované varianty použijí k odemčení vytvořené virtuální klíče, díky kterým lze taktéž udržovat přehled o tom, v kterou dobu k tomu došlo. Samotná instalace pak spočívá pouze ve výměně vložky na vnitřní straně dveří a nasazení FAB ENTR (jako je naznačeno na obrázku *Obr. 2.5*). [69]



*Obr. 2.5 Znárodnění umístění chytrého zámku FAB ENTR, převzato z [70]*

Nejedná se však o levnou záležitost, jelikož cena samotné vložky se v obchodu výrobce pohybuje mezi 12000 Kč až 13000 Kč, v závislosti na jejím rozměru [71]. Pokud máte zájem o dodatečné příslušenství musíte si ještě navíc připlatit. Výrobce nabízí čtečku otisku prstů za 6050 Kč, PIN klávesnici za 3328 Kč a dálkový ovladač za 1398 Kč [72].

Některé chytré zámky jsou kompatibilní s platformami typu Nest, Apple HomeKit a Wink. To umožňuje komunikaci s dalšími zařízeními a pro příklad se to dá využít na nastavení nočního módu, při kterém se po zamknutí dveří zhasnou světla a zatáhnou žaluzie. Dále se nabízí spárování s chytrým zvonkem, a tak když vám někdo zazvoní, zatímco jste

mimo domov, můžete se na dálku kamerou ve zvonku ujistit o totožnosti člověka a případně mu i odemknout dveře. [73]

#### **2.4.4 Inteligentní kuchyňské spotřebiče**

Dobrá náhled na kuchyňské spotřebiče lze najít na [74], kde jsou z dané oblasti popisovány následující spotřebiče:

##### **2.4.4.1 Lednička**

Chytré ledničky jsou vybaveny oproti svým předchůdcům řadou přídavných funkcí. Chytrá chladnička od LG skenuje čárové kódy umí z nich vytvořit seznam potravin, následně vás pak upozorní na datum konce spotřeby a upozorní co je potřeba doplnit za potraviny. Další z rozšíření je funkce „recepty“, kdy lednička dokáže z potravin v ní uložených nabídnout vhodný recept. Dokonce umí respektovat, že nějakou potravinu nesmíte, či že držíte dietu. Všichni výrobci se také snaží jít cestou inteligentní energetické úspory. Lednice Samsung, pak oplývají doplňkovými funkcemi jako jsou fotorámečky a přehrávače hudby.

##### **2.4.4.2 Pračka**

Chytré pračky si samy zvolí program praní na základě prádla, které je do ní vloženo. Program lze na mobilním telefonu změnit nebo pračku dálkově zkontrolovat, v jaké fázi se právě nachází. Můžete též na svém mobilu pračku spustit, přerušit praní či zastavit.

##### **2.4.4.3 Trouba**

Chytré trouby jsou založeny na principu senzorů a dokáží rozeznat, o jaký typ potraviny se jedná a zvolí si samy optimální stupeň a dobu pečení. Vše si nastaví chytrá trouba a uživatel se již o nic nestará. Na mobilní telefon poté pošle upozornění, když je jídlo hotové. Fagor má své chytré trouby vybaveny funkcí samočištění. Trouba se zahřeje na 500°C a všechny nečistoty se jednoduše vypálí.

##### **2.4.4.4 Digestoř**

Digestoř Miele – výpary z vaření odsaje chytrá digestoř, která se sama zapne a dále reguluje v závislosti na zapnuté varné desce.

## 3 Návrh a realizace chytré domácnosti

V komerční sféře je sice k dispozici rozsáhlý sortiment (výše rozebíraných) výrobků, ale u jednotlivých zařízení lze nabýt dojmu, že jejich pořízení do domova není nezbytnou záležitostí. Člověk může dojít k závěru, že je nutné věnovat hodně času integraci do stávající domácnosti a nevyskytuje se tu podstatný důvod, proč je důležité si to obstarat.

Na následujících stránkách tedy přicházím se dvěma detailními příklady, u kterých má chytrá domácnost význam a přímo se nabízí jako ideální řešení. Budou zde popsány navrhované výrobky, důvod jejich výběru a způsob realizace včetně celkových výdajů za celý projekt. Na to navazují se třemi možnými dalšími variantami, které by se daly podobným způsobem řešit. Je tu snaha podat důkaz, že možnosti uplatnění jsou vskutku široké.

### 3.1 Ochrana a bezpečnost

#### 3.1.1 Účel nasazení

Jednou z reálných situací je, že se v blízkosti vašeho bydliště zvýší počet vykradených domů a vy si chcete proti zlodějům zajistit svůj příbytek. Chytré zabezpečení se tu nabízí z důvodů, že si můžete být jistí stavem vaší domácnosti i mimo domov, a také především okamžitou reakcí systému v případě vniknutí pachatele do objektu.

#### 3.1.2 Návrh rozsahu a oblastí realizace

Návrh a počty prvků jsou situovány do menšího rodinného domu s dispozicí 3+1, předpokládá se základní pasivní zabezpečení objektu, okna jsou vybavena el. ovládanými žaluziemi, objekt je osazen bezpečnostními vchodovými dveřmi, je zde systém záložního nouzového zdroje a do domu je zaveden Internet.

Pro výběr oblastí pokrytí jsou zvoleny prvky, které by řešily bezpečnost z hlediska vloupání, požáru, otravy CO s odesíláním notifikací majiteli objektu následovně:

Jako výchozí centrální jednotka byla zvolena **Centrální jednotka - set** výrobce Fibaro, která kromě vlastní řídicí jednotky obsahuje i 1 ks senzoru pohybu, senzoru kouře, senzoru zaplavení a magnetického senzoru. Komunikační protokol Z-Wave vymezuje následnou volbu prvků. K jednotce je možné připojit až 230 zařízení, což je uvedeno u popisu výrobku.

Okna a dveře budou osazeny **Magnetickými senzory**. Jeden kus, který již byl v setu, bude použit k osazení dveří, další min. 4 ks budou použity na okna. Jedná se o minimální počet, v případě např. dvoukřídlých oken je nutné počet senzorů navýšit.

**Senzor pohybu** ze sady bude použit do vstupní chodby, druhý ks použit na místnost s cennostmi. Dle potřeby to lze následně rozšířit.

Do sklepní místnosti navrhuji umístění **Senzoru CO**, který by indikoval zvýšenou hladinu jedovatého plynu CO. Zároveň do této místnosti doporučuji instalaci „Senzoru zaplavení“, který je taktéž součástí setu.

Zvýšenou pozornost proti vniknutí zasluhuje vchod. Zde navrhuji osazení **Dveřní stanicí**, která zvenku monitoruje prostor pomocí HD kamery, detekuje pohyb a umožňuje komunikaci zvenku bez nutnosti otevření dveří. Zároveň je vhodné osadit dveře **Chytrým zámekem**, který lze v kombinaci s dveřní stanicí vzdáleně ovládat.

Pro ovládání **Žaluzií** byl zvolen bezdrátový modul, který umí ovládat jednofázové střídavé motory. V tomto rozpočtu se předpokládá, že vlastní žaluzie a motory jsou již na oknech osazeny, nejsou tedy součástí sestavy.

Pro ucelení celkového výstražného systému doporučuji závěrečné osazení **Alarmem**, který působí na případného narušitele hlavně psychologickým způsobem.

Celý systém je postaven na komunikačním protokolu Z-Wave a na prověřeném komplexním systému Fibaro, který je doplněn několika prvky jiných výrobců. Je možné jej dále propojit např. s hlasovým asistentem, či systém rozšiřovat o další chytrá zařízení.

### 3.1.3 Použité prvky

Tab. 3.1 Tabulka s jednotlivými vybranými prvky pro scénář „Ochrana a bezpečnost“

| Prvek                    | Model   | Výrobce   | Dodavatel    | Ovládání          | Počet kusů | Cena za kus s DPH | Celkem       | Odkaz   |
|--------------------------|---|-----------|--------------|-------------------|------------|-------------------|--------------|---|
| Centrální jednotka - set | Fibaro Starter Kit Z-Wave plus                | Fibaro    | CZC.cz s.r.o | Z-Wave            | 1          | 13 690,00 Kč      | 13 690,00 Kč | <a href="https://www.czc.cz/fibaro-starter-kit-z-wave-plus/209224/produkt">https://www.czc.cz/fibaro-starter-kit-z-wave-plus/209224/produkt</a>   |
| Magnetický senzor        | Fibaro Senzor na okna a dveře 2 bílý          | Fibaro    | Alza.cz a.s. | Z-Wave            | 4          | 1 299,00 Kč       | 5 196,00 Kč  | <a href="https://www.alza.cz/fibaro-senzor-na-okna-a-dvere-2-bily-d5014608.htm">https://www.alza.cz/fibaro-senzor-na-okna-a-dvere-2-bily-d5014608.htm</a>   |
| Senzor pohybu            | Fibaro Detektor pohybu                        | Fibaro    | CZC.cz s.r.o | Z-Wave            | 1          | 1 600,00 Kč       | 1 600,00 Kč  | <a href="https://www.czc.cz/fibaro-detektor-pohybu/180610/produkt">https://www.czc.cz/fibaro-detektor-pohybu/180610/produkt</a>   |
| Senzor CO                | fifthplay Smart CO detector                   | fifthplay | Alza.cz a.s. | Z-Wave            | 1          | 2 399,00 Kč       | 2 399,00 Kč  | <a href="https://www.alza.cz/fifthplay-smart-co-detector-d5302434.htm">https://www.alza.cz/fifthplay-smart-co-detector-d5302434.htm</a>   |
| Dveřní stanice           | Fibaro dveřní stanice DoorBird na povrch      | Fibaro    | CZC.cz s.r.o | Z-Wave            | 1          | 8 402,00 Kč       | 8 402,00 Kč  | <a href="https://www.czc.cz/fibaro-dverni-stanice-doorbird-na-povrch-polykarbonat-bila/191913/produkt">https://www.czc.cz/fibaro-dverni-stanice-doorbird-na-povrch-polykarbonat-bila/191913/produkt</a> |
| Chytrý zámek             | Danalock V3 chytrý zámek - Bluetooth & Z-Wave | Danalock  | CZC.cz s.r.o | Z-Wave, Bluetooth | 1          | 5 399,00 Kč       | 5 399,00 Kč  | <a href="https://www.czc.cz/danalock-v3-chytry-zamek-bluetooth-z-wave/217242/produkt">https://www.czc.cz/danalock-v3-chytry-zamek-bluetooth-z-wave/217242/produkt</a>                                   |
| Alarm                    | D-Link DCH-Z510 Siréna                        | D-Link    | Alza.cz a.s. | Z-Wave            | 1          | 1 699,00 Kč       | 1 699,00 Kč  | <a href="https://www.alza.cz/d-link-dch-z510-sirena-d3850579.htm">https://www.alza.cz/d-link-dch-z510-sirena-d3850579.htm</a>   |
| Žaluzie                  | Fibaro Žaluziový                              | Fibaro    | Alza.cz a.s. | Z-Wave            | 4          | 1 599,00 Kč       | 6 396,00 Kč  | <a href="https://www.alza.cz/fibaro-zaluziovy-d4249640.htm">https://www.alza.cz/fibaro-zaluziovy-d4249640.htm</a>   |

**Celkem**

**44 781,00 Kč**



### 3.1.4 Zhodnocení

Sestava celkově působí uceleným dojmem a to zejména volbou prověřeného komplexního systému Fibaro. Na robustnosti jí dodává možnost připojení až 230 zařízení, čímž se zvyšuje potenciál pro další budoucí rozšíření.

Sestava je navržena do hodnoty 50 tisíc Kč, proto neobsahuje komponenty jako např. záložní zdroj napájení, žaluzie a motory, které pro dodržení ceny nebyly zahrnuty.

V konkrétním případě realizace by bylo ještě vhodné zvážit osazení bezpečnostní kamery na zadní trakt objektu.

## 3.2 Pomoc pro tělesně postiženého

### 3.2.1 Účel nasazení

Pro člověka s tělesným postižením je nesmírně náročné vykonávat spoustu jinak jednoduchých činností pro zdravé osoby. Pomoci by mu tak mohla chytrá domácnost, která by byla postavená především na hlasovém ovládní všech prvků. Při výběru zařízení tu bereme v potaz, že tento typ člověka mnoho svých financí věnoval dalším pro něj nepostradatelným věcem (např. invalidní vozík), a tudíž je pro nás důležitým faktorem nízká cena.

### 3.2.2 Návrh rozsahu a oblastí realizace

Pro návrh uvažujeme modelovou situaci, kdy tělesně postižený člověk je na vozíku, způsob komunikace je převážně hlasem.

Návrh a počty prvků jsou situovány do menšího rodinného domu s dispozicí 3+1, okna i vchodové dveře jsou standardního provedení, okna výklopná, do domu je zaveden Internet a přístupový router s Wi-Fi. Topení je ústřední s rozvodem, instalovány jsou standardní regulační hlavice, které bude možné jednoduše vyměnit za chytré.

Pro výběr oblastí pokrytí jsou zvoleny prvky, které by řešily omezení tělesně postižené osoby následovně :

Z pohledu předpokládaného zadání je jako primární volbou pro ovládání zvolen **Hlasový asistent**. Při porovnání druhů asistentů se jako vhodný jeví 2. generace hlasového asistenta od firmy Amazon.

Při snížené pohyblivosti je velmi přínosný kontrolovaný přístup samotného majitele a umožnění přístupu dalších osob jako např. ošetřovatelky, doktora, apod. V tomto případě je optimální volbou **Chytrý zámek** v kombinaci s **Chytrou kamerou**.

Z hlediska snížené pohyblivosti a zároveň z hlediska úspor energií jsou zvoleny prvky **Chytrých termostatů**, které finančně vychází lépe ve volbě setu s dokoupením dalších jednotlivých hlavíc.

**Chytré osvětlení** je zařazeno s cílem především úspory energií a pohodlí obsluhy. Výběr typu byl limitován komunikačním protokolem použitých prvků.

**Chytré otevírání oken** bylo upřednostněno před chytrými žaluziemi a to zejména důvodu obtížného otvírání a manipulace s křídlem okna pro tělesně postiženého.

Prvotní nastavení celého systému bude provedeno instalačním technikem, další nastavení je možné i za pomoci hlasového asistenta.

### 3.2.3 Použité prvky

Tab. 3.2 Tabulka s jednotlivými vybranými prvky pro scénář „Pomoc pro tělesně postiženého“

| Prvek                       | Model                          | Výrobce | Dodavatel      | Ovládání         | Počet kusů | Cena za kus s DPH | Celkem              | Odkaz   |
|-----------------------------|--------------------------------|---------|----------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|---|
| Hlasový asistent            | Amazon Echo Generace 2 Gray    | Amazon  | Alza.cz a.s.   | Bluetooth, Wi-Fi | 1          | 2 999,00 Kč       | 2 999,00 Kč         | <a href="https://www.alza.cz/amazon-echo-2-generace-gray-d5222214.htm?o=4">https://www.alza.cz/amazon-echo-2-generace-gray-d5222214.htm?o=4</a>   |
| Chytrý zámek                | FAB ENTR                       | FAB     | Alza.cz a.s.   | Bluetooth        | 1          | 9 599,00 Kč       | 9 599,00 Kč         | <a href="https://www.alza.cz/fab-entr-kit-1-motoricka-vlozka-d5017287.htm">https://www.alza.cz/fab-entr-kit-1-motoricka-vlozka-d5017287.htm</a>   |
| Chytrá kamera               | Google Nest Cam IQ Outdoor     | Google  | CZC.cz s.r.o   | Wi-Fi            | 1          | 6 990,00 Kč       | 6 990,00 Kč         | <a href="https://www.czc.cz/google-nest-cam-iq-outdoor/215287/produkt?gclid=CjwKCAjwo87YBRBgEiwAl1LkqSl4LaaLQSHYm_4YFhxvnLMzvtAW1yx43UKlm3n4CaIH99es1AdJExoCwblQAvD_BwE">https://www.czc.cz/google-nest-cam-iq-outdoor/215287/produkt?gclid=CjwKCAjwo87YBRBgEiwAl1LkqSl4LaaLQSHYm_4YFhxvnLMzvtAW1yx43UKlm3n4CaIH99es1AdJExoCwblQAvD_BwE</a> |
| Chytré termostaty - set     | Netatmo Valves Starter Pack    | Netatmo | Alza.cz a.s.   | Wi-Fi            | 1          | 5 499,00 Kč       | 5 499,00 Kč         | <a href="https://www.alza.cz/netatmo-valves-starter-pack-d5123366.htm">https://www.alza.cz/netatmo-valves-starter-pack-d5123366.htm</a>   |
| Chytré termostaty - hlavice | Netatmo Radiator Valves        | Netatmo | Alza.cz a.s.   | Wi-Fi            | 3          | 2 199,00 Kč       | 6 597,00 Kč         | <a href="https://www.alza.cz/netatmo-radiator-valves-d4524167.htm">https://www.alza.cz/netatmo-radiator-valves-d4524167.htm</a>   |
| Chytré osvětlení            | TP-Link LB100                  | TP-Link | Alza.cz a.s.   | Wi-Fi            | 6          | 799,00 Kč         | 4 794,00 Kč         | <a href="https://www.alza.cz/tp-link-lb100-d4941443.htm">https://www.alza.cz/tp-link-lb100-d4941443.htm</a>   |
| Chytré otevírání oken       | Smarwi - chytré otevírání oken | Smarwi  | Vektiva s.r.o. | Wi-Fi            | 2          | 2 990,00 Kč       | 5 980,00 Kč         | <a href="https://vektiva.com/shop/smarwi">https://vektiva.com/shop/smarwi</a>   |
| <b>Celkem</b>               |                                |         |                |                  |            |                   | <b>42 458,00 Kč</b> |   |

### 3.2.4 Zhodnocení

Sestava byla navržena s ohledem na bezproblémovou instalaci, jednoduchou obsluhu a volbou komunikačního protokolu jsme se vyhnuli nutnosti osazení dalšího hubu typu Z-Wave nebo Zigbee. Toto limitovalo např. volbu osvětlení.

Při velké snaze minimalizovat náklady jsme se vešli s cenou do 50 tisíc Kč, což bylo prioritní s ohledem na uživatele. I přes snahu o finanční minimalizaci se realizace neobejde bez dalších nákladů a to určitě za montáž chytrého otevírání oken a zámku dveří.

Velkým omezením je skutečnost, že hlasový asistent rozumí komunikace genericky v anglickém jazyce. K dispozici je také ještě němčina, francouzština a japonština. Žádný z hlasových asistentů nepodporuje český jazyk, a tak můžeme jen doufat v budoucí vývoj.

V obecné rovině lze toto řešení brát jako výchozí i pro běžné uživatele, kterým přijde vhod vyšší komfort, pohodlnost obsluhy a též jistá energetická úspora.

## 3.3 Další oblasti pro nasazení chytré domácnosti

### 3.3.1 Úsporný provoz a šetření energiemi

Z dlouhodobého hlediska netušíte, jak se budou vyvíjet ceny energií a obáváte se, že dojde k tak výraznému zdražení, že by vás to mohlo uvést do finančních potíží. Nemusí vám nutně hrozit výše popsaná situace, abyste začali uvažovat o snížení nákladů pro provoz domácnosti. Jako výchozí lze použít návrh řešení podle 3.2. s doplněním prvku hub typu Z-Wave nebo Zigbee podle volby dalších komponent.

Základní podmínkou pro nasazení této varianty je již nutnost stavebně vyřešeného zateplení budovy, nainstalovaných solárních panelů a případně tepelného čerpadla. Tyto zmíněné podmínky vytváří prvotní velkou úsporu a na ní je pak možné navázat rozšířením o chytrou domácnost.

### 3.3.2 Komfortní řešení

V tomto řešení se preferuje vše, co zjednoduší a zautomatizuje chod domácnosti. Předpokládá se v časové ose následující scénář. Při příjezdu automobilem jsou podle detekce

automaticky otevřeny dveře garáže, ověřen majitel a následně zpřístupněn objekt. Kuchyně bude vybavena chytrými spotřebiči jako lednička, pračka a trouba. Pro relaxační chvíle je realizováno multimediální centrum včetně automatického stmívání a zatažení žaluzií. Na noční režim jsou zataženy rolety, zhasnuto osvětlení a zabezpečen objekt. Celek může být ovládán v objektu hlasovým asistentem, případně tabletem či mobilním telefonem. Celek by byl vybaven zabezpečením např. podle návrhu 3.1.

### **3.3.3 Domácnost s malými dětmi**

Inteligentní domácnost může být výraznou pomocí v rodině s malými dětmi. Cílem tohoto scénáře je usnadnit práci jejich rodičům a zajistit jim nad nimi dohled. Zde by padla volba na výběr komponent typu chytrá kuchyně, úspora energií, zabezpečení oken a dveří, zejména proti zapomenutému otevření, doplněná o prvky kontroly úniku CO a CO<sub>2</sub> a zcela jistě též doplněná o indikátor požáru. V případě rodinných domů se zahradou lze uvažovat o automatickém zavlažování rostlin. Rozsah nasazení by byl i v tomto případě limitován zejména finančními možnostmi rodiny.

## Závěr

Práce si kladla za cíl představit trendy dnešních technologií v oblasti IoT se speciálním zaměřením její podskupiny „Chytrá domácnost“.

V první části bakalářské práce jsem se snažil strukturovaně postupovat od identifikace a adresace prvků, přes jejich organizaci a zapojení, až po jejich sběr dat do Cloudu. Dále jsou zde pak zmíněny nejčastěji využívané protokoly. Jejich výčet vzhledem k dynamice vývoje nemůže být konečný.

Druhá část si kladla za cíl představit nejběžnější a nejčastěji používané prvky v sestavách. Nejsou zde zmíněny též existující kuriózní prvky jako např. chytrý talíř, chytrý květináč aj.. Jednotlivé prvky jsou zde uvedeny v tematických skupinách jako zabezpečení, kuchyňské spotřebiče, komponenty osvětlení a regulace teploty. Zvláštní pozornost zasluhují reproduktory s funkcí asistenta, jejich technologický vývoj a trendy.

Poslední část předkládané práce má ambici návrhu jednoduché studie, kde první dvě jsou rozpracovány až na úroveň položek pro zadané typové řešení. Pro obě úlohy bylo zvoleno jako kritérium cena do 50 tisíc Kč a toto kritérium bylo i přes určité kompromisy dodrženo. Následující část ukazuje možnosti dalších nasazení a to například v luxusním rozsahu bez ohledu na cenu, či domácnost optimalizovaná na rodiny s malými dětmi. Zmiňuje také variantu zaměřenou na úspory energie, která navazuje na nezbytné stavební úpravy typu zateplení, montáže slunečních panelů nebo tepelných čerpadel.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] LACKO, Ľuboslav. *Internet věcí – klasický fenomén s novými možnostmi* [online]. 2015 [Cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/hardware/78-hardware/6748-internet-veci-klasicky-fenomen-s-novymi-moznostmi.html>
- [2] LANOTTE, Ruggero a Massimo MERRO. A semantic theory of the Internet of Things. *Information and Computation* [online]. 2018 [Cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0890540118300014>
- [3] GARTNER. *Gartner Says 8.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016* [online]. 2017 [Cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>
- [4] EVANS, Dave. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything [online]. 2011 [Cit. 2018-02-19]. Dostupné z: [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- [5] SALMAN, Tara. *Internet of Things Protocols and Standards* [online]. 2015 [Cit. 2018-02-27]. Dostupné z: [https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse570-15/ftp/iot\\_prot/](https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse570-15/ftp/iot_prot/)
- [6] ROUSE, Margaret. What is IoT devices (internet of things devices)? - Definition from WhatIs.com. *IoT Agenda* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-device>
- [7] IPv4 – Wikipedie. *Wikipedie* [online]. [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/IPv4>
- [8] BOTTA, Alessio, Walter DE DONATO, Valerio PERSICO a Antonio PESCAPÉ. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems* [online]. 2016 [Cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X15003015>
- [9] What is an IP Address (and Why You Should Protect it with a VPN)? IPv4 vs. IPv6 [FlashRouters FAQ] - FlashRouters Networking & VPN Blog. *Flashrouters* [online]. [Cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.flashrouters.com/blog/2011/10/27/what-is-an-ip-address-and-why-you-should-protect-it-with-a-vpn/>
- [10] Device ID/PAC couple | Sigfox Resources. *Sigfox* [online]. [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <https://resources.sigfox.com/document/device-idpac-couple>
- [11] Create Device on Sigfox Backend : Digital Matter Support. *Digital Matter* [online]. 2017 [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <https://support.digitalmatter.com/support/solutions/articles/16000061091-create-device-on-sigfox-backend>
- [12] Address Space | The Things Network. *The Things Network* [online]. [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/address-space.html>
- [13] BEDIAN, Knar. *The Internet of Things: Understanding Networks* [online]. 2016 [Cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://blog.intrepid.io/the-internet-of-things-understanding-networks-blog-post>
- [14] Point-to-Point | Bluetooth Technology Website. *Bluetooth* [online]. [Cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.bluetooth.com/bluetooth-technology/topology-options/point-to-point>
- [15] MIDTTUN, Eirik. *Mesh networks in the smart home* [online]. 2017 [Cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://blog.nordicsemi.com/getconnected/mesh-networks-in-the-smart-home>
- [16] SIMPLECELL. *FAQ – simplecell.eu* [online]. [Cit. 2018-02-22]. Dostupné

- z: <https://simplecell.eu/faq/>
- [17] RAYCOM. *INTERNET VĚCÍ - BEZDRÁTOVĚ A S VELKÝM DOSAHEM* [online]. [Cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.raycom.cz/data/article/filemanager/LoRa.pdf>
- [18] MÁCHA, Miroslav. LoRa Technology | Objective Source E-Learning. *Osel* [online]. 2016 [Cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/8732-lora-technology.html>
- [19] NB-IoT - Vodafone.cz. *Vodafone* [online]. [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: [https://www.vodafone.cz/internet-veci/?tc=p\\_adwords\\_non-brand-NB-IoT\\_NB-IoT\\_Vodafone\\_NB-IoT\\_search\\_consumer\\_awareness\\_nb\\_iot\\_e\\_250909223182\\_](https://www.vodafone.cz/internet-veci/?tc=p_adwords_non-brand-NB-IoT_NB-IoT_Vodafone_NB-IoT_search_consumer_awareness_nb_iot_e_250909223182_)
- [20] FORSEY, William. *Wi-Fi, Zigbee, and Z-Wave: What's the difference?* | *Mysa Smart Thermostats | Blogs* [online]. 2017 [Cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://getmysa.com/blogs/2017/12/08/zigbee-and-z-wave/>
- [21] TOWNSEND, Kevin, Carles CUFÍ, Akiba DAVIDSON a Robert DAVIDSON. *Getting Started with Bluetooth Low Energy: Tools and Techniques for Low Energy - Kevin Townsend, Carles Cufí, Akiba, Robert Davidson - Knihy Google* [online]. 2014 [Cit. 2018-02-23]. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=24N7AwAAQBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Bluetooth+Specification+Version+4.0,+Bluetooth+SIG;+2010&source=bl&ots=kZzXLE4aBK&sig=6\\_NnNI8x7mbPhy9dn4D6EVHbku0&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwibvPron7zZAhUEIIAKHanXD9kQ6AEIdzAJ#v=onepage&q=Bluetoot](https://books.google.cz/books?id=24N7AwAAQBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Bluetooth+Specification+Version+4.0,+Bluetooth+SIG;+2010&source=bl&ots=kZzXLE4aBK&sig=6_NnNI8x7mbPhy9dn4D6EVHbku0&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwibvPron7zZAhUEIIAKHanXD9kQ6AEIdzAJ#v=onepage&q=Bluetoot)
- [22] MUNDY, Jon. *What is ZigBee? ZigBee Alliance and ZigBee 3.0 Explained | Trusted Reviews* [online]. 2015 [Cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <http://www.trustedreviews.com/news/what-is-zigbee-2920890>
- [23] BLANK, Eric. *Z Wave Vs ZigBee: Which Is Better For Your Smart Home?* [online]. 2017 [Cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://thesmartcave.com/z-wave-vs-zigbee-home-automation/>
- [24] REESE, Lynnette. *Choosing the best IoT protocol* [online]. 2016 [Cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <http://www.embedded-computing.com/embedded-computing-design/choosing-the-best-iot-protocol>
- [25] IQRF About - IQRF. *IQRF Tech* [online]. [Cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <https://www.iqrf.org/iqrfabout>
- [26] ROUSE, Margaret. What is IoT gateway? - Definition from WhatIs.com. *TechTarget* [online]. 2017 [Cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://whatis.techtarget.com/definition/IoT-gateway>
- [27] MELL, Peter a Tim GRANCE. The NIST Definition of Cloud Computing. *NIST* [online]. 2009 [Cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/itl/cloud/cloud-def-v15.pdf>
- [28] MCCLELLAND, Calum. *What is the Cloud? How Does it Fit into the Internet of Things?* | *IoT For All* [online]. 2016 [Cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <https://www.iotforall.com/what-is-the-cloud/>
- [29] CHAN, Mike. How edge computing and the cloud will power the future of IoT - Thorn Technologies. *Thorn Technologies* [online]. 2017 [Cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.thorntech.com/2017/11/edge-computing-and-the-cloud-future-of-iot/>
- [30] I-SCOOP. *Smart homes: the smart home in the age of the Internet of Things* [online]. [Cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/smart-home-home-automation/>
- [31] INVESTOPEDIA. Smart Home. *Investopedia* [online]. [Cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>
- [32] CHONG, Gao, Ling ZHIHAO a Yuan YIFENG. The research and implement of smart home system based on Internet of Things. *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)* [online]. 2011 [Cit. 2018-02-25].



- Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6066672/>
- [33] SANGESARI, Ramin. Control a Bluetooth LE Light Bulb With Raspberry Pi - Hackster.io. *Hackster* [online]. 2015 [Cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <https://www.hackster.io/idreams/control-a-bluetooth-le-light-bulb-with-raspberry-pi-6d04cc>
- [34] HUBÁČEK, Martin. BigClown – IoT stavebnice nejen pro domácí automatizaci : infocube s.r.o. *Infocube* [online]. 2017 [Cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <http://infocube.cz/cs/bigclown-iot-stavebnice-nejen-pro-domaci-automatizaci/>
- [35] BigClown · GitHub. *GitHub* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://github.com/bigclownlabs>
- [36] Kits | BigClown. *BigClown* [online]. [Cit. 2018-06-01]. Dostupné z: <https://www.bigclown.com/kits/>
- [37] ELLER, Jordan. IoT System | Sensors and Actuators Overview - Bridgera. *Bridgera* [online]. 2017 [Cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <https://bridgera.com/iot-system-sensors-actuators/>
- [38] MCEWEN, Adrian a Hakim CASSIMALLY. *Designing the Internet of Things* [online]. 2014 [Cit. 2018-03-04]. Dostupné z: [http://madsg.com/wp-content/uploads/2015/12/Designing\\_the\\_Internet\\_of\\_Things.pdf](http://madsg.com/wp-content/uploads/2015/12/Designing_the_Internet_of_Things.pdf)
- [39] Vivint Smart Home Security Systems | 855-832-1550. *Vivint* [online]. 2018 [Cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.vivint.com/>
- [40] LIU, Gia. Here's How to Set Up Amazon Alexa Routines on your Echo Device | Digital Trends. *Digital Trends* [online]. 2018 [Cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <https://www.digitaltrends.com/home/what-is-amazon-alexa-routines/>
- [41] Z-Wave | Setting scenes: the magic of smart homes. *Z-Wave* [online]. 2016 [Cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <http://www.z-wave.com/blog/setting-scenes-the-magic-of-smart-homes>
- [42] See all services - IFTTT. *IFTTT* [online]. [Cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://ifttt.com/search/services>
- [43] DAWSON, Jan. The Voice Speaker Tipping Point – Tech.pinions. *Tech.pinions* [online]. 2017 [Cit. 2018-03-23]. Dostupné z: <https://techpinions.com/the-voice-speaker-tipping-point/50479>
- [44] Cloud Growth Rate Increases; Amazon, Microsoft & Google all Gain Market Share. *GlobeNewsWire* [online]. 2018 [Cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://globenewswire.com/news-release/2018/02/02/1332405/0/en/Cloud-Growth-Rate-Increases-Amazon-Microsoft-Google-all-Gain-Market-Share.html>
- [45] CES - The Global Stage for Innovation - CES 2018. *CES* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://www.ces.tech/>
- [46] DUNN, Matthew. Google Home, Apple HomePod, Amazon Echo: How to set up a smart home. *news.com.au* [online]. 2018 [Cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://www.news.com.au/technology/innovation/inventions/why-everyone-should-own-a-google-home-amazon-echo-or-apple-homepod/news-story/aa1094df2b7abbb77eb333c6c959d38d>
- [47] MORRIS, Christopher. Apple HomePod vs. Amazon Echo vs. Google Home: Smart Speaker War. *ValueWalk* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.valuwalk.com/2018/02/apple-homepod-vs-amazon-echo-vs-google-home/>
- [48] NEWMAN, Peter. Here's why Samsung could dominate the smart home - Business Insider. *Business Insider* [online]. 2018 [Cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://uk.businessinsider.com/why-samsung-could-dominate-the-smart-home-2018-1>
- [49] CARLSEN, John. Best Smart Light Switches of 2018 - Lighting Control System

- Reviews. *Top Ten Reviews* [online]. 2017 [Cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.toptenreviews.com/home/smart-home/best-smart-lighting-controls/>
- [50] LED Bulbs Enclosed versus Non-Enclosed Fixtures. *Larson Electronics* [online]. 2016 [Cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://www.larsonelectronics.com/a-360-led-bulbs-enclosed-versus-non-enclosed-fixtures.aspx>
- [51] IMEL, David. Smart Bulbs vs Smart Switches: What's the difference? Smart bulbs and smart switches have very similar functionality, so which one do you need in your home? Stick around as we explore the differences. | DGIT. *DGiT* [online]. 2017 [Cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://dgit.com/smart-bulbs-vs-smart-switches-46735/>
- [52] O'BOYLE, Britta. Best smart lighting: Philips Hue, IKEA, Osram and more - Pocket-lint. *Pocket-lint* [online]. 2017 [Cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.pocket-lint.com/smart-home/buyers-guides/130002-best-smart-lights-wifi-controlled-lightbulbs-and-smart-lighting-for-your-home>
- [53] Smart Voice Controlled Lights | Philips Hue. *Philips* [online]. [Cit. 2018-06-01]. Dostupné z: <https://www2.meethue.com/en-us/smart-voice-controlled-lights>
- [54] What is the Hue Bridge, and is it Needed? - Hue Home Lighting. *Hue Home* [online]. 2017 [Cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://huehomelighting.com/what-is-the-hue-bridge-is-it-needed/>
- [55] DELANEY, John. Ecobee Switch+ Review & Rating | PCMag.com. *PCMag* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.pcmag.com/review/359915/ecobee-switch>
- [56] TUOHY, Jennifer Pattison. The Best Smart Thermostat: Reviews by Wirecutter | A New York Times Company. *The Wirecutter* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://thewirecutter.com/reviews/the-best-thermostat/>
- [57] ROGERS, Matt. The Nest Learning Thermostat saves energy. Here's the proof. | Nest. *Nest* [online]. 2015 [Cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <https://nest.com/blog/2015/02/02/the-nest-learning-thermostat-saves-energy-heres-the-proof/>
- [58] EGAN, Matt. Best Smart Thermostat 2018: Smart Heating Systems - Tech Advisor. *Tech Advisor* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.techadvisor.co.uk/test-centre/digital-home/best-smart-thermostat-2018-3583499/>
- [59] DELANEY, John a Alex COLON. The Best Smart Home Security Systems of 2018 | PCMag.com. *PCMag* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2498510,00.asp>
- [60] RAUB, Erin. Best Home Alarm & Security Systems | ConsumerAffairs. *ConsumerAffairs* [online]. 2018 [Cit. 2018-04-21]. Dostupné z: [https://www.consumeraffairs.com/homeowners/aaa\\_alarm\\_systems.html#](https://www.consumeraffairs.com/homeowners/aaa_alarm_systems.html#)
- [61] WILLIAMS, Kate. How to Find a Wireless Security System | ConsumerAffairs. *Consumer Affairs* [online]. 2017 [Cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.consumeraffairs.com/homeowners/best-wireless-security-systems.html#>
- [62] WROCLAWSKI, Daniel. DIY Home Security System Cost - Consumer Reports. *Consumer Reports* [online]. 2017 [Cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.consumerreports.org/home-security/diy-home-security-system-cost/>
- [63] Chytrý bezdrátový detektor kouře a oxidu uhelnatého (CO) Google Nest Protect | Conrad.cz. *Conrad* [online]. [Cit. 2018-06-01]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/chytry-bezdratovy-detektor-koure-a-oxidu-uhelnateho-google-nest-protect.k1529552>
- [64] DOLEJŠ, Jan. Nest Protect: Detektor kouře, který zapadá do chytré domácnosti (recenze). *Svět Androida* [online]. 2017 [Cit. 2018-06-01]. Dostupné

- z: <https://www.svetandroida.cz/nest-protect-detektor-recenze/>
- [65] Roost Wi-Fi battery for smoke and CO alarms. *Roost* [online]. [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: <https://getroost.com/product-battery>
- [66] Roost Smart Smoke Alarm products. *Roost* [online]. [Cit. 2018-06-01]. Dostupné z: <https://getroost.com/product-smokealarm>
- [67] Onelink Safe & Sound - Smart Hardwired Smoke + Carbon Monoxide Alarm and Premium Home Speaker with Amazon Alexa - - Amazon.com. *Amazon* [online]. [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: [https://www.amazon.com/Onelink-Safe-Sound-Hardwired-Monoxide/dp/B077Y6CL7M?tag=bom\\_tomsguide-20](https://www.amazon.com/Onelink-Safe-Sound-Hardwired-Monoxide/dp/B077Y6CL7M?tag=bom_tomsguide-20)
- [68] PROSPERO, Mike. Best Smart Smoke Detector 2018 - Smoke Alarms Connected to Wi-Fi. *Tom's Guide* [online]. 2018 [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: <https://www.tomsguide.com/us/best-smart-smoke-detectors,review-4472.html>
- [69] Zámek ENTR, elektronický zámek bez kabelů, prodej JAKOV A-Z s.r.o. *Jakov* [online]. [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: <http://www.jakov.cz/chytry-zamek-entr>
- [70] FIŠER, Jakub. FAB ENTR: chytrý zámek z Česka, který ovládnete i s telefonem - Mobilizujeme.cz. *Mobilizujeme* [online]. 2017 [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: <https://mobilizujeme.cz/clanky/fab-entr-chytry-zamek-z-ceska-ktery-ovladnete-i-s-telefonem>
- [71] motoricky\_zamek\_entr|vlozka | FAB. *FAB* [online]. [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: [http://www.fab.cz/produkty/chytre\\_otevirani/produktova\\_rada=motoricky\\_zamek\\_entr/produktova\\_rada=motoricky\\_zamek\\_entr%7Cvlozka](http://www.fab.cz/produkty/chytre_otevirani/produktova_rada=motoricky_zamek_entr/produktova_rada=motoricky_zamek_entr%7Cvlozka)
- [72] motoricky\_zamek\_entr|prislušenství | FAB. *FAB* [online]. [Cit. 2018-06-02]. Dostupné z: [http://www.fab.cz/produkty/chytre\\_otevirani/produktova\\_rada=motoricky\\_zamek\\_entr/produktova\\_rada=motoricky\\_zamek\\_entr%7Cprislušenství](http://www.fab.cz/produkty/chytre_otevirani/produktova_rada=motoricky_zamek_entr/produktova_rada=motoricky_zamek_entr%7Cprislušenství)
- [73] WOLPIN, Stewart a Elizabeth HARPER. 5 Best Smart Locks for Your Home - Techlicious. *Techlicious* [online]. 2017 [Cit. 2018-06-01]. Dostupné z: <https://www.techlicious.com/guide/5-futuristic-smart-locks-for-your-home/>
- [74] Chytré spotřebiče - pračka sama vypere, trouba sama upeče | Chytrá instalace.cz. *Chytrá instalace* [online]. [Cit. 2018-06-03]. Dostupné z: <http://www.chytrainstalace.cz/blog/inteligentni-dum-spotrebiče/>