

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství



Bakalářská práce

Návrh Chytré domácnosti

Lucie Bobková

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Bobková

Systémové inženýrství a informatika
Informatika

Název práce

Návrh chytré domácnosti

Název anglicky

Smart home design

Cíle práce

Tato bakalářská práce bude pojednávat o problematice internetu věcí, která je již součástí našeho každodenního života a obklopuje nás ze všech stran. Cílem teoretické části této práce je představení pojmu internet věcí, šíři jeho využití a následné zaměření se na sféru využití pro běžné uživatele. Cílem praktické části této práce je sestavení modelu chytré domácnosti na základě získaných teoretických poznatků z nastudované odborné literatury. Bude se soustředit především na prvky chytrého osvětlení, vytápění, vzdáleného ovládání a zabezpečení. Chytrá domácnost bude sestavovaná na základě daných preferencí zákazníka, s důrazem na ekonomický aspekt.

Metodika

Metodika této bakalářské práce je založena na základě studia a analýzy odborných informačních zdrojů. Syntézou těchto nastudovaných znalostí bude sestaven teoretický podklad pro vypracování části praktické. Předem analyzované a vybrané prvky budou zařazeny do modelu chytré domácnosti podle preferencí zákazníka, kde bude upřednostňován ekonomický aspekt návrhu.

Doporučený rozsah práce

30-50 stran

Klíčová slova

chytrá domácnost, internet věcí, IoT, automatizační technologie, využití internetu, vzdálený přístup, úspora energie

Doporučené zdroje informací

BUCHANAN, Marlon. The Smart Home Manual: How to Automate Your Home to Keep Your Family Entertained, Comfortable, and Safe. HomeTechHacker, 2020. ISBN: 978-1735543000

CHOU, Timothy. Precision: Principles, Practices and Solutions for the Internet of Things. Lulu.com, 2020. ISBN: 978-1329843561

VANDOME, Nick. Smart Homes in easy steps: Master smart technology for your home. In Easy Steps Limited, 2018. ISBN: 978-1840788259

WILKINS, Neil. Artificial Intelligence: The Ultimate Guide to AI, The Internet of Things, Machine Learning, Deep Learning + a Comprehensive Guide to Robotics. Bravex Publications, 2019. ISBN: 978-1647482671

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Dana Vyníkarová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Návrh chytré domácnosti" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.03.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Daně Vynikarové, Ph.D. z Katedry informačního inženýrství za vedení, odborné rady, veškerý věnovaný čas a trpělivost po celý proces tvorby práce.

Návrh Chytré domácnosti

Abstrakt

Problematika, jenž je představena v této bakalářské práci, se zabývá pojmem internet věcí a následné implementace této technologie v domácnostech. V teoretické části je vysvětlen termín internet věcí, zároveň je popsán jeho vznik, historie a je přiblížen možný budoucí vývoj této technologie. Následně jsou uvedeny nejčastější případy využití internetu věcí a nastíněn potenciál vlastností této technologie, který lze uplatnit v každém odvětví. Na základě analýzy odborných zdrojů jsou popsány prvky chytré domácnosti. Pomocí syntézy těchto poznatků jsou představeny možnosti ovládání chytré domácnosti, technologie přenosu dat a komunikace mezi chytrými zařízeními i samotné uspořádání chytrých objektů v celistvý systém. V práci jsou rozebrané centralizované, decentralizované a distribuované systémy, jejich hlavní charakteristiky a jejich výhody a nevýhody. Dále jsou popsány drátové a bezdrátové technologie přenosu s příklady nejpoužívanějších protokolů. V neposlední řadě jsou představeny komponenty chytré domácnosti, jejich funkce, možné využití a přínos pro chytrou domácnost. V praktické části této bakalářské práce je řešena problematika návrhu chytré domácnosti na základě poznatků z teoretických východisek v části první. Chytrá domácnost je sestavena podle daných preferencí zákazníka. Z každé preferované kategorie jsou vybrána tři zařízení, které jsou mezi sebou porovnávána pomocí bodovací metody. Zařízení s nejlepším bodovým ohodnocením jsou použité do samotného návrhu chytré domácnosti. Při tomto návrhu je kladen důraz na úsporu výdajů za energetické zdroje do budoucna, tak i na úsporu financí při realizaci této chytré domácnosti.

Klíčová slova: chytrá domácnost, internet věcí, IoT, automatizační technologie, využití internetu, vzdálený přístup, úspora energie

Smart home design

Abstract

The issue, which is presented in this bachelor's thesis, deals with the concept of the Internet of Things and implements this technology in households. The theoretical part explains the term Internet of Things, also describes its origin, history and describes the future development of this technology. Subsequently, the most common cases of use of the Internet of Things are presented and the potential of the properties of this technology, which can be applied in every industry, is outlined. Based on the analysis of professional sources, the elements of a smart home are described. Using the synthesis of this knowledge, the possibilities of smart home control, data transfer technology and communication between smart devices as well as the very arrangement of smart objects into a complete system are introduced. The work deals with centralized, decentralized and distributed systems, their main characteristics and advantages and disadvantages. Wired and wireless transmission technologies are also described with examples of the most commonly used protocols. Last but not least, the components of a smart home, their functions, possible uses and benefits for the smart home are introduced. The practical part of this bachelor's thesis deals with the design of smart homes based on knowledge from a theoretical basis in the first part. The smart home is built according to the customer's preferences. From each preferred category, three devices are selected, which are compared with each other using scoring methods. The devices that come out of this method as the best are used into smart home design. In this design, emphasis is placed on saving expenditure on energy resources in the future, and thus on saving money in the implementation of this smart home.

Keywords: smart home, internet of things, IoT, automation technology, internet use, remote access, energy saving

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 11 |
| 2 Cíl práce a metodika | 13 |
| 2.1 Cíle práce | 13 |
| 2.2 Metodika | 13 |
| 3 Teoretická východiska | 14 |
| 3.1 Internet věcí..... | 14 |
| 3.1.1 Historie IoT..... | 14 |
| 3.1.2 Budoucí vývoj IoT | 16 |
| 3.1.3 Architektura IoT | 19 |
| 3.1.4 Využití IoT..... | 20 |
| 3.2 Chytrá domácnost..... | 22 |
| 3.2.1 Kategorie ovládacích systémů IoT | 22 |
| 3.2.1.1 Centralizovaný systém..... | 23 |
| 3.2.1.2 Decentralizovaný systém..... | 25 |
| 3.2.1.3 Distribuovaný systém | 26 |
| 3.2.2 Technologie přenosu dat v IoT | 27 |
| 3.2.2.1 Kabelové provedení..... | 28 |
| 3.2.2.2 Bezdrátové provedení | 29 |
| 3.2.3 Komponenty chytré domácnosti | 36 |
| 4 Vlastní práce | 38 |
| 4.1 Profil zákazníka..... | 38 |
| 4.1.1 Požadavky zákazníka | 38 |
| 4.1.2 Charakteristika domu | 39 |
| 4.2 Výběr komponentů..... | 40 |
| 4.2.1 Centrální jednotka..... | 40 |
| 4.2.2 Termostat | 42 |
| 4.2.3 Osvětlení | 43 |
| 4.2.4 Kamery..... | 45 |
| 4.2.5 Zámky | 46 |
| 4.2.6 Detektory | 47 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2.7 | Chytré zásuvky | 48 |
| 4.3 | Návrh chytré domácnosti | 49 |
| 4.3.1 | Komponenty chytré domácnosti | 50 |
| 4.3.2 | Umístění komponentů chytré domácnosti | 50 |
| 4.3.3 | Ovládání chytré domácnosti | 51 |
| 4.4 | Finanční zhodnocení | 52 |
| 5 | Závěr..... | 54 |
| 6 | Seznam použitých zdrojů | 56 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Graf počtu připojených zařízení..... | 17 |
| Obrázek 2 - IoT architektura..... | 20 |
| Obrázek 3 - Využití více systémů..... | 23 |
| Obrázek 4 - Centralizovaný systém | 24 |
| Obrázek 5 - Decentralizovaný systém | 26 |
| Obrázek 6 - Distribuovaný systém..... | 27 |
| Obrázek 7 - Schéma Z-Wave domácnosti | 31 |
| Obrázek 8 - Schéma ZigBee domácnosti..... | 32 |
| Obrázek 9 - Dosah frekvenčních pásem | 33 |
| Obrázek 10 - Typologie wi-fi standardů..... | 34 |
| Obrázek 11 - Domácnost pro návrh chytrého systému..... | 39 |
| Obrázek 12 - Rozmístění chytrých komponentů | 51 |
| Obrázek 13 - Aplikace Homey | 52 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 - Porovnání Bluetooth verzí..... | 35 |
| Tabulka 2 - Vlastnosti vybraných chytrých centrálních jednotek | 41 |
| Tabulka 3 - Ohodnocení a výsledek výběru chytré centrální jednotky | 41 |
| Tabulka 4 - Vlastnosti vybraných chytrých termostatů | 42 |
| Tabulka 5 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrého termostatu | 43 |
| Tabulka 6 - Vlastnosti vybraných chytrých žárovek | 44 |
| Tabulka 7 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých žárovek..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 8 - Vlastnosti vybraných chytrých kamer | 45 |
| Tabulka 9 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých kamer | 45 |
| Tabulka 10 - Vlastnosti vybraných chytrých zámků | 46 |
| Tabulka 11 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých zámků..... | 47 |
| Tabulka 12 - Vlastnosti vybraných chytrých detektorů..... | 47 |
| Tabulka 13 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých detektorů | 48 |
| Tabulka 14 - Vlastnosti vybraných chytrých zásuvek | 49 |
| Tabulka 15 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých zásuvek | 49 |
| Tabulka 16 - Výsledné komponenty pro chytrou domácnost..... | 50 |
| Tabulka 17 - Celkové finanční ohodnocení vybraných zařízení | 53 |

Seznam použitých zkratk

IoT – internet věcí (Internet of Things)

LED – elektroluminiscenční dioda (Light-Emitting Diode)

IEEE – Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

1 Úvod

Technologický pokrok se nedá zastavit, lze ho pouze zpomalit. Lidé vždy budou chtít zlepšovat, inovovat, vyvíjet a rozvíjet technologie či spojovat již existující, aby vytvořili vždy něco lepšího a efektivnějšího. Je to v lidské povaze, stejně tak jako si věci ulehčovat a nacházet stále nové způsoby, které nám ušetří čas a vynaloženou energii. Internet věcí je produktem takového snažení.

Pojem internet věcí v sobě skrývá neomezené možnosti, jak lze všední a dosud zaběhlé postupy urychlit, zjednodušit, zpřesnit či snížit vynaložené náklady, aniž by se člověk musel nějak moc angažovat. Lze říct, že jde o automatizaci s bonusem ve formě dat, která se sdílejí a využívají mezi přístroji a člověk v nich nachází cenné informace, které lze využít při analýzách a dalším zdokonalování.

Ale co to znamená pro nás, pro běžného spotřebitele? Tyto výhody a možnosti lze využít přímo v prostředí, které je nám nejbližší, náš domov. S touto technologií lze ušetřit jak čas, tak i výdaje za energii. Také nám dokáže zpříjemnit a odlehčit každodenní rutinu či domácí práce. Chytrá domácnost nám pomáhá náš domov lépe chránit, mít přehled o tom, co se děje u nás doma, když nejsme přítomni, spravovat a kontrolovat stav většiny zařízení na dálku a mnoho dalších vylepšení.

Tyto výhody a možnosti využití internetu věcí v domácnosti jsou hlavním důvodem volby tématu návrhu chytré domácnosti. Je to téma velmi prospektivní a využitelné pro mé budoucí osobní účely. Zároveň bych touto bakalářskou prací chtěla poukázat na finanční dostupnost a snadnou instalaci sítě chytrých zařízení. Spousta lidí si stále myslí, že je to otázka sta tisíců korun a že se nevyplatí do této technologie investovat. Také existují lidé, kteří vůbec nevědí o této technologii, ani o benefitech a komfortu, který jim může chytrá domácnost poskytnout. Myslím si, že výhody této technologie v domácnosti dokáže ocenit a využít každý z nás.

Náplní této práce je představení možností, náležitostí i finanční náročnosti chytré domácnosti. V první kapitole této práce je popsána historie internetu věcí, využití, budoucí vývoj a jeho architektura pro bližší seznámení s konceptem jako takovým. Kapitola druhá rozebírá možnosti realizace chytré domácnosti. Popisují se zde přenosové technologie, jako například Z-Wave, ZigBee či WiFiHaLow, dále kategorie systémů do kterých lze chytrá zařízení uspořádat a v neposlední řadě jsou vyjmenovány a popsány základní komponenty chytré domácnosti. Poslední kapitola je věnována samotné realizaci chytré domácnosti.

Chytré komponenty jsou vybrány podle preferencí zákazníka a následně zhodnoceny pomocí bodovací metody. Nejvíce vyhovující zařízení je pak následně použito pro návrh chytré domácnosti. Vybrané kategorie chytrých zařízení jsou zaměřené především na úsporu a bezpečnost. Výběr komponentů zahrnuje chytrou centrální jednotku, chytrý termostat, chytré osvětlení, chytré kamery, chytré zámky a chytré detektory.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíle práce

Tato bakalářská práce pojednává o problematice internetu věcí, která je již součástí našeho každodenního života a obklopuje nás ze všech stran. Cílem teoretické části práce je představení pojmu internet věcí, šíři jeho využití a následné zaměření se na sféru využití pro běžné uživatele. Cílem praktické části práce je sestavení modelu chytré domácnosti na základě získaných teoretických poznatků z nastudované odborné literatury. Tato práce se soustředí především na prvky chytrého osvětlení, vytápění, vzdáleného ovládání a zabezpečení. Chytrá domácnost je sestavovaná na základě daných preferencí zákazníka, s důrazem na ekonomický aspekt.

2.2 Metodika

Metodika této bakalářské práce je založena na základě studia a analýzy odborných informačních zdrojů. Syntézou těchto nastudovaných znalostí je sestaven teoretický podklad pro vypracování části praktické. Předem vybrané a analyzované prvky jsou zařazeny do modelu chytré domácnosti podle preferencí zákazníka, kde je upřednostňován ekonomický aspekt návrhu.

3 Teoretická východiska

3.1 Internet věcí

Internet věcí nebo také Internet of Things (IoT) představuje komplexní síť různorodých objektů, které jsou vzájemně propojené pomocí internetu. Všechny tyto objekty sbírají data a pak je sdílejí v rámci celé sítě. Stejně tak jsou tato sdílená data využívána dalšími objekty. Těmito daty se rozumí velmi široké spektrum informací z reálného světa, o prostředí, o pohybu, ale také o stavu a způsobu jakým je ono určité zařízení používáno. Jako objekty lze považovat jak zařízení, tak i lidi. Tyto vzájemně propojené a spolu komunikující objekty mají vždy nějaký cíl. Tento cíl určuje člověk a může se jednat například o zefektivnění výroby, úsporu nákladů a energie, zjištění trendu či vzoru, o rychlejší odezvu logistického centra, zmapování trasy objektu nebo jen o větší pohodlí lidí.

Pojem internet věcí v sobě spojuje velké množství technologií a společně tak utváří ucelený koncept, který pro svou komplexitu a širokou škálu využitelnosti nabízí ohromný technologický potenciál a doposud neobjevené možnosti. Lze konstatovat, že internet věcí je technologie, která postupně tvaruje naši budoucnost.

3.1.1 Historie IoT

Samotná myšlenka, kdy stroje spolu komunikují a spolupracují při minimálním zásahu člověka, aby za nás vykonávaly různé úkony a tím nám ušetřily čas a energii, existovala ještě předtím, než byl zavedený odborný název a než se vůbec začal tento koncept považovat za ucelenou technologii, která má obrovský potenciál pro budoucí rozvoj technologického odvětví. Již na počátku 19. století byl sestrojen elektromagnetický telegraf, taktéž byl nazýván jako bezdrátový telegraf. V polovině 20. století začal vývoj samotných počítačů, o pár let později vzniká ARPANET, který se v 80. letech otevírá pro veřejnost a dává tak možnost k vývoji internetu, jak ho známe dnes. V druhé polovině 20. století vzniká doménový systém, koncept M2M komunikace, Global Positioning Satellites (GPS), protokol TCP/IP a samotný World Wide Web, přičemž všechny tyto technologie nás posouvají k momentu, kdy se samotná myšlenka komunikujících a autonomních strojů začíná stávat realizovatelným konceptem. Této myšlence se říkalo například vestavěný

internet nebo všudypřítomný computing. (simoniot.com, 2020; postscapes.com, nedatováno; Foote, 2016)

Mezi první IoT zařízení lze zařadit automat na nápoje Coca-cola, který byl vytvořen studenty na univerzitě Carnegieho-Mellonových v roce 1982. Tito studenti propojili tento automat s internetem a naprogramovali ho tak, aby jim hlásil, zda je nápoj k dispozici a zda je nápoj vychlazený, aby si ušetřili cestu k automatu, kdyby tomu tak nebylo. Jako další zařízení lze uvést chytrý toaster, který byl vytvořen Johnem Romkey v roce 1990. Tento toaster bylo možno ovládat přes internet. V roce 2000 společnost LG začala vyrábět chytrou lednici, která kontrolovala počet potravin. Jednalo se o první chytré zařízení pro domácnost, které se mělo sériově vyrábět, ale kvůli vysoké pořizovací ceně se tento produkt neprodával dobře a jeho výroba byla zastavena. (Lueth, 2014; simoniot.com, 2020; postscapes.com, nedatováno; Foote, 2016)

Název, který tento koncept nese dnes a jak ho všichni známe, byl vytvořen Kevinem Ashtonem v roce 1999. Ashton tímto termínem nazval svou prezentaci, při které prezentoval novou technologii RFID (Radio Frequency Identification) pro společnost Procter&Gamble. Při prezentaci také vyslovil svou myšlenku, že by data na internetu mohla být využívána ve firmách pro zlepšení efektivity práce a také by mohli ušetřit náklady a energii. Přičemž by tato data byla sdílena mezi stroji a zároveň by stroje data samotná poskytovaly ostatním zařízením. Ashtonovi se podařilo získat pozornost některých osob ve vedení společnosti, ale samotný termín se rozšířil až o pár let později. (Lueth, 2014; Foote, 2016)

V roce 2003 přední firmy začínají používat IoT označení místo dosud užívaného termínu M2M, zároveň se termín IoT začíná vyskytovat v uznávaných publikacích jako The Guardian, Scientific American nebo třeba Boston Globe. IoT se tedy dostává do povědomí široké veřejnosti i mnoha společnostem a jsou zakládány různé projekty, které si kladou za úkol s touto technologií pracovat a implementovat ji do zařízení z různých odvětví. (simoniot.com, 2020; postscapes.com, nedatováno)

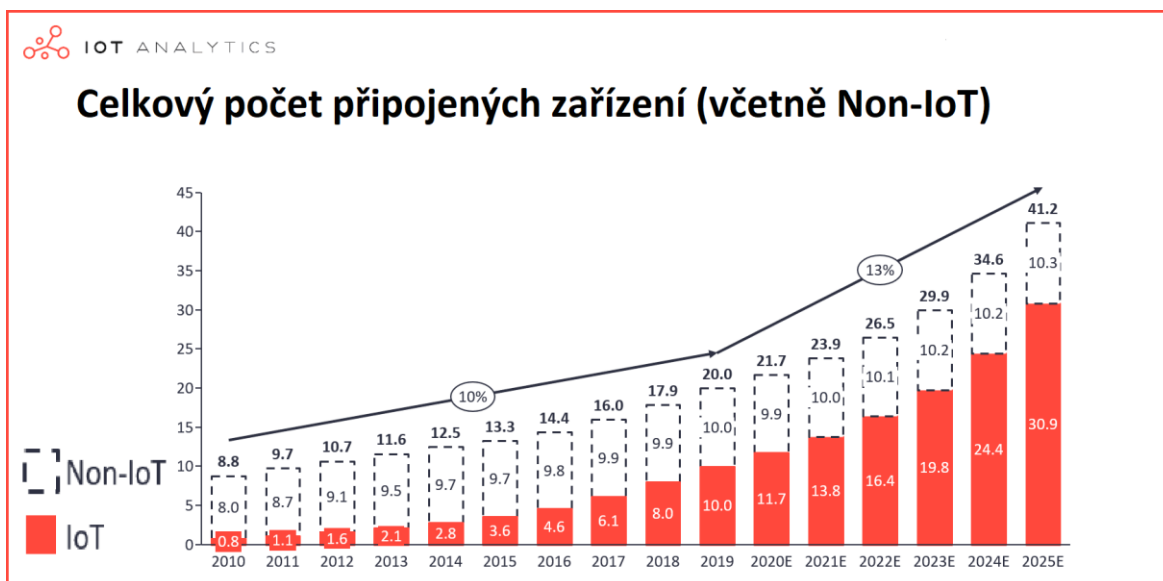
V roce 2008 je zformována nezisková organizace IPSO Alliance (The Internet Protocol for Smart Objects Alliance), která vznikla za účelem podpořit používání stejného internetového protokolu v sítích tvořených chytrými zařízeními a umožnit tak fungování internetu věcí. Do této aliance vstoupilo více než 50 firem. Mezi členy můžeme jmenovat například společnosti jako Cisco, Bosh, Ericsson, Intel, Google a Fujitsu. Tato organizace v dnešní době pracuje na zdokonalování, objevování a implementaci nových nápadů do

IoT sektoru. Období mezi roky 2008 a 2009 je považováno za zrod internetu věcí, kdy počet připojených zařízení k internetu přesáhl celkový počet obyvatel na planetě. A tento počet se dokonce v roce 2015 zdvojnásobil, kdy součet připojených zařízení byl 13,3 miliard. (simoniot.com, 2020; postscapes.com, nedatováno)

Rok 2011 znamenal pro internet věcí důležitý milník v jeho rozvoji. V tomto roce byl veřejně spuštěn protokol IPV6, který navyšoval adresový prostor na internetu, dovolující tak mnoha soukromým firmám i finančním agenturám začít využívat benefity internetu věcí a expandovat v této technologii. Tento protokol umožňuje 2^{128} adres na internetu. Dalším milníkem pro internet věcí je přelom roků 2013 a 2014, kdy IoT zařízení začínají využívat senzory. Díky sensorům lze měřit přesná data okolního prostředí, také dovolují chytrým termostatům a chytrému osvětlení reagovat a přizpůsobovat se momentální situaci okolí. V roce 2014 společnost Amazon představuje Alexu, hlasového asistenta pomocí kterého lze ovládat chytrou domácnost. Stále čím dál tím více firem začíná investovat do rozvoje IoT technologií a spolu s rozvojem internetu, přenosových technologií či hardwarových i softwarových možností internet věcí nalézá stále více uplatnění v různých odvětví lidského působení. V minulém roce, tj. rok 2020 bylo podle odhadů připojeno k internetu přes 20 miliard zařízení s tím, že se odhaduje 13% růst tohoto čísla každým rokem. (Pardes, 2020; simoniot.com, 2020; postscapes.com, nedatováno)

3.1.2 Budoucí vývoj IoT

V posledních letech zaznamenává IoT sektor rapidní růst jak ve vývoji, tak v užívání, ať už ve spotřebitelské, podnikové, zemědělské či zdravotní sféře. Je v povědomí široké veřejnosti a mnohé firmy investují do IoT vybavení, aby zefektivnili svou výrobu či služby. Rok 2020 a příchod covidové pandemie tento rozvoj více popohnal dopředu, jelikož zde byla nutnost zajistit online fungování většiny firem, služeb a zároveň zde byla nutnost rychleji rozšířit 5G sítě, aby byla zajištěna stabilní rychlost a dostupnost internetu v době, kdy vše začalo přecházet do online módu. IoT zařízení stále přibývají, stejně tak jako přibývají nové firmy zabývající se výrobou chytrých produktů, což zajišťuje konkurenci pro stávající výrobce. Ceny klesají a IoT se stává dostupnějším. Dále se rozšiřují způsoby využívání chytrých věcí. V roce 2020 poprvé přesáhl počet IoT zařízení počet non-IoT zařízení a podle odborníků tento trend bude už jenom stoupat, viz obrázek 1. (iot-analytics.com, 2020)



Obrázek 1 - Graf počtu připojených zařízení

IoT bude nadále expandovat do mnoha odvětví. Velký nárůst IoT zařízení zaznamená zdravotní péče. Pandemická krize zapříčinila nutnost omezení kontaktu mezi pacienty a lékaři a právě chytrá zařízení nám dovolují sledovat stav pacienta na dálku. Tyto technologie se budou nadále rozvíjet, kdy zařízení, která bude mít pacient na sobě, budou sledovat například jeho srdeční tep, teplotu či tlak. Tato data se budou odesílat do nemocnic nebo k určitému doktorovi a ten následně data vyhodnotí a určí jaké kroky třeba podniknout nebo zda je nutná osobní návštěva u doktora. Další možné rozšíření je i do způsobů výuky. Například virtuální prohlídka muzea uprostřed hodiny či efektivnější sdílení výukových materiálů a poznatků. IoT zařízení také umožní virtuální návštěvu přednášejícího ve třídě a tak možnost studentům přednést svůj výklad, aniž by musel cestovat do určitého města či země. Rozvoj IoT nastane i v průmyslu, kdy se bude více přecházet na chytrou výrobu a využívání IoT v logistice. Chytrá zařízení budou snižovat náklady, monitorovat stav opotřebení strojů a komponentů, predikovat poruchu, ale i vykonávat úkoly, které jsou pro lidi obtížné nebo i zdraví škodlivé. (Newman, 2020; Mendoza, 2020, Tamsons, 2021)

Vzhledem k neustálému růstu IoT technologií bude třeba vyřešit otázky týkající se bezpečnosti. Díky své distribuované povaze je IoT náchylné k útokům a ztrátě dat. Predikce odborníků se tedy shodují na tom, že se trh s IoT bude více zaměřovat na zvýšení bezpečnosti IoT sítí. Bude se jednat zejména o vylepšování a využívání technologie blockchain, která je již využívána například finančními institucemi. Tato technologie, také

nazývána jako technologie účetní knihy, je navržena pro systémy, kde spolu komunikuje mnoho jednotek. Tato komunikace je zaznamenávána v neměnných řetězcích a následně sdílána skrz celý systém bez možnosti jakékoliv změny. Tímto způsobem zajišťuje blockchain zabezpečený přenos dat v síti. Zároveň se předpokládá růst popularity technologie digital twins. Technologie digitálních dvojčat vytváří přesnou kopii objektu či procesu ve virtuálním prostoru, kde tato kopie má stejné vlastnosti i funkce jako její předloha. V tomto virtuálním prostoru lze testovat a nanečisto si vyzkoušet různé druhy vylepšení výroby, přidání nebo odebrání výrobní linky či zařazení nového výrobního postupu. Virtuální dvojče využívá nasbíraná data z reálného světa a simuluje situaci ve virtuálním světě. Ukazuje nám, co by nastalo, kdybychom chtěné změny provedli v realitě. Na základě nasbíraných dat pomocí chytrých zařízení nám digital twins pomáhají s rozhodováním. Tento proces ušetří výdaje a ukazuje zisk či ztrátu ještě před tím, než dané změny provedeme v realitě. (Iotport.cz, 2020)

Jako vize do budoucna je stále prioritou rozšiřování 5G sítě. Síť 5G znamenají pro internet věcí velký skok dopředu. Tato síť disponuje většími kanály, které zajišťují výrazné zrychlení dat, zároveň má 5G síť nízkou latenci, která poskytuje lepší odezvu. K této síti lze zapojit mnohem více zařízení najednou, tato vlastnost se převážně využije k zapojení senzorů a více chytrých zařízení, aniž by se síť přetížila. Další důležitou technologií pro internet věcí je cloud computing. Technologie cloud computing nashromážděná data odesílá na hlavní cloudový server, kde jsou tato data zpracována a odesílána zpět do zařízení. Tyto data jsou odesílána i na dlouhé vzdálenosti, což zvyšuje latenci. Vysoká letence může působit problémy při zpracovávání dat v reálném čase, kdy je rychlá odezva velmi důležitá. Do budoucna se odhaduje přecházení k edge computingu, kdy nashromážděná data se vyhodnocují přímo na zařízení, které je získá. Tato technologie je možná právě díky neustále se zvyšujícímu výpočetnímu výkonu chytrých zařízení. Jedná se o decentralizovaný systém, kdy odpadá jakékoliv odesílání dat na centrální server. Tímto se eliminují problémy s vysokou latencí, šířkou pásma, ale také se zlepšuje ochrana dat. (Newman, 2020; Iotport.cz, 2020)

Internet věcí se posouvá od sběru a sdílení dat k vyhodnocování těchto získaných dat a následného použití výsledků. Vyhodnocená data pak využívá k vykonání určité činnosti, rozhodnutí a návržení možného řešení nebo okamžitého vybrání nejlepší varianty. Zde hraje velkou roli umělá inteligence a její spojování s IoT technologiemi. Postupně se termín Internet of Things posouvá k termínu Internet of Everything, kdy chytré prostředí

bude reagovat na každý náš pohyb či na každou změnu v okolí, kde každý podnět bude zpracováván a vyhodnocován. (Newman, 2020)

3.1.3 Architektura IoT

Všechna IoT zařízení pracují s daty, což je odlišuje od běžných automatizovaných zařízení. Vzhledem k přítomnosti dat, zde musí být jistá architektura, která určí, kam data půjdou, jaký formát použijí, jak se dostanou na cílové místo a jakou akci vykonat na základě těchto dat. Jsou zde jisté vlastnosti, které by měla splňovat každá IoT architektura pro správné a efektivní fungování. Těmito prvky jsou funkčnost, škálovatelnost, dostupnost a udržitelnost celého systému. (Stokes, 2018)

IoT architekturu lze rozdělit do čtyř po sobě jdoucích stádií. Tyto čtyři úrovně popisují proces, kterým data projdou od senzorů až do cloudového úložiště. První úroveň je začátkem celého procesu. Zde hrají největší roli senzory a aktuátory. Senzory sbírají informace ze svého okolí v reálném světě. Může se jednat o vlhkost vzduchu, teplotu, tok vody v potrubí, rychlost výrobního pásu, úroveň paliva v nádrži, atd. Senzor tyto informace přemění na data, která jsou následně analyzována a zpracovávána na dalších úrovních dané architektury. Co se týče aktuátoru, tak ten je schopen reagovat na tyto informace a ihned vykonat akci, která se promítne do reálného světa. Aktuátor například vypne světlo nebo zvýší teplotu v místnosti na základě nasbíraných informací ze svého okolí. V druhé úrovni se jedná o systémy agregace dat ze senzorů a následný převod z analogové formy dat do dat v digitální podobě. Na této úrovni se data formátují, filtrují, ale také jsou komprimovány na optimální velikost pro přenos. Přenos takto upravených dat probíhá přes internetové brány. Tyto brány jsou zodpovědné za řízení oboustranného toku informací v systému a s řádným šifrováním a dalšími zabezpečujícími prvky mohou zabránit úniku dat a snížit riziko vnějších útoků na tento systém. Tímto se zvyšuje zabezpečení systému. Ve třetí úrovni, kdy už data jsou zdigitalizována a agregována, přichází na řadu koncové zařízení IoT systému, které data předběžně zpracuje před fází vstupu do datového centra. Součástí takového zpracování je i rozšířená analýza dat a další komprimace objemu dat. Zároveň toto koncové zařízení může poskytovat zpětnou vazbu do systému a průběžně vylepšovat samotný proces, aniž by čekalo na odezvu z datového centra nebo cloudu. Čtvrtá a zároveň poslední úroveň zařizuje analýzu, správu a ukládání dat. Hlavní procesy probíhají v datovém centru nebo cloudu. Jedná se tedy o podrobnou

analýzu dat a následnou revizi zpětné vazby. Zpětnou vazbou jsou například příchozí data, která mohou naznačovat žádoucí změny v nastavení určitých zařízení nebo mohou poukazovat na způsoby optimalizace procesu. V této úrovni se zpracovává ohromné množství dat a pro jejich analýzu jsou využívána velmi výkonná zařízení a jsou používány mechanismy strojového učení, tzv. machine learning. Pro hlubší analýzu jsou zde data kombinována z více senzorů či zdrojů z jiných provozních míst. Tento postup pak přináší širší obraz o celém IoT systému a zároveň poskytuje užitečné informace jak chytrým zařízením, tak manažerům, vedoucím či analytikům. Z těchto dat lze vyčíst například klíčové trendy, vzory nebo odhalit anomálie. Výstupem celého procesu jsou tedy informace, ale již ve své zpracované a zanalyzované formě. (Jahnke, 2020; Stokes, 2018, avsystem.com, 2020)



Obrázek 2 - IoT architektura

3.1.4 Využití IoT

Internet věcí má velmi širokou škálu využití a používá se v mnoha odvětvích. Tato využitelnost se neustále rozšiřuje s tím, jak se IoT rozvíjí a přizpůsobuje se novým odvětvím. Internet věcí lze rozdělit do různých skupin užití. Nejznámějšími skupinami jsou industriální IoT a spotřebitelské IoT. V roce 2017 vzniká IoBT – Internet of Battlefield Things, což znamená využití IoT v armádě. Dále lze uvést IoT pro zemědělství, byznys, zdravotní péči, logistiku a transport. Spotřebitelské IoT nám nabízí možnost udělat naše prostředí chytřejší a propojenější. Do spotřebitelského IoT lze zařadit například chytrá auta, chytré kanceláře, chytré budovy a samozřejmě chytré domácnosti. Industriální IoT (IIoT) je často označováno jako čtvrtá průmyslová revoluce, kdy se chytrá zařízení začínají používat ve výrobě k optimalizaci výrobních procesů a snižování celkových nákladů na produkci. S příchodem technologie 5G internetu se začíná více realizovat i další odvětví

IoT, chytrá města. (Fractal.com, nedatováno; IT Pro team, 2018; analyticsvidhya.com, 2016; Vadakkanmarveetti, 2018)

Za první chytré město se považuje Dublin, kdy se v roce 2014 vedení města rozhodlo využít funkce chytrých zařízení a konceptu IoT ke zlepšení funkcí samotného města. Byly zavedeny senzory na měření hluku, měření úrovně hladiny vody a také chytré odpadkové koše, které ukazovaly stupeň naplnění. Možnosti využití internetu věcí ve městech stále rostou a přibývají. Můžeme jmenovat například automatizovanou hromadnou dopravu, chytré systémy pro správu energie, distribuci vody, chytré dopravní značení, chytré semaforey, monitorování životního prostředí a také zvýšení bezpečnosti města, pomocí chytrých kamer a mnohé další. Díky těmto technologiím lze lépe spravovat dopravu, energii, vodu či odpad ve městech nebo poskytnout možnost zobrazení volných parkovacích míst. Využíváním chytrých zařízení lze předejít nebo zcela odstranit každodenní či budoucí problémy, jako například dopravní zácpu, výpadky elektřiny, znečištění a obecné poruchy veřejných zařízení. Stále více měst přijímá tyto inovace, aby se stala úspornější a chytřejší. (Fractal.com, nedatováno; IT Pro team, 2018; analyticsvidhya.com, 2016; Vadakkanmarveetti, 2018)

V zemědělství se využívají převážně senzory, které nám měří například vlhkost půdy, úroveň kyselosti půdy, množství minerálů a vody v půdě a poté data odesílají. Tyto poznatky se pak využívají třeba k určení optimálního množství hnojiva nebo k lepší návratnosti investic do osázení půdy. V hospodářství se například sleduje zdravotní stav chovného dobytka a tím lze předcházet rozšiřování nemocí mezi zvířaty. (Fractal.com, nedatováno; IT Pro team, 2018; analyticsvidhya.com, 2016; Vadakkanmarveetti, 2018)

Ve zdravotnictví s využitím chytrých zařízení lze sledovat stav pacienta nepřetržitě, ať je kdekoliv. V případě naměření negativních hodnot se například hned zavolá záchranná služba nebo se kontaktuje doktor, který data vyhodnotí a navrhne následné řešení či doporučení. Zároveň nasbíraná data o jedinci lze využít pro podrobnější analýzu jeho zdravotního stavu. V některých nemocnicích již využívají chytré postele, které neustále měří teplotu, tlak, tep či okysličení organismu. (Fractal.com, nedatováno; IT Pro team, 2018; analyticsvidhya.com, 2016; Vadakkanmarveetti, 2018)

Výše zachycené možnosti využívání jsou jen zlomkem toho, co nám internet věcí nabízí a v čem všem ho lze najít. Vzhledem k povaze konceptu IoT, která je charakterizována zlepšováním procesů, rychlostí, pohodlím či bezpečností na všech úrovních, lze tuto technologii využít téměř všude.

3.2 Chytrá domácnost

Využití internetu věcí v domácnostech poskytuje mnoho benefitů. Chytrá domácnost je úspornější, co se týče nákladů na energii, pohodlnější a bezpečnější. Chytrá zařízení jsou schopna kontrolovat využívání energie a tím snižovat výdaje na domácnost. Například regulace teploty v jednotlivých místnostech závislá na naší přítomnosti či nepřítomnosti v domácnosti. Přizpůsobování intenzity světla a automatizované zatahování či roztahování rolet podle denní doby a vnějšího prostředí. Neustálá kontrola úniku tepla, vody, plynu či detekce kouře. Chytrá domácnost nabízí mnoho možností, lze dále jmenovat například chytré lednice, které monitorují množství i kvalitu potravin. Při absenci některé z potravin, nebo když jsou dveře nedovřené, odešle upozornění. Chytré trouby, které se začnou předehřívat dle naší potřeby, chytré zavlažování či hnojení, které se spouští podle úrovně vody či minerálů v půdě a zda nikdo není přítomen na trávníku. Chytré zámky, které lze ovládat na dálku a v případě návštěvy nebo opraváře odemknout. Chytré kamery, které při detekci neznámé osoby upozorní majitele domu. Chytrá garážová vrata, která se podle polohy auta automaticky otevrou a zavřou. Všechny tyto i ostatní funkce a zároveň celou domácnost lze ovládat a nastavovat pomocí jednoho zařízení jak v domácnosti, tak i na dálku. (analyticsvidhya.com, 2016)

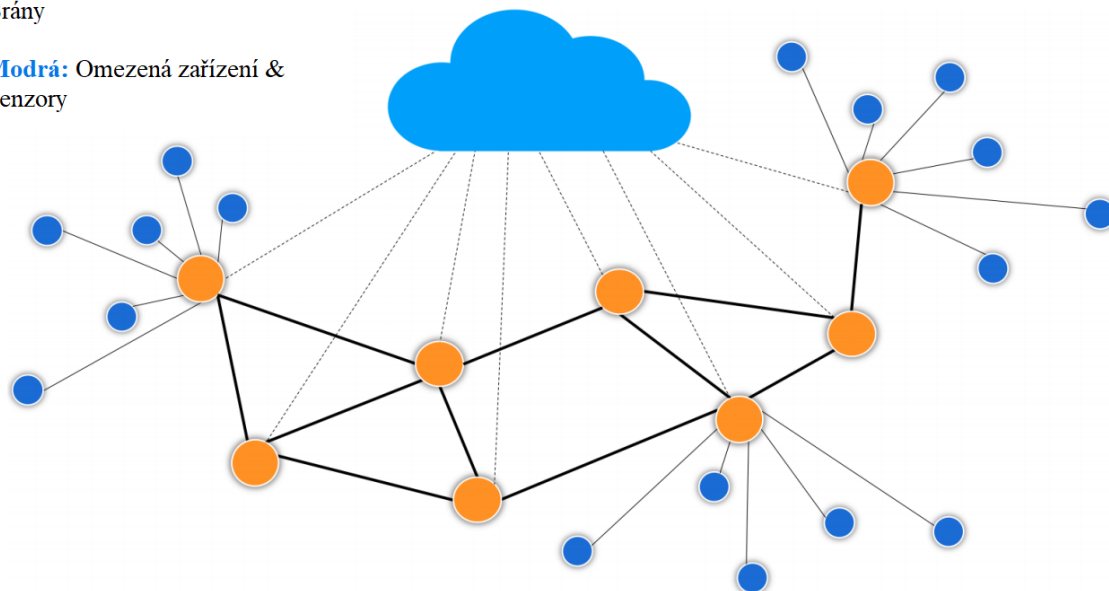
3.2.1 Kategorie ovládacích systémů IoT

Chytrá domácnost je tvořena poměrně velkým množstvím IoT zařízení, které mezi sebou autonomně komunikují, tzv. M2M - komunikace mezi stroji. Tyto chytrá zařízení lze uspořádat do tří obecných systémových kategorií. Těmito kategoriemi jsou centralizované systémy, decentralizované systémy a distribuované systémy. V dnešní době se často setkáváme se systémy, které jsou kombinací těchto kategorií. V decentralizovaných systémech může být prvek centralizovaného systému, právě kvůli tomu, že některá zařízení nemají dostatečnou paměť a nejsou schopna získaná data samy zpracovat, potřebují k tomu výkonnější zařízení - centrální jednotku. Každý z těchto systémů, ať už jednotlivý či kombinovaný, má své výhody i nevýhody a vyniká v jiném odvětví užití.

Kombinované IoT Systémy

Oranžová: Chytrá zařízení & Brány

Modrá: Omezená zařízení & Senzory



Obrázek 3 - Využití více systémů

3.2.1.1 Centralizovaný systém

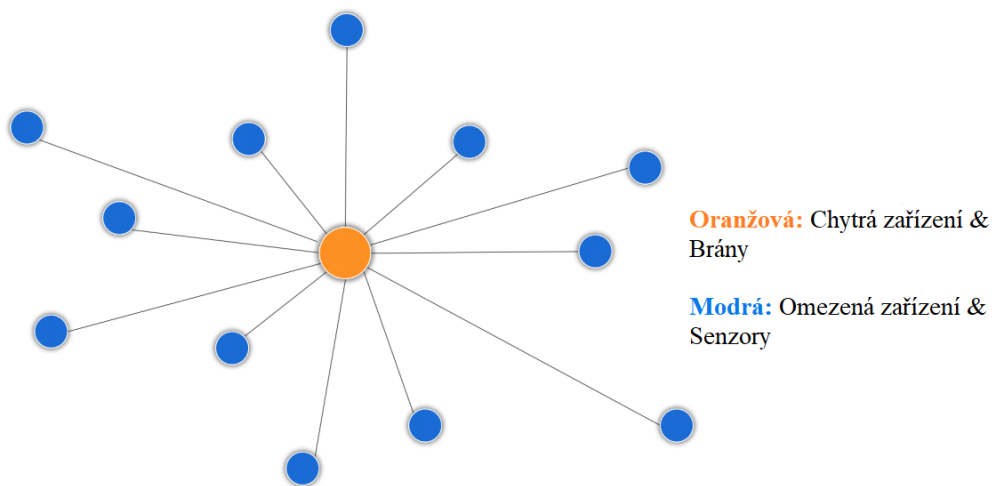
Chytrá zařízení v tomto systému komunikují pouze skrz centrální jednotku, která spravuje veškerá zařízení v systému. Tato centrální jednotka přijímá požadavky a data z připojených zařízení. Tyto data či požadavky jsou centrální jednotkou zpracovány a následně jsou buď uloženy, nebo jsou rozeslány do různých zařízení na základě výsledků z vyhodnocených informací.

Hlavní výhodou tohoto systému je snadná údržba a správa, jelikož se vše ovládá pomocí centrální jednotky. Je tedy mnohem snadnější udržovat systém v nejaktuálnější verzi, kdy nemusíme aktualizovat každé zařízení v síti, ale pouze centrální jednotku. Z hlediska úložného prostoru a výkonu je tento systém finančně dostupnější, jelikož je vše obstaráváno centrální jednotkou, tudíž ostatní zařízení v síti nemusí disponovat úložným prostorem a vysokou výpočetní technologií. Co se týče otázky bezpečnosti, tak veškerá data procházejí skrz jeden uzel, je tedy lehčí sledovat jejich cestu a shromažďovat je. Je třeba se tedy zaměřit na zabezpečení jednoho zařízení, místo zabezpečení všech jednotek v systému. Toto lze považovat jak za výhodu, tak i nevýhodu, jelikož útočník přesně ví,

jaký uzel napadnout a může tak získat veškeré informace. (solarwindssp.com, 2018; cryptowerk.com, 2019)

Hlavní nevýhodou centralizovaného systému je právě samotný koncept jednoho centrálního zařízení, které zajišťuje vše. Každé zařízení v tomto systému je závislé na centrální jednotce. Při poškození této jednotky není nic, co by tato zařízení spravovalo, takže celý systém selže a stává se nefunkčním. Další nevýhodou může být nekompatibilita zařízení s centrální jednotkou a následná neefektivnost zařízení v tomto systému. Tato nevýhoda je způsobena velkým množstvím zařízení a centrálních jednotek na trhu, kdy se tyto výrobky mohou lišit svou hardwarovou náročností či nestandardním napájením. Pokud chceme rozšířit centralizovaný systém o několik zařízení, je třeba navýšit kapacitu úložiště v centrální jednotce, popřípadě zvýšit její výpočetní výkon. Toto se z dlouhodobého hlediska může promítnout do finančních nákladů, pokud systém budeme chtít dále rozšiřovat. (solarwindssp.com, 2018; cryptowerk.com, 2019)

Centralizovaný IoT Systém



Obrázek 4 - Centralizovaný systém

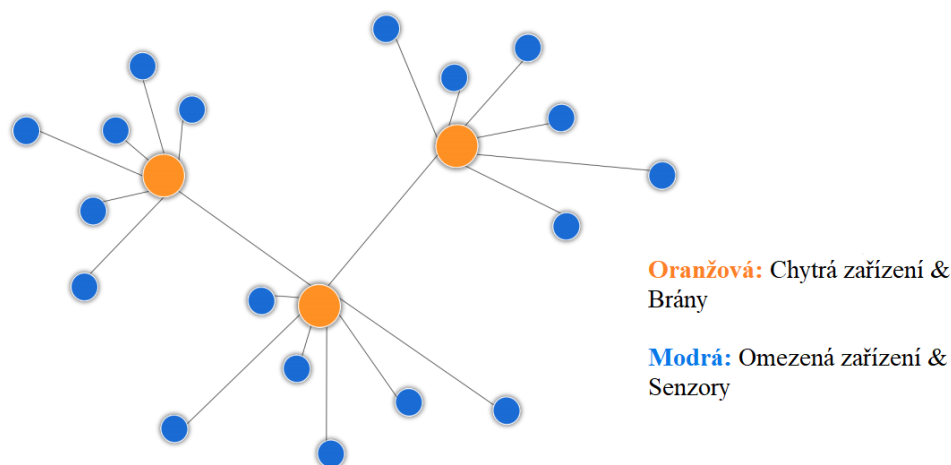
3.2.1.2 Decentralizovaný systém

Typ takového systému distribuuje pracovní zátěž mezi několik zařízení, místo toho, aby se tento systém spoléhal na jedinou centrální jednotku. V tomto systému se tedy nachází tzv. super uzly, které spravují určitou část zařízení a pro tato zařízení zastávají funkci centrální jednotky a vytváří spolu tzv. sub-systém v síti. Tyto super uzly dále komunikují s ostatními super uzly v celém systému. Díky nezávislosti na jednom bodě se tento systém stává rychlejší, avšak k zajištění největší efektivity sítě je třeba zařízení správně rozdělit a přiřadit k jednotlivým super uzlům. Tyto super uzly musí mít dostatečné úložiště a výpočetní výkon pro daná zařízení. (solarwindssmp.com, 2018; cryptowerk.com, 2019)

Oproti centralizovanému systému, je decentralizovaný systém mnohem spolehlivější a stabilnější. Jak již bylo popsáno výše, tento systém není závislý na jedné centrální jednotce, takže když dojde k poškození některého super uzlu, systém funguje dál. Samozřejmě může dojít k vyřazení funkčnosti sub-systému, který tento super uzel spravoval, ale ostatní sub-systémy jsou netknuté. Další výhodou je, že pokud chceme decentralizovanou síť rozšířit, stačí přidat další super uzel do systému. Odpadá zde problém, kdy musíme řešit, zda centrální jednotka dokáže pojmout další zařízení, to znamená, jestli má dostatečně velké úložiště a výpočetní výkon. Díky své nezávislosti na jednom bodě, nám decentralizovaný systém nabízí lepší možnosti přizpůsobení se terénním podmínkám. Je tedy mnohem flexibilnější než centralizovaný systém. V decentralizovaném systému data prochází různými uzly, je tedy těžší je sledovat a popřípadě zneužít či napadnout. K tomuto se váže nutnost zabezpečit každý uzel, kterým data prochází. (solarwindssmp.com, 2018; cryptowerk.com, 2019)

Nevýhodou je finanční náročnost takového systému. Je třeba mnohem více výkonnějších zařízení než u centralizovaného systému, kde nám stačila jedna výkonná jednotka. Pro svou robustnost se stává tento systém náročnějším na správu, ať už z hlediska aktualizací či samotné údržby. (solarwindssmp.com, 2018; cryptowerk.com, 2019)

Decentralizovaný IoT Systém



Obrázek 5 - Decentralizovaný systém

3.2.1.3 Distribuovaný systém

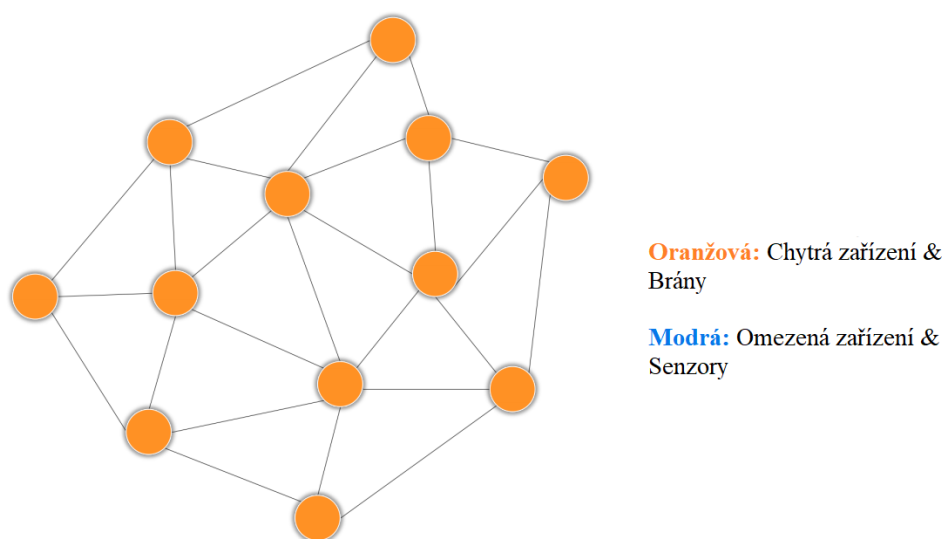
V tomto systému jsou vynechány jakékoliv centralizované prvky, kde každý uzel je soběstačný a schopen se spravovat sám. Každý uzel si je roven, co se otázky přístupu k síti týče, ačkoliv každý má jinou roli, která je nezbytná pro správné fungování celého systému. V distribuovaném systému je každé zařízení schopno přijímat, přeposílat a posílat zprávy všem zařízením, které náleží do dané sítě. I přes to, že každé zařízení je schopno fungovat samo na sebe, tak cílem distribuovaného systému je užití každého zařízení v síti pro dosažení určitého cíle, kterého by nebylo možno dosáhnout za použití pouze jednoho uzlu. (cryptowerk.com, 2019)

Nepopiratelnou výhodou distribuovaného systému je jeho rychlost. Každé zařízení je schopné okamžitě zpracovat komplexní úkoly, právě díky permanentní nebo dočasné sub-síti v systému. Nezávislost zařízení spolu s absencí centrální jednotky zajišťují vysokou spolehlivost systému. V případě nějaké poruchy, je systém schopen okamžitě najít jiné komunikační cesty a zajistit tak chod celého systému. V tomto systému se nachází velký potenciál škálovatelnosti, kdy uzpůsobení systému dovoluje efektivně přiřazovat úkoly a zdroje. (Javeri, 2019; cryptowerk.com, 2019)

Každý uzel v systému je nezávislý a autonomní, to znamená, že každé zařízení musí disponovat vlastním uložištěm a vlastní výpočetní pamětí. Tato podmínka nám zvyšuje finanční náročnost takového systému. Zároveň stoupají náklady na údržbu

takového systému. V distribuovaném systému se data sdílejí s každým zařízením v síti. To vytváří velké problémy s ochranou dat a bezpečností celého systému. Zároveň se zde objevují problémy s dodržováním předpisů o ochraně údajů, jako například GDPR. (cryptowerk.com, 2019)

Distribuovaný IoT Systém



Obrázek 6 - Distribuovaný systém

3.2.2 Technologie přenosu dat v IoT

Internet věcí, jak z definice vyplývá, je seskupení zařízení, která mezi sebou komunikují, respektive si posílají data a tvoří vzájemně propojenou síť. Aby tato síť mohla vůbec fungovat, je zcela nezbytné, aby tato zařízení komunikovala stejným jazykem. Tuto problematiku nám řeší technologie pro přenos dat, které zajišťují komunikaci, propojení a přenos dat uvnitř dané sítě, kterou tvoří chytrá zařízení. Tyto technologie se dělí na drátové a bezdrátové. Drátové technologie pro přenos dat využívají fyzické kabelové propojení mezi zařízeními. Bezdrátové technologie využívají ke svému přenosu dat radiové vlny různé frekvence.

3.2.2.1 Kabelové provedení

V dnešní době se veškeré technologie vyvíjejí tak, aby kabely nebyly zapotřebí. Trendem současnosti je bezdrátové propojení, avšak stále je tu minimálně půlka zařízení, která fungují na kabelech a tyto linky jsou již zavedené. Proto se i drátové technologie stále rozvíjí a zlepšují. Zlepšuje se jejich dosah i rychlost. I přes veškerou popularizaci bezdrátových technologií, má v dnešní době kabelové provedení stále své jisté místo, a to kvůli své spolehlivosti a rychlosti. (Audin, 2020)

Všechna chytrá zařízení jsou propojena speciálním kabelem, který sbírá data a ty pak přenáší do výkonného zařízení. Jako příklady speciálních kabelů lze uvést optické kabely, koaxiální kabely či kroucené dvojlinky. Optický kabel lze považovat za nejrychlejší datový přenašeč, který funguje na bázi využívání světelných impulsů. Co se rychlosti týče, je potenciál optických kabelů opravdu vysoký. V laboratorních podmínkách se podařilo naměřit až 111 Gb/s. Kroucená dvojlinka je nejvíce známá a také nejvíce používaná, ale v současné době je prioritou ji nahradit optickými kabely. Kroucená dvojlinka dosahuje rychlosti až 1 Gb/s. Posledním zmíněným zástupcem je koaxiální kabel, který je nejstarší používanou technologií z výše vyjmenovaných. V současné době se používá převážně jen na přenos televizního signálu. (Benzl, 2020; pripojeno.cz, nedatováno)

Některé z jejich výhod stále ještě nebyly překonány bezdrátovou konkurencí. K jejich nesporným výhodám patří bezpečnost. Data se přenáší po kabelech, většinou zabudovaných ve zdech či ve vnitřních prostorách budovy. Data se nevysílají vzduchem, kde mohou být ukradena či napadena. Vzhledem k fyzickému přenosu, je tato síť více spolehlivá, méně náchylnější k výpadkům a naprosto odolná vůči kolizím s ostatními sítěmi. Kabelové provedení nám nabízí vyšší rychlost, právě kvůli tomu, že kabely nejsou ovlivněny tloušťkou zdi, materiálem zdi, zástavbou budovy, délkou pokoje či rušením od ostatních elektronických zařízení, jak tomu je u bezdrátového provedení. Na úkor těchto výhod existují jisté nevýhody. Toto řešení je mnohem dražší než bezdrátové, kvůli nutnosti investice do kabelů, vypracování projektu zapojení či údržby a výměny kabelů při poškození. Kabely jsou zapracované do zdí, podlah či stropů, takže přidání či odebrání dalšího chytrého zařízení vyžaduje fyzický vstup do zástavby a znovu nakonfigurování systému. V porovnání s bezdrátovou technologií je kabelová mnohem méně flexibilní a hůře upravovatelná. (sensewave.com, nedatováno)

3.2.2.2 Bezdrátové provedení

Komunikační bezdrátové technologie používají k přenosu dat rádiové vlny. Vytváří lokální síť, kde jsou spolu chytrá zařízení propojená, což jim umožňuje vzájemně si posílat a přijímat zprávy. V dnešní době existuje mnoho různých bezdrátových technologií, které se mezi sebou liší různými aspekty. Mezi tyto aspekty se rozhodně řadí jejich dosah, spotřeba energie, počet připojených zařízení, rychlost přenosu dat a frekvence. Mezi nejznámější a pro IoT používané technologie patří Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave, Thread, SigFox, LoRaWAN a NB-IoT. (iotport.cz, 2019)

Nespornou výhodou bezdrátového provedení je fakt, že instalace je velmi jednoduchá, není třeba projekt jako u kabelového řešení a také tuto technologii lze jednoduše implementovat do již postavené budovy, aniž bychom fyzicky zasahovali do stavby. Do bezdrátového řešení lze snadno přidávat a odebírat chytrá zařízení oproti kabelovému řešení. Z těchto vlastností vyplývá, že bezdrátové provedení je mnohem flexibilnější a lépe se přizpůsobuje požadavkům klienta. Vzhledem k tomu, že neinvestujeme do kabelového projektu a ani do samotných kabelů, je bezdrátové provedení levnější. Jelikož se data přenášejí pomocí radiových vln, je bezdrátové provedení více náchylné na útoky a krádeže informací. Možnou nevýhodou může být vznik kolize s ostatními sítěmi a vytvoření „hluchého“ místa. (behrtech.com, nedatováno)

3.2.2.2.1 Dálkové nízkoenergetické přenosové technologie

Do této kategorie spadají technologie určené k přenosu dat na velké vzdálenosti, které jsou označovány jako LPWAN (Low Power Wide Area Network). SigFox technologie má dosah až 50 km ve volné krajině, v zástavbě se tento dosah snižuje na 10 km. SigFox síť funguje na podobném principu jako síť mobilních operátorů, proto musela být vystavěna fyzická síť vysílačů, aby se k ní IoT zařízení mohla připojovat. V České republice má SigFox 89% pokrytí a poskytuje i roamingový přenos dat. Jeho přenosová rychlost a spotřeba energie jsou velmi nízké. Tato technologie pracuje ve frekvenčním pásmu 868 MHz. Podporuje pouze omezenou obousměrnou komunikaci a je odolná vůči rušení. Další zástupcem dálkové přenosové technologie je LoRaWAN. Tato síť má dosah 5 až 10 km a pracuje ve frekvenčním pásmu 868 MHz. LoRa má otevřený standard, který nabízí zájemci možnost postavit si a provozovat vlastní LoRa síť, přičemž musí dodržovat LoRaWAN standard. Oproti SigFoxu nabízí LoRa plnohodnotnou obousměrnou

komunikaci. NB-IoT patří k novějším technologiím, proto na trhu najdeme jen velmi málo výrobků, které tuto technologii podporují. Tato síť pracuje v licenčním frekvenčním pásmu 868 MHz, což zajišťuje bezpečný přenos dat. V České republice má 100% pokrytí. Vývoj a rozšíření této technologie podporují velké společnosti, jako například Huawei, Ericsson a Qualcomm. (iotport.cz, 2019; Ray, 2020)

3.2.2.2.2 Z-Wave

Komunikační protokol Z-Wave, spadající pod společnost Silicon Labs, je bezdrátová přenosová technologie používající se převážně pro automatizaci domácností. Z-Wave tedy zajišťuje komunikaci mezi chytrými zařízeními v domácnosti, jako jsou světla, zámky, termostat, okenní rolety či garážová vrata. Díky velmi nízké spotřebě energie je také vhodný pro zařízení (např. senzory), která jsou napájena pomocí externích zdrojů, jako jsou například baterie. K síti Z-Wave může být připojeno až 232 zařízení. Tato síť funguje na principu mesh sítě, což znamená, že všechna zařízení spolu dokážou vzájemně komunikovat. Díky této vlastnosti si chytrá zařízení dokážou přeposílat zprávy, i když koncové zařízení není v dosahu. Toto přeposílání je ale omezeno pouze na čtyři uzly, kde pátý uzel je koncový. Z-wave vždy upřednostňuje tu nejkratší a nejrychlejší cestu. Dosah této sítě je až sto metrů. Tento dosah je samozřejmě ovlivněn zástavbou a také materiálem zástavby, proto je pro optimální efektivitu doporučováno mít Z-Wave zařízení od sebe maximálně 30 stop. Z-wave síť pracuje v přenosovém pásmu 868 MHz, takže zde nehrozí kolize s Wi-Fi sítí. Vzhledem k nižší nosné frekvenci dosahuje Z.Wave síť rychlosti až 100 kbit/s. Tuto síť lze spravovat přes aplikaci v mobilu, tabletu, počítači a také pomocí hlasových příkazů. (iotport.cz, 2019; Z-Wave.com, nedatováno; Chew, 2018)

Z-Wave protokol disponuje uzavřeným standardem, což znamená, že jeho zdrojový kód je uzavřený a neposkytuje tedy výrobcům možnost tento kód měnit. Touto vlastností se zajišťuje interoperabilita mezi zařízeními od různých výrobců. V praxi to znamená, že každé zařízení, které podporuje protokol Z-Wave, je schopno komunikace s každým starým i novým zařízením fungujícím na této komunikační technologii. Na současném trhu existuje již více než 2400 produktů používajících tento protokol od více než 450 výrobců, kteří jsou sdruženi v Z-wave Alliance. Tato aliance zajišťuje správu kompatibility produktů i jejich certifikaci. (Smarterhome.sk, nedatováno; Z-Wave.com, nedatováno; Chew, 2018)



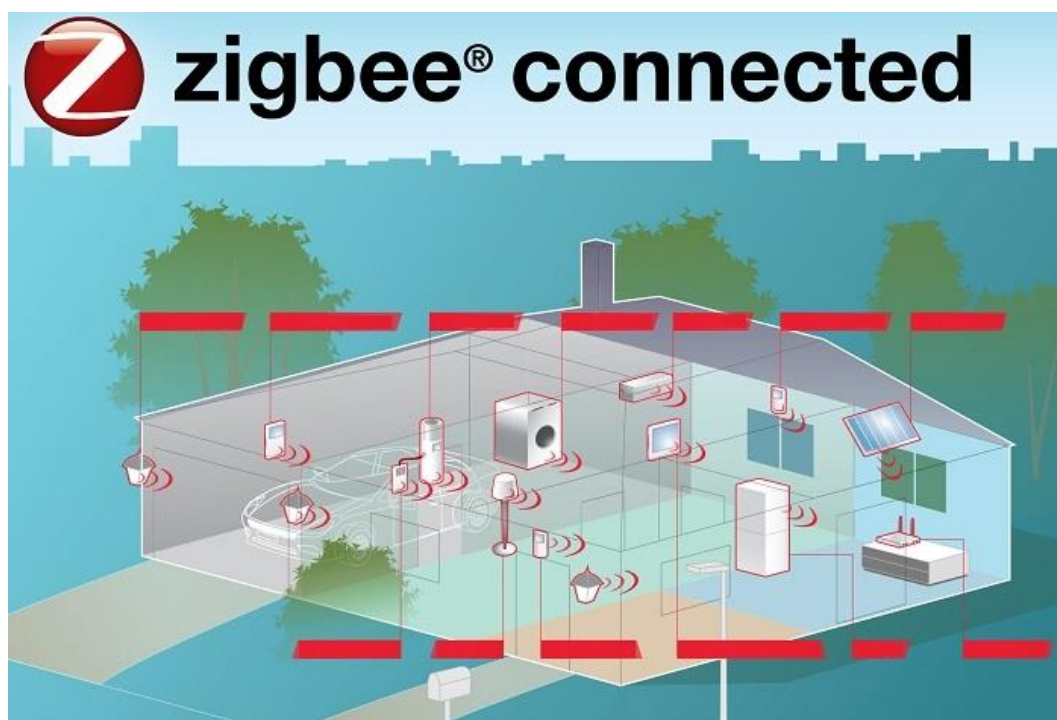
Obrázek 7 - Schéma Z-Wave domácnosti

3.2.2.2.3 ZigBee

Přenosový protokol ZigBee, vyvíjený od roku 2002 ZigBee Alliancí, je bezdrátová komunikační technologie založená na standardu IEEE 802.15.4. Tato technologie se využívá pro vybudování personální sítě neboli PAN (Personal Area Networks). ZigBee tedy zajišťuje propojenost a komunikaci mezi všemi prvky chytré domácnosti, které jsou založeny na tomto protokolu. Jedná se o chytrá světla, termostaty, různé senzory, bezpečnostní zařízení či monitorování spotřeby vody a energie. Pro svou velmi nízkou energetickou náročnost nalézá uplatnění nejen v chytrých domácnostech, ale také i v menších průmyslových zónách. Zde se jedná převážně o sběr dat z bezdrátových senzorů. Nízká energetická spotřeba jde ruku v ruce s krátkou přenosovou vzdáleností. Síť ZigBee má dosah do vzdálenosti zhruba 75 metrů. Tato síť je založena na principu mesh sítě, což zajišťuje vzájemnou komunikaci všech zařízení v této síti. ZigBee síť je schopna pojmout až 65 000 chytrých produktů. Prvky v síti jsou schopné tzv. retranslace, přičemž zpráva může být přeposlána 64 krát a 65. zařízení je zde konečné. Tuto funkci nemohou využívat zařízení, která mají externí zdroj napájení, jelikož by museli být neustále činná a tím by se zvyšovala jejich spotřeba. ZigBee síť pracuje v přenosovém pásmu 2,4 GHz, což je stejné pásmo jako síť Wi-Fi, takže hrozí vznik hluchých míst. Toto přenosové

pásmo síti Zigbee poskytuje přenosovou rychlost až 250 kbit/s. (zigbeealliance.org, nedatováno; Chew, 2018; iotport.cz, 2019; immax.cz, 2019)

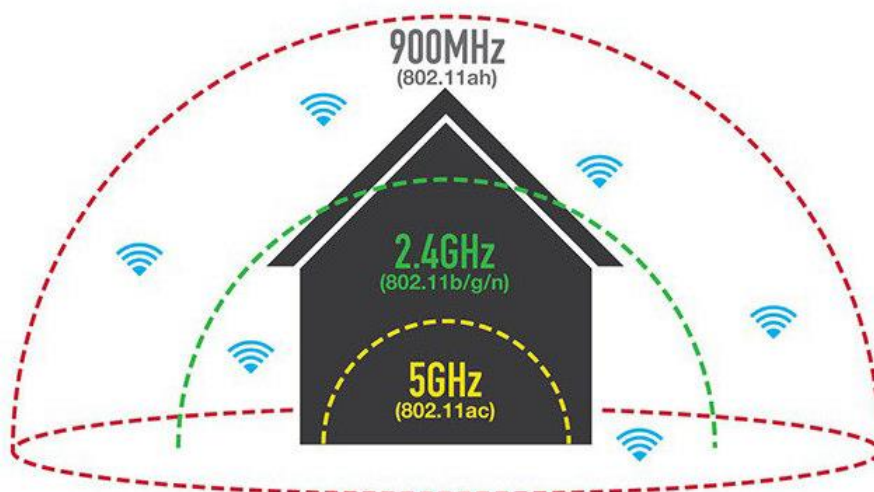
Protokol ZigBee je otevřený standard, dovolující výrobcům upravovat jeho zdrojový kód. Toto řešení vedlo v minulosti k mnoha problémům s kompatibilitou zařízení. Přesněji řečeno, bylo třeba kupovat zařízení pouze od jednoho výrobce, aby tato zařízení spolu mohla komunikovat. V roce 2015 byl vydán unifikovaný protokol ZigBee 3.0, který řeší tyto problémy a zajišťuje kompatibilitu napříč všemi výrobky, nehladě na výrobce. Tito výrobci jsou sjednoceni pod ZigBee Alliance, která čítá přes 300 firem. Na trhu lze nalézt přes 2500 produktů fungujících na protokolu ZigBee. (digi.com, nedatováno; zigbeealliance.org, nedatováno; Chew, 2018)



Obrázek 8 - Schéma ZigBee domácnosti

3.2.2.2.4 Wifi

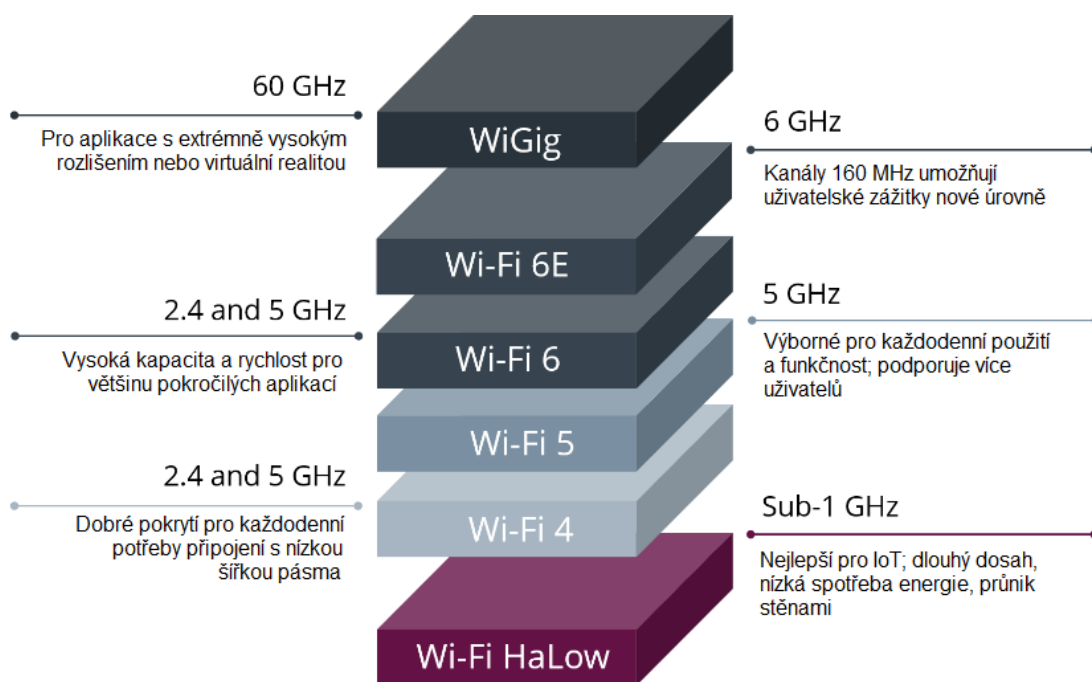
Wi-fi je jedna z nejrozšířenějších bezdrátových technologií, nabízející velmi široké pokrytí. Její nejčastější užití je pro připojení zařízení k internetu, kdy je využíván router pro kódování signálu. Tento protokol funguje na standardu IEEE 802.11. Tyto standardy se neustále rozvíjejí a každá verze tohoto standardu nabízí jiné doplňky a rozšíření. Wi-fi má otevřený standard, který je aktualizován a neustále rozvíjen organizací Wi-Fi Alliance, aby byla zajištěna interoperabilita mezi produkty od různých výrobců. Tato aliance má na starost i certifikaci produktů. Wi-fi operuje ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz nebo 5 GHz. Tyto frekvence jsou velmi využívány a právě díky tomu může dojít ke kolizi mezi zařízeními fungujícími na těchto frekvencích a výsledkem je, že ani jedno ze zařízení nedostane požadovanou šířku pásma. Sice tyto frekvence nabízejí vyšší datový tok, ale na úkor dosahu. Čím vyšší frekvence, tím je dosah kratší, viz obrázek 9. Klasický a domácnostmi využívaný wi-fi standard, ať už operující na 2,4 GHz nebo 5 GHz, je velmi náročný na energii, což silně omezuje využití wi-fi sítě pro chytrá zařízení, která jsou napájena bateriemi. (wi-fi.org, nedatováno; iotforall.com, 2020; Chew, 2018)



Obrázek 9 - Dosah frekvenčních pásem

Z výše uvedených informací je jasné, že vysokofrekvenční standardy wi-fi nejsou pro chytrou domácnost dobré řešení. Wi-fi Alliance proto vytvořila standard IEEE 802.11ah neboli Wi-Fi HaLow. Tento standard byl vyvinut speciálně pro využití v IoT.

Wi-Fi HaLow pracuje ve frekvenčním pásmu do 1 GHz, u nás je to pásmo 868 MHz. Tento protokol je vyvíjen s ohledem na spotřebu energie a poskytuje různé úsporné režimy. Pro svoji energetickou nenáročnost je tedy vhodný i pro chytrá zařízení, která jsou napájena bateriemi. Zároveň poskytuje větší dosah. Tento protokol nedisponuje vysokou rychlostí přenosu dat, což vzhledem k malému objemu odesílaných dat ze senzorů a čidel nevytváří žádný zásadní problém. Nízkofrekvenční radiové vlny mají i tu vlastnost, že lépe proniknou skrz zeď a další možné překážky vyskytující se v domácnostech. Zabezpečení wi-fi HaLow je stejné jako u ostatních standardů a také pravidelně aktualizované. Vzhledem k rozšířenosti wi-fi je pro uživatele jednodušší si přivyknout a vyznat se v tomto standardu. To samé platí pro instalaci, kdy se jenom přidají chytrá zařízení do již existující lokální sítě. Problém může nastat tehdy, kdy současný router či modem tuto frekvenci nepodporuje a je potřeba zařízení dokoupit. (wi-fi.org, nedatováno; iotforall.com, 2020; Chew, 2018)



Obrázek 10 - Typologie wi-fi standardů

3.2.2.2.5 Bluetooth

Bluetooth je klasifikován jako bezdrátová přenosová technologie, která byla vytvořena v roce 1994 k přímé komunikaci mezi zařízeními na krátkou vzdálenost.

U menších zařízení se jedná o vzdálenost do 10 metrů, u větších zařízení o vzdálenost do 100 metrů. Tato vzdálenost se zdvojnásobuje u standardu Bluetooth 5.0, avšak záleží na překážkách a zástavbě prostoru. Bluetooth pracuje v oblíbeném pásmu 2,4 GHz. Bluetooth je energeticky náročný, jelikož udržuje zařízení neustále spárovaná, je zde tedy neustálý tok bitů. Kvůli tomuto negativu byl vyvinut nový standard Bluetooth Low Energy, který spojení mezi zařízeními udržuje v režimu spánku do doby, kdy zařízení nezačnou odesílat data. Díky tomuto vylepšení se výrazně snížila spotřeba energie a Bluetooth lze využívat i v chytrých domácnostech. Bluetooth Low Energy standard dosahuje přenosové rychlosti až 2 Mb/s a oproti klasickému Bluetooth standardu, který čítá 79 kanálů, má tato verze pouze 40 kanálů. Bluetooth rozděluje odesílaná data do těchto kanálů, snižuje se tak riziko kolize se sítěmi fungujícími na stejné frekvenci. Bluetooth je chráněnou značkou společnosti SIG (Special Interested Group), pod kterou jsou sloučeny všechny členské firmy, které chtějí vyrábět produkty s podporou Bluetooth technologie. Díky rozšíření tohoto globálního standardu existuje na trhu velmi mnoho výrobků, které podporují tento protokol. (Bluetooth.com, nedatováno; aeris.com, nedatováno; Chew, 2018)

Tabulka 1 - Porovnání Bluetooth verzí

| | Bluetooth Low Energy (LE) | Bluetooth Classic |
|---------------------------------|--|--|
| Počet kanálů | 40 kanálů | 79 kanálů |
| Spotřeba energie | ~0.01x to 0.5x z reference | 1 (referenční hodnota) |
| Rychlost přenosu dat | LE 2M PHY: 2 Mb/s LE 1M PHY: 1 Mb/s LE Coded PHY (S=2): 500 Kb/s LE Coded PHY (S=8): 125 Kb/s | EDR PHY (8DPSK): 3 Mb/s EDR PHY ($\pi/4$ DQPSK): 2 Mb/s BR PHY (GFSK): 1 Mb/s |
| Maximální vysílací výkon | Class 1: 100 mW (+20 dBm) Class 1.5: 10 mW (+10 dbm) Class 2: 2.5 mW (+4 dBm) Class 3: 1 mW (0 dBm) | Class 1: 100 mW (+20 dBm) Class 2: 2.5 mW (+4 dBm) Class 3: 1 mW (0 dBm) |

3.2.2.2.6 Thread

Thread je bezdrátová přenosová technologie, založená na standardu IEEE 802.15.4 a vyznačuje se tím, že používá IP adresaci. IP adresace zajišťuje vyšší bezpečnost přenosu dat, zároveň se jedná o technologii, která je velmi známá a rozšířená. IP adresování zajišťuje komunikaci bez použití brány. Jinak řečeno, chytré zařízení se díky své unikátní IP adrese připojí přímo k internetu, netřeba dalšího zařízení, které bude dělat prostředníka mezi Thread protokolem a internetem. Thread je otevřený standard, dovolující vývojářům zdrojový kód vylepšovat a upravovat. Thread pracuje v pásmu 2.4 GHz s dosahem až 30 m a rychlostí 250 kb/s. Tato technologie funguje na principu mesh sítě, stejně jako ZigBee a Z-Wave. Oproti těmto standardům má vyšší spotřebu energie. Thread síť dokáže pojmout až 16 384 chytrých zařízení. Všechny partnerské firmy, které vyrábějí produkty s Thread podporou, jsou sjednoceny do Thread Group. Thread Group zajišťuje certifikaci produktů a jejich kompatibilitu. (Mead, 2020; Elshimi, 2020)

3.2.3 Komponenty chytré domácnosti

Na trhu se neustále objevují nové a nové komponenty do chytré domácnosti, které nabízejí nejrůznější funkce, rozličný vzhled, různé parametry a všelijaké vlastnosti. Zajišťují tak široký výběr pro sestavení chytré domácnosti přizpůsobené požadavkům většiny spotřebitelů. Stále více firem investuje do vývoje a výroby chytrých zařízení pro domácnost a nejen pro ni. Zvyšuje se tak konkurenční schopnost a výrobky jsou stále více cenově dostupnější pro běžné spotřebitele.

Lze vyjmenovat esenciální komponenty pro chytrou domácnost. Jedná se o komponenty, které zajišťují převážně bezpečí a úspory energie. Mezi takové zařízení patří chytrá centrální jednotka, chytrý termostat, chytré osvětlení, chytré kamery, chytré detektory, chytré zásuvky a chytré zámky. Mezi komponenty poskytující převážně úsporu času a komfort lze zařadit chytré domácí spotřebiče, chytrý garážový systém, chytrá multimediální zařízení, chytré zavlažovací systémy, chytré klimatizace a ventilátory, chytré okenní rolety a mnoho dalších. (otelco.com, nedatováno; Null, 2020)

Chytré termostaty nám dopřávají jak komfort, tak napomáhají snižování výdajů za energii. Součástí chytrých termostatů jsou senzory, které jsou umístěny do místností, které se obývají nejčastěji. Teplota je tak řízena podle těchto místností a ne podle umístění termostatu, jak tomu je u běžných termostatů. Chytrý termostat navíc dokáže sám

detekovat, jestli je v domácnosti přítomna nějaká osoba a kde se momentálně nachází. Na základě těchto informací tento termostat operuje. Chytré osvětlení nám dovoluje ovládat osvětlení na dálku, intenzitu světla, barvu osvětlení a nastavovat automatické zapnutí či vypnutí v určitý čas. Lze použít chytré žárovky nebo chytré spínače světla. Chytré spínače jsou lacinější, ale často mají náročnější instalaci. Chytré žárovky jsou dražší, ale jsou jednodušší na instalaci, mají větší životnost než běžné žárovky a nabízejí více možností přizpůsobování světla. Chytré kamery monitorují dění uvnitř domácnosti i dění v nejbližším okolí budovy. Lze skrz ně kontrolovat děti nebo domácí mazlíčky, ale také dokážou detekovat vstup neznámé osoby na pozemek. Některé chytré kamery nabízejí i možnost rozpoznávání osob a tak například při zaznamenání určité osoby automaticky odemknout vstupní branku či dveře. Chytré detektory při zaznamenání kouře, plynu či vody ihned pošlou notifikaci a lze hned obratem kontaktovat příslušnou pohotovost. Nabízejí i funkci navigace ze zakouřené místnosti pomocí světelných signalizací. Chytré zásuvky dokážou z každého zařízení, které je napájeno skrz zásuvku, udělat jeho chytrejší verzi. Lze je pak na dálku ovládat. Chytré zámky nám dovolují zkontrolovat, jestli jsme zamkli a případně i zamknout na dálku. Existuje hodně chytrých zařízení, která nabízejí mnoho funkcí a využití. Výše uvedená chytrá zařízení jsou výčtem těch nejzákladnějších. (otelco.com, nedatováno; Null, 2020)

4 Vlastní práce

V praktické části této práce je hlavním cílem navrhnout chytrou domácnost podle požadavků a preferencí zákazníka. Profil zákazníka a informace o něm jsou fiktivní a není zde míněna žádná konkrétní osoba. Požadavky a preference jsou inspirovány skutečnostmi z reálného světa, které byly vyčteny z veřejných konverzací či z osobních rozhovorů na téma chytrá domácnost. V první části této kapitoly je nastíněna životní a finanční situace zákazníka a následně jsou sepsány požadavky a preference na implementovaný chytrý systém domácnosti. Následuje popis domu, pro který bude chytrý systém navrhován.

Výběr kategorií komponentů je podmíněn požadavky a preferencemi zákazníka. Jedná se o požadavky na úspory, bezpečí a komfort. Z každé kategorie jsou vybrána tři zařízení, která jsou obodována na základě zákaznických požadavků a zhodnocena pomocí bodové metody. Jedná se o kategorie chytrých centrálních jednotek, chytrých termostatů, chytrého osvětlení, chytrých kamer, chytrých zámků, chytrých detektorů a chytrého zavlažování. Po zhodnocení a výběru nejlepších modelů zařízení je sestaven samotný návrh chytré domácnosti. V poslední části této kapitoly je popsána a zhodnocena finanční náročnost celého projektu.

4.1 Profil zákazníka

Zákazník, pro kterého bude sestavována chytrá domácnost, se jmenuje Petr Hrnčíř. Petrovi je 32 let a pracuje jako vedoucí pobočky zahradnického centra. Petrova manželka Iveta pracuje jako asistentka ve stejné pobočce a jejich celkový měsíční příjem tvoří 55 000 Kč. Petr a Iveta mají pětiletou dceru Marii. Tato rodina vlastní rodinný dům, který byl postaven před dvěma lety. Tento dům je zatížen hypotékou. Nyní by své domácí prostředí chtěli vybavit chytrým systémem, který jim pomůže ušetřit energii, zabezpečit domácnost a trochu ulehčit každodenním povinnostem.

4.1.1 Požadavky zákazníka

Zákazník Petr uvedl své požadavky a preference, které by podle něj měl splňovat navrhovaný chytrý systém domácnosti. Jeho hlavním požadavkem je nízká pořizovací cena, tzn. do 40 000 Kč. Zákazník požaduje bezdrátové provedení, nejlépe s přenosovou technologií Z-Wave na většině zařízení, aby zde nebylo riziko kolize s wi-fi sítí. Systém nemusí být rozsáhlý, ale musí zajišťovat úsporu energie. Dále by Petr požadoval jistou

úroveň zabezpečení domácnosti jak uvnitř, tak i zvenčí. Mezi další požadavky Petr uvedl zajistit ovládání svého zahradního zavlažovacího systému na dálku, aby v době jeho delší nepřítomnosti mohl rostliny zalít. Petr i Iveta mají rádi barevné osvětlení, takže by byli rádi, aby osvětlení v domácnosti mělo nastavitelnou barvu světla. Petr uvedl, že jeho rodina nemá problém s angličtinou, tudíž se systém může ovládat v angličtině. Petr chce systém ovládat primárně skrz smartphone, ale i hlasem. Také chce, aby bylo ovládání jednoduché, srozumitelné a v jedné aplikaci.

4.1.2 Charakteristika domu

Dům, na který je chytrý systém navrhován, má rozlohu 137,33 m² a jeho užitná plocha čítá 98,48 m². Dům má dispozici 3+1. Jedná se o ložnici o rozloze 14,90 m², dětský pokojíček o rozloze taktéž 14,90 m², obývací pokoj o rozloze 34 m², kuchyň o rozloze 10,10 m², technická místnost o rozloze 4,90 m², koupelna o rozloze 5 m² a chodba čítající 13,10 m². Dům se nachází na okraji města Slaný. Před domem se nachází dvě parkovací místa, která jsou neohrazená. Na pozemek se vstupuje brankou rovnou z chodníku, který je lemován silnicí protínající celou čtvrť. Dům má podlahové vytápění napájené elektrinou. Dům disponuje všemi inženýrskými sítěmi a také vysokorychlostním internetem



Obrázek 11 - Domácnost pro návrh chytrého systému

4.2 Výběr komponentů

V této kapitole jsou vybrány kategorie komponentů na základě požadavků klienta. Z každé této kategorie je pak vybráno nejvhodnější zařízení pomocí prosté bodovací metody, kdy zákazník každou vlastnost zařízení ohodnotí body a ty jsou následně sečteny a nejvyšší skóre určí zařízení, které je nejvíce vyhovující. Bodovací škála je 0-10, kdy 0 znamená nevyhovující a 10 maximálně vyhovující. Zákazníkům největší požadavek je nízká pořizovací cena, tato vlastnost je tedy největším rozhodovacím kritériem pro výběr všech zařízení. Další společná vlastnost, která bude ovlivňovat výběr je podpora přenosové technologie Z-Wave. Ostatní vlastnosti, které se budou hodnotit, jsou popsány pro každou kategorii zvlášť.

Zákazník si přeje, aby chytrý systém splňoval tři okruhy, zajištění úspor nákladů, bezpečnost zevnitř i zvenčí, jednoduchost ovládání a komfort, jmenováno podle největšího apelu po nejmenší. Pro zajištění úspornosti je vybrána kategorie chytrých termostatů, chytrého osvětlení a chytrého zavlažování. Pro zvýšení bezpečnosti domácnosti jsou zvoleny kategorie chytrých kamer, chytrých zámků a chytrých detektorů. Pro komfort a jednoduché ovládání je vybrána centrální jednotka, která sjednocuje ovladatelnost všech chytrých zařízení do jednoho zařízení. Centrální jednotka musí být kompatibilní se všemi zařízeními a mít podporu ovládání přes android a možnost hlasových příkazů. Komponenty jsou vybrány přes největší e-shop s elektronikou v České republice Alza.cz, ceny jsou uváděny s DPH a vlastnosti jednotlivých zařízení jsou sepsány podle technických parametrů, které tento e-shop uvádí.

4.2.1 Centrální jednotka

Centrální jednotka není nutnou podmínkou pro fungování chytrého systému, ale s ní je tento systém lépe provázaný a nabízí velkou rozmanitost. Samotné ovládání domácnosti se pomocí této chytré jednotky centralizuje a je možno spravovat domácnost pomocí jedné aplikace. Centrální jednotka nabízí postupné rozšiřování o další chytrá zařízení. Tuto jednotku připojíme k routeru a poté k ní dále připojujeme chytrá zařízení. Je třeba dbát na protokolovou kompatibilitu centrální jednotky a chytrých zařízení, toto může vést k omezení výběru chytrých zařízení. V preferencích zákazníka je uveden protokol Z-Wave, takže bude vybrána centrální jednotka podporující primárně tento protokol. Mezi vybranými chytrými centrálními jednotkami jsou Athom Homey Pro 2.0, Fibaro Home Center 3 Lite, FIBARO Home Center 3. Podrobné vlastnosti vybraných chytrých

centrálních jednotek jsou sepsány v tabulce 2. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 3.

Tabulka 2 - Vlastnosti vybraných chytrých centrálních jednotek

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita |
|----------------------------------|---------|--|---|----------|--------------|---|
| Athom Homey Pro 2.0 | 10490,- | Programovatelné scény, ovládání celého systému skrz jednu aplikaci | Bluetooth, Rádiové vlny, Z-Wave, ZigBee, Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit |
| Fibaro Home Center 3 Lite | 3499,- | Šifrování dat, ovládání celého systému skrz jednu aplikaci | Z-Wave, Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| FIBARO Home Center 3 | 15499,- | Šifrování dat, Nastavitelné scény, ovládání celého systému skrz jednu aplikaci | Bluetooth, Rádiové vlny, Z-Wave, ZigBee, Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |

Tabulka 3 - Ohodnocení a výsledek výběru chytré centrální jednotky

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|----------------------------------|------|--------|-----------------------|----------|------------|---------------|--------|
| Athom Homey Pro 2.0 | 6 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 54 |
| Fibaro Home Center 3 Lite | 8 | 6 | 5 | 10 | 10 | 10 | 49 |
| FIBARO Home Center 3 | 3 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 51 |

4.2.2 Termostat

K řízení vytápění domu lze použít několik typů chytrých zařízení. Lze použít chytré termostatické hlavice, které se umísťují přímo na radiátor a tak lze pomocí centrální jednotky ovládat každý radiátor zvlášť a regulovat teplotu v jednotlivých místnostech. Chytrý termostat je další chytré zařízení, kterým lze regulovat teplotu v domácnosti. Chytrý termostat se napojí na kotel na plyn, tuhá paliva či dřevo nebo ho lze napojit na ovládání pro podlahové topení. Toto chytré zařízení ovládá vytápění, ale také klimatizaci v domácnosti. Chytrý termostat lze nastavit na různé, nám na míru přizpůsobené, programy. Sám spustí vytápění, když detekuje osobu a také ho sám vypne, když v domácnosti nikdo není.

Jelikož zákazníkova domácnost se vytápí pomocí podlahového topení, nejvíce vyhovující typ chytrého vytápění bude chytrý termostat. Chytrý termostat se tedy připojí do rozvodové skříně k ovládání elektromagnetických stykačů, které spravují vytápění. Termostaty, které byly vybrány, jsou chytrý termostat Google Nest E, chytrý termostat MCOHome a chytrý termostat Danfoss Modul. Všechny vybrané termostaty podporují vytápění pomocí podlahového topení. Podrobné vlastnosti vybraných termostatů jsou sepsány v tabulce 4. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 5.

Tabulka 4 - Vlastnosti vybraných chytrých termostatů

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita |
|-------------------|--------|--|-----------------------|----------|--------------|--------------------------------|
| Google nest E | 5899,- | Teplotní čidlo, programovatelné | Bluetooth LE, Wifi | Baterie | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| MCOHome Termostat | 2129,- | Geolokace, teplotní čidlo, programovatelné | Z-Wave | Baterie | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| Danfoss Modul | 3590,- | Geolokace, programovatelný | Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Není |

Tabulka 5 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrého termostatu

| Výrobek | Cena | Funkce | Podpor. protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|--------------------|------|--------|-------------------|----------|------------|---------------|--------|
| Google Nest E | 4 | 7 | 5 | 8 | 10 | 10 | 44 |
| MCO Home Termostat | 10 | 9 | 10 | 8 | 10 | 10 | 57 |
| Danfoss Modul | 6 | 6 | 5 | 9 | 10 | 0 | 36 |

4.2.3 Osvětlení

Chytré osvětlení může představovat jak chytré světelné spínače, tak chytré žárovky. Chytré světelné spínače jsou lacinější, což by vyhovovalo jednomu z požadavků zákazníka, ale již neposkytují volbu barev, jako chytré žárovky. Chytré žárovky jsou mnohem úspornější a mají vyšší životnost než klasické žárovky. Jejich instalace je mnohem méně obtížná, než u světelných spínačů. Chytré žárovky nabízí nastavení barvy, intenzity, teploty světla a funkci stmívání. Nabízejí různé možnosti osvětlení, jako například funkci přirozeného usínání a probouzení, kdy navozují reálnou situaci svítání a stmívání, dále lze využít funkci nepravidelných intervalů svícení, když nejsme doma, zvenčí to vypadá, jako by doma někdo byl a lze tak odradit zloděje. Chytré žárovky nabízejí možnosti propojení a synchronizace s ostatními chytrými žárovkami. Pro zákaznickou domácnost budou vybrány chytré led žárovky s možností barevného nastavení.

Vybrané chytré žárovky jsou typu A+ pro úsporu energie a s patičkou E27. Modely, které byly vybrány, jsou následující: TP-LINK Tapo L530E, Yeelight LED Smart Bulb. Vocolinc Smart žárovka L3. Podrobné vlastnosti vybraných chytrých žárovek jsou sepsány v tabulce 6. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 7.

Tabulka 6 - Vlastnosti vybraných chytrých žárovek

| Výrobek | Cena | Funkce | Světelný tok | Podporované protokoly | Životnost | Podpora OS | Kompatibilita |
|----------------------------------|-------|---|--------------|-----------------------|-----------|--------------|---|
| TP-LINK Tapo L530E | 399,- | Nastavení barvy, teploty stmívatelná, nastavitelné režimy | 806 lm | Wifi | 15000 h | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| Vocolinc Smart žárovka L3 | 649,- | Nastavení barvy, teploty, stmívatelná, nastavení režimů | 850 lm | Wifi | 25000 h | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit |
| Yeelight LED Smart Bulb | 699,- | Nastavení barvy, teploty stmívatelná, nastavitelné režimy | 800 lm | Wifi | 25000h | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit |

Tabulka 7 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých žárovek

| Výrobek | Cena | Funkce | Světelný tok | Podpor. protokoly | Životnost | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|----------------------------------|------|--------|--------------|-------------------|-----------|------------|---------------|--------|
| TP-LINK Tapo L530E | 10 | 9 | 7 | 5 | 7 | 10 | 10 | 58 |
| Vocolinc Smart žárovka L3 | 6 | 9 | 8 | 5 | 9 | 10 | 10 | 57 |
| Yeelight LED Smart Bulb | 6 | 7 | 7 | 5 | 9 | 10 | 10 | 54 |

4.2.4 Kamery

Chytré kamery zajišťují neustálý přehled o hlídaném prostoru. Toto chytré zařízení rozpozná členy domácnosti a dokonce i zvířecí mazlíčky, a jakmile zaznamenají někoho nebo něco neznámého, okamžitě se spustí nahrávání a odešle se notifikace o narušení prostoru. Také umožňuje streamování obrazu na mobil přes wifi. Chytré kamery byly vybírány pro venkovní užití a byly zvoleny tyto modely: EZVIZ Husky Air (C3W), Reolink RLC-810A, Reolink Argus 2. Podrobné vlastnosti vybraných chytrých kamer jsou sepsány v tabulce 8. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 9.

Tabulka 8 - Vlastnosti vybraných chytrých kamer

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita |
|------------------------------|--------|--|-----------------------|----------|--------------|--------------------------------|
| EZVIZ Husky Air (C3W) | 1590,- | Notifikace, detekce pohybu, vestavěný mikrofon a reproduktor, zoom | Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| Reolink RLC-810A | 3399,- | Notifikace, detekce pohybu, vestavěný mikrofon | Wifi | Ze sítě | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| Reolink Argus 2 | 3099,- | Notifikace, detekce pohybu, vestavěný mikrofon a reproduktor, zoom | Wifi | Baterie | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |

Tabulka 9 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých kamer

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|------------------------------|------|--------|-----------------------|----------|------------|---------------|--------|
| EZVIZ Husky Air (C3W) | 10 | 9 | 5 | 9 | 10 | 10 | 53 |
| Reolink RLC-810A | 5 | 8 | 5 | 9 | 10 | 10 | 47 |
| Reolink Argus 2 | 5 | 9 | 5 | 4 | 10 | 10 | 43 |

4.2.5 Zámky

Chytré zámky nám poskytují jak komfort, tak hlavně zabezpečení. Lze je odemknout chytrým mobilem či otiskem prstu, takže vůbec nevádí, když si zapomeneme klíče. Chytré zámky dokážou monitorovat přístupy do domu, lze tedy mít přehled o vstupech a odchodech do domu. Toto chytré zařízení také nabízí možnost přidělení jednorázových nebo dlouhodobých přístupových práv. Zámek bude vybírán pro vstupní dveře do domu. Pro výběr byly vybrány následující chytré zámky, chytrý zámek Danalock V3, chytrý zámek Nuki Smart Lock 2.0 a chytrý zámek Yale Linus. Podrobné vlastnosti vybraných chytrých zámků jsou sepsány v tabulce 10. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 11.

Tabulka 10 - Vlastnosti vybraných chytrých zámků

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita |
|----------------------------|--------|--|-----------------------|----------|--------------|---|
| Danalock V3 | 5199,- | Sdílení přístupu, monitoring příchodů a odchodů | Bluetooth, Z-Wave | Baterie | Android, iOS | Není |
| Nuki Smart Lock 2.0 | 5590,- | Sdílení přístupu, monitoring příchodů a odchodů, naprogramování několika uživatelů | Bluetooth, zigBee | Baterie | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit |
| Yale Linus | 6699,- | Sdílení přístupu, monitoring příchodů a odchodů | Bluetooth, wifi | Baterie | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit |

Tabulka 11 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých zámek

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Napájení | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|---------------------|------|--------|-----------------------|----------|------------|---------------|--------|
| Danalock V3 | 8 | 7 | 10 | 10 | 10 | 0 | 45 |
| Nuki Smart Lock 2.0 | 7 | 8 | 2 | 10 | 10 | 10 | 47 |
| Yale Linus | 5 | 7 | 6 | 10 | 10 | 10 | 48 |

4.2.6 Detektory

Chytré detektory se od běžných liší hlavně tím, že mimo spuštění poplachu, odešlou včasnou notifikaci. Pro zabezpečení domácnosti zevnitř budou vybrány detektory kouře. Modely vybraných chytrých detektorů jsou Yale Sync PIR, WOOX R7049, FIBARO Smoke Sensor. Podrobné vlastnosti vybraných chytrých detektorů jsou sepsány v tabulce 12. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 13.

Tabulka 12 - Vlastnosti vybraných chytrých detektorů

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Detekce | Podpora OS | Kompatibilita |
|---------------------|--------|--|-----------------------|----------------------|--------------|--------------------------------|
| Yale Sync PIR | 1999,- | Notifikace do mobilu, nedetekuje zvířata | Rádiové vlny | Tepla, kouře, pohybu | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| WOOX R7049 | 859,- | Notifikace do mobilu | ZigBee | kouře | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| FIBARO Smoke Sensor | 1319,- | Teplotní čidlo, indikace baterie, dosah 50 m | Z-Wave | Tepla, kouře | Není | Google Assistant, Amazon Alexa |

Tabulka 13 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých detektorů

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Detekce | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|---------------------|------|--------|-----------------------|---------|------------|---------------|--------|
| Yale Sync PIR | 5 | 6 | 0 | 9 | 10 | 10 | 40 |
| WOOX R7049 | 9 | 5 | 0 | 6 | 10 | 10 | 40 |
| FIBARO Smoke Sensor | 7 | 10 | 10 | 8 | 0 | 10 | 45 |

4.2.7 Chytré zásuvky

Chytré zásuvky nám poskytují možnost udělat z běžných zařízení jejich chytřejší verzi. Dovolují nám zařízení ovládat na dálku a zároveň informují o spotřebě energie a také o stavu daného přístroje. Zákazník požadoval ovládání svého zavlažovacího systému na dálku. Chytrá zásuvka je nejlevnější způsob, jak této funkce docílit. Stačí připojit centrálu zavlažovacího systému do chytré zásuvky a systém je plně ovladatelný na dálku. Kdybychom chtěli nahradit dosavadní zavlažovací systém systémem chytřejším, finanční zátěž a náročnost instalace by se rapidně zvýšily.

Vybrané chytré zásuvky jsou FIBARO FIB-FGWPE-102, FIBARO Walli, Yale Sync, Podrobné vlastnosti vybraných chytrých zásuvek jsou sepsány v tabulce 14. Tyto vlastnosti jsou ohodnoceny body, které jsou následně sečteny, a nejvyšší skóre označuje zařízení, které se následně využije v návrhu chytré domácnosti, viz tabulka 15.

Tabulka 14 - Vlastnosti vybraných chytrých zásuvek

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Max. zátěž | Podpora OS | Kompatibilita |
|-----------------------------|--------|---|-----------------------|------------|--------------|--------------------------------|
| FIBARO FIB-FGWPE-102 | 1499,- | Noční osvětlení, měření spotřeby, oznámení poškozeného spotřebiče | Z-Wave | 2500 W | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| FIBARO Walli | 1990,- | Noční osvětlení, měření spotřeby | Z-Wave | 3680 W | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |
| Yale Sync | 1399,- | Noční osvětlení | Raádiové vlny, Z-Wave | 3680 W | Android, iOS | Google Assistant, Amazon Alexa |

Tabulka 15 - Ohodnocení a výsledek výběru chytrých zásuvek

| Výrobek | Cena | Funkce | Podporované protokoly | Max. zátěž | Podpora OS | Kompatibilita | Součet |
|-----------------------------|------|--------|-----------------------|------------|------------|---------------|--------|
| FIBARO FIB-FGWPE-102 | 7 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 | 55 |
| FIBARO Walli | 5 | 8 | 10 | 9 | 10 | 10 | 52 |
| Yale Sync | 8 | 5 | 10 | 9 | 10 | 10 | 52 |

4.3 Návrh chytré domácnosti

V této kapitole jsou shrnuty výsledky výběru komponentů pro chytrou domácnost, následné umístění a popsání spravování chytrých zařízení. Umístění těchto komponentů je vyobrazeno na obrázku 12. Také je popsáno v jaké místnosti se daná zařízení umístí a jakým způsobem se připojí k centrální jednotce, aby tvořili komplexní a plně ovladatelný systém chytré domácnosti. Jako poslední část této kapitoly je popis ovládání domácnosti pomocí aplikace a nastíněné možnosti využití.

4.3.1 Komponenty chytré domácnosti

V kapitole věnované výběru chytrých zařízení, byly vybrány komponenty, které nejvíce vyhovují požadavkům a preferencím zákazníka. Pomocí prosté bodovací metody byly obodovány vlastnosti zvolených zařízení a následně vybrán model s nejvyšším počtem bodů. Výsledný výběr je zobrazen v tabulce 16.

Tabulka 16 - Výsledné komponenty pro chytrou domácnost

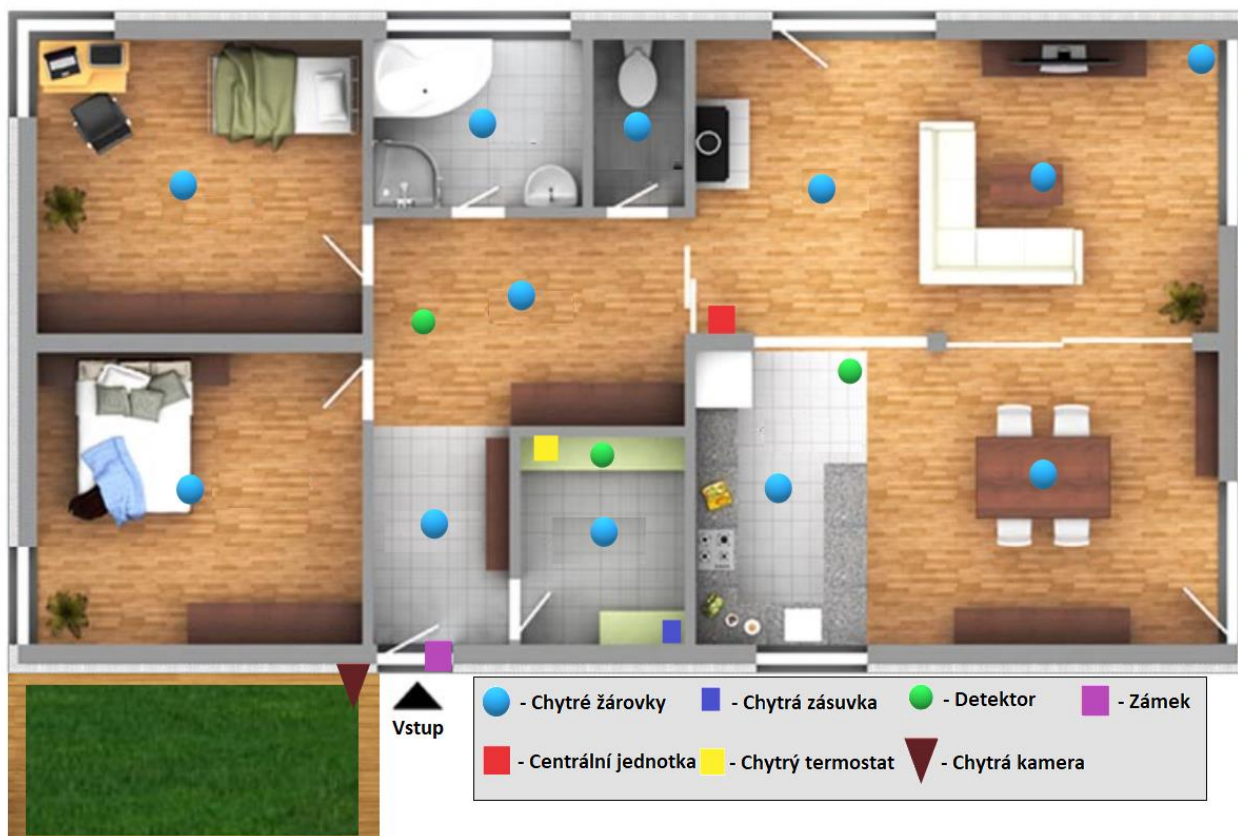
| Komponent | Model | Umístění | Počet |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------|-------|
| Centrální jednotka | Athom Homey Pro 2.0 | Obývací pokoj | 1 |
| Termostat | MCOHome Termostat | Technická místnost | 1 |
| Žárovky | TP-LINK Tapo L530E | Celý dům | 12 |
| Kamera | EZVIZ Husky Air (C3W) | Venku u vchodových dveří | 1 |
| Zámek | Yale Linus | Chodba | 1 |
| Detektory | FIBARO Smoke Sensor | Kuchyň, Chodba, technická místnost | 3 |
| Zásuvka | FIBARO FIB-FGWPE-102 | Technická místnost | 1 |

4.3.2 Umístění komponentů chytré domácnosti

Rozmístění chytrých zařízení lze vidět na obrázku 12. Centrální jednotka je umístěna do obývacího pokoje a je zapojena do sítě. Tato centrální jednotka podporuje veškeré přenosové protokoly, které jsou nutné pro zapojení všech ostatních zařízení. K této centrální jednotce lze připojit až tisíc zařízení, lze do budoucna chytrý systém rozšiřovat o další komponenty. Chytré žárovky jsou rozmístěny do každé místnosti a k centrální jednotce jsou připojené skrz wi-fi síť. Chytré detektory jsou umístěny do kuchyně, technické místnosti a chodby. Vybraný model detektoru má dosah 50 metrů a zaznamená i nepatrný kouř, ale také zvýšení teploty. Chytré detektory se k centrální jednotce připojí protokolem Z-Wave. Na vstupní dveře je nainstalován chytrý zámek, který je k centrální jednotce připojen pomocí wi-fi. Do rozvodové skříně se připojí chytrý termostat, který je napájen baterií a k centrální jednotce je připojen pomocí Z-Wave protokolu. Chytrá

zásuvka na ovládání zavlažovacího systému se připojí na již existující zásuvku pro centrálu zavlažovacího systému. Zásuvka se nachází v technické místnosti a k centrální jednotce je připojena skrz protokol Z-Wave. Chytrá kamera se připevní nad vstupní dveře a k centrální jednotce se připojí přes wi-fi síť. Kamera je rotační a poskytuje tak přehled o vstupu, parkovacím místě a přístupové cestě k domu.

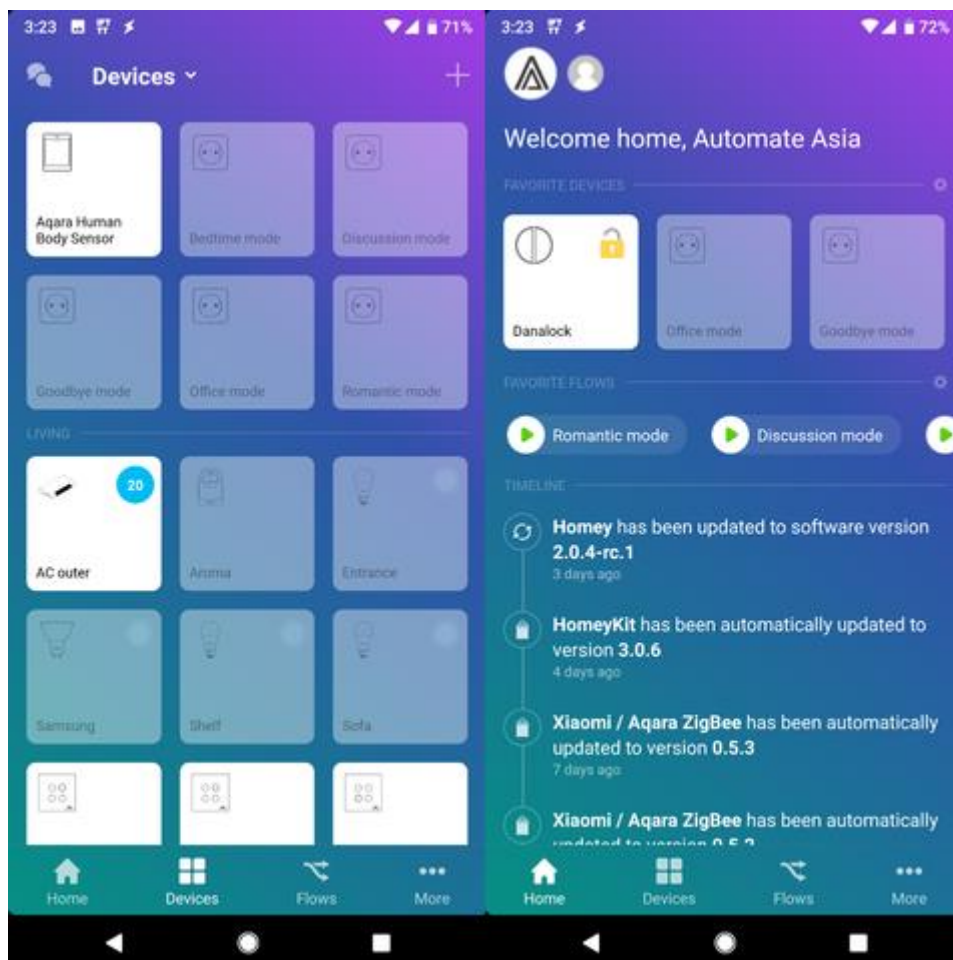
Obrázek 12 - Rozmístění chytrých komponentů



4.3.3 Ovládání chytré domácnosti

Centrální jednotka zabezpečuje, že veškerá zařízení lze ovládat jednou aplikací. Jako centrální jednotka pro danou chytrou domácnost byla zvolena Athom Homey Pro 2.0. Tato centrální jednotka nabízí zdarma stažitelnou aplikaci Homey, která sjednocuje veškerá zařízení v chytré domácnosti. Tuto aplikaci lze stáhnout na mobil (Android, iOS), počítač nebo tablet. V Homey se jednoduše vyhledá aplikace pro ovládání určitého zařízení, nainstaluje se a zařízení se poté ovládá pomocí aplikace Homey, která je nadřazená této aplikaci. Homey podporuje přes 500 aplikací pro chytrá zařízení. Aplikace Homey zařizuje i to, aby zařízení byla vždy v nejaktuálnější verzi. Zařízení je také kompatibilní

s hlasovými asistenty jako je Alexa, Siri a Google assistant, lze tedy příkazy zadávat i hlasem. V této aplikaci lze nastavovat tzv. flows. Jsou to scénáře, co se stane, když... Lze si takto nastavit chování zařízení, podle situace, která nastala a přizpůsobit tak naše prostředí ke své spokojenosti. Ovládání aplikace je jednoduché, intuitivní a přehledné.



Obrázek 13 - Aplikace Homey

4.4 Finanční zhodnocení

V poslední kapitole praktické části bakalářské práce je ukázána finanční náročnost navrženého chytrého systému, který byl prezentován v předchozí kapitole. Celková částka je 31 152 Kč. V tabulce 17 lze vidět ceny za jednotlivá zařízení a také celkový součet. V ceně není zohledněna instalace termostatu a zámku. Na instalaci termostatu je třeba odborník s certifikací a pro chytrý zámek je třeba zámečnick. Ostatní zařízení lze jednoduše

libovolně umístit či přimontovat na zeď. Požadavek zákazníka byl sestavení chytré domácnosti do 40 000 Kč, což se podařilo, i když připočítáme výdaje za instalaci.

Tabulka 17 - Celkové finanční ohodnocení vybraných zařízení

| Komponent | Model | Cena v CZK | Počet | Součet |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|--------------|----------------|
| Centrální jednotka | Athom Homey Pro 2.0 | 10490,- | 1 | 10490,- |
| Termostat | MCOHome Termostat | 2129,- | 1 | 2129,- |
| Žárovky | TP-LINK Tapo L530E | 399,- | 12 | 4788,- |
| Kamera | EZVIZ Husky Air (C3W) | 1590,- | 1 | 1590,- |
| Zámek | Yale Linus | 6699,- | 1 | 6699,- |
| Detektory | FIBARO Smoke Sensor | 1319,- | 3 | 3957,- |
| Zásuvka | FIBARO FIB-FGWPE-102 | 1499,- | 1 | 1499,- |
| Celkem | | | | 31152,- |

5 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá pojmem internet věcí a jeho následnou implementací do domácnosti. V teoretické části byl vysvětlen pojem internet věcí, popsán jeho postupný vznik a nastíněn odhadovaný vývoj této technologie. Dále byla popsána architektura IoT, respektive cesta, kterou si projdou data od senzorů až po datové centrum. Následně se teoretická část zabývala přiblížením termínu chytrá domácnost. Co to je chytrá domácnost, jaké jsou její komponenty, jak lze tyto komponenty uspořádat a také, jak a pomocí čeho tyto komponenty komunikují. Popsány byly přenosové technologie jako Z-Wave, ZigBee, Bluetooth, Wi-fi, Thread a také dálkové nízkoenergetické přenosové technologie. Byly vysvětleny kategorie systémů uspořádání chytrých komponentů, decentralizovaný systém, distribuovaný systém a centralizovaný systém. U každého systému byly uvedeny jeho výhody a nevýhody.

V praktické části byl sestaven profil zákazníka s jeho požadavky a preferencemi. Také byl popsán dům, pro který byl návrh sestavován. Dle kritérií zákazníka byly vybrány kategorie chytrých zařízení a z každé kategorie bylo následně vybíráno ze tří produktů. Produkty byly vybrány pomocí prosté bodovací metody a zařízení s nejvíce body bylo použito k návrhu chytré domácnosti. Umístění výrobků, které dosáhly nejvíce bodů z určených kategorií, bylo vyobrazeno na schématu domácnosti. Také bylo popsáno ovládání takovéto chytré domácnosti pomocí aplikace Homey. Poslední část byla věnována finančnímu zhodnocení celého chytrého systému.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout chytrou domácnost podle požadavků, které byly zadány zákazníkem. Nejdůležitějším kritériem pro tvorbu návrhu byla finanční náročnost celého chytrého systému. Dále zákazník od chytrého systému požadoval úspornost, zabezpečení, určité prvky komfortu a jednoduchost ovládání chytré domácnosti. Tohoto cíle bylo dosaženo výběrem chytrého termostatu, chytrých žárovek, chytré centrální jednotky, chytré kamery, chytrých detektorů, chytrého zámku a chytré zásuvky. Tyto kategorie chytrých zařízení poskytují jak úsporu, zabezpečení, komfort, tak i jednoduchou ovladatelnost skrz jednu aplikaci.

Vedlejší cíl této práce byl předat ucelený přehled o technologii internetu věcí, jeho využitelnosti, rozšířenosti, efektivnosti a také jeho potenciálu. Také se čtenář dozvěděl, jak lze tuto technologii využít v domácnosti, jaké jsou potřebné souvazečnosti k vytvoření chytré domácnosti a jaké technologie lze využít.

Jako další z vedlejších cílů práce bylo poukázat na fakt, že finanční náročnost sestavení chytrého systému v domácnosti není zas tak drahá záležitost. Často jsem slyšela, že je to drahé a že se to nevyplatí a že je to složité. Výše popsany návrh domácnosti vyšel na 31 152 Kč. Obsahuje bezpečnostní prvky, zajišťuje úsporu výdajů za energii a poskytuje líbivý komfort. Není třeba žádného drastického zásahu do zdiva, ani přetvoření domácnosti. Instalace je rychlá a jednoduchá u většiny chytrých zařízení. Složitější instalaci představuje termostat a zámek. Pro upevnění zámku je třeba zámečnicka a pro zapojení termostatu je vyžadován odborník s certifikací pro práci s elektrickým proudem.

Celkový přínos této bakalářské práce je rozšíření povědomí o internetu věcí a jeho využití v domácnostech. Také poukázání na fakt, že tato technologie s mnoha benefity je finančně dostupnější, než před několika lety.

6 Seznam použitých zdrojů

1. **CHEW, Daniel.** *The Wireless Internet of Things: A Guide to the Lower Layers.* 2018. Spojené Státy Americké: Standards Information Network. ISBN: 978-1119260578
2. **VANDOME, Nick.** *Smart Homes in easy steps: Master smart technology for your home.* 2018. Spojené Státy Americké: In Easy Steps Limited. ISBN: 978-1840788259
3. **CHOU, Timothy.** *Precision: Principles, Practices and Solutions for the Internet of Things.* 2020. Spojené Státy Americké: lulu.com. ISBN: 978-1329843561
4. **WILKINS, Neil.** *Artificial Intelligence: The Ultimate Guide to AI, The Internet of Things, Machine Learning, Deep Learning + a Comprehensive Guide to Robotics.* 2019. Spojené Státy Americké: Bravex Publications. ISBN: 978-1647482671
5. **BUCHANAN, Marlon.** *The Smart Home Manual: How to Automate Your Home to Keep Your Family Entertained, Comfortable, and Safe.* 2020. Spojené Státy Americké: HomeTechHacker. ISBN: 978-1735543000
6. **Z-Wave.** *Z-Wave.* [online]. Nedatováno. [cit. 12.01.2021]. Dostupné z: <https://www.z-wave.com/learn>
7. **Iotport.** *Jak se vyznat v bezdrátových sítích pro IoT.* [online]. 07. 11. 2019. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-novinky/lorawan/jak-se-vyznat-v-bezdratovych-sitich-pro-iot>
8. **Iotport.** *Co to je Io?* [online]. 27. 01. 2020. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-novinky/ostatni-clanky-o-iot/co-to-je-iot>
9. **Iotport.** *Jak chytrá města využívají IoT a co se děje s nasbíranými daty.* [online]. 13. 11. 2019. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-novinky/smart-city/jak-chytra-mesta-vyuzivaji-iot-a-co-se-deje-s-nasbiranymi-daty>
10. **IoT portál.** *Co to je IoT?* [online]. Nedatováno. [cit. 20.01.2021]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/co-je-iot/>

11. **POHANKA, Pavel.** *Internet věcí.* [online]. Nedatováno. [cit. 15.01.2021]. Dostupné z: <https://pavelpohanka.cz/internet-of-things/>
12. **Smarterhome.** *Co je Z-Wave.* [online]. Nedatováno. [cit. 13.01.2021]. Dostupné z: <https://smarterhome.sk/cs/informacie/co-je-z-wave-6>
13. **Zigbeealliance.** *Zigbee.* [online]. Nedatováno. [cit. 16.01.2021]. Dostupné z: <https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/>
14. **Immax.** *V čem tkví krása technologie ZigBee?* [online]. 03. 10. 2019. [cit. 16.01.2021]. Dostupné z: <https://www.immax.cz/clanky/detail/v-cem-tkvi-krasa-technologie-zigbee.htm>
15. **Dattatray.** *IoT Security – Part 5 (ZigBee Protocol - 101)* [online]. 11. 06. 2020. [cit. 16.01.2021]. Dostupné z: <https://payatu.com/blog/dattatray/zigbee-protocol-101>
16. **Digi.** *What is ZigBee?* [online]. Nedatováno. [cit. 16.01.2021]. Dostupné z: <https://www.digi.com/solutions/by-technology/zigbee-wireless-standard>
17. **Iotforall.** *The role of wifi in IoT.* [online]. 31.03. 2020. [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: <https://www.ietfforall.com/wifi-role-iot>
18. **Wi-Fi.** *Wi-Fi HaLow™: Wi-Fi® for IoT applications (2020).* [online]. Nedatováno. [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: https://www.wi-fi.org/downloads-registered-guest/Wi-Fi_HaLow_White_Paper_20200518_0.pdf/36881
19. **Bluetooth.** *Learn about Bluetooth.* [online]. Nedatováno. [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/radio-versions/>
20. **Aeris.** *Bluetooth for IoT.* [online]. Nedatováno. [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: <https://www.aeris.com/news/post/bluetooth-for-iot/>
21. **RAY, Brian.** *Four types of IoT wireless networks.* [online]. 24.03.2020. [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: <https://www.iotcommunications.com/blog/types-of-iot-networks/>

22. **MEAD, David.** *A comprehensive guide to thread.* [online]. 18.11.2020. [cit. 09.02.2021]. Dostupné z: <https://linkdhome.com/articles/what-is-thread>
23. **ELSHIMI, Asem.** *Why Thread network matters in smart home and building designs.* [online]. 30.11.2020. [cit. 09.02.2021]. Dostupné z <https://www.edn.com/all-about-thread-network-and-why-it-matters-in-smart-home-smart-building-designs/>
24. **Behrtech.** *6 Leading Types of IoT Wireless Tech and Their Best Use Cases.* [online]. Nedatováno. [cit. 10.02.2021]. Dostupné z: <https://behrtech.com/blog/6-leading-types-of-iot-wireless-tech-and-their-best-use-cases/>
25. **BENZL, Lukáš.** *Optické připojení k internetu pod lupou.* [online]. 07.01.2020. [cit. 10.02.2021]. Dostupné z: <https://rychlost.cz/clanek/2018-06-opticke-pripojeni-k-internetu-pod-lupou/>
26. **Senseware.** *The Truth About IoT Implementations - Wireless vs. Wired.* [online]. Nedatováno. [cit. 10.02.2021]. Dostupné z: <https://blog.senseware.co/2017/10/10/iot-implementations-wireless-vs-wired>
27. **AUDIN, Gary.** *Managing Wired IoT Devices in a Wireless World.* [online]. 06.03.2020. [cit. 10.02.2021]. Dostupné z: <https://www.nojitter.com/internet-things/managing-wired-iot-devices-wireless-world>
28. **Pripojeno.** *Kroucená dvojlinka.* [online]. Nedatováno. [cit. 10.02.2021]. Dostupné z: http://www.pripojeno.cz/cd/slovnicek_pojmu/kroucena_dvoulinka.htm
29. **SolarWinds MSP.** *Centralized Networks vs Decentralized Networks.* [online]. 30.11.2018. [cit. 15.02.2021]. Dostupné z: <https://www.solarwindmsp.com/blog/centralized-vs-decentralized-network>
30. **Cryptowerk.** *IOT SYSTEMS – DISTRIBUTED / DECENTRALIZED / CENTRALIZED.* [online]. 15.10.2019. [cit. 15.02.2021]. Dostupné z: <https://cryptowerk.com/iot-systems/>
31. **JAVERI, Prashun.** *ThingsRethinking IoT Architecture — the need for distributed systems architecture for the Internet of Things.* [online]. 21.01.2019. [cit.

- 15.02.2021]. Dostupné z: <https://medium.com/@prashunjaveri/rethinking-iot-architecture-the-need-for-distributed-systems-architecture-for-the-internet-of-ad967d19eae>
32. **LUETH, Knud Lasse.** *Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation.* [online]. 19.12.2014. [cit. 16.02.2021]. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>
33. **FOOTE, D. Keith.** *A Brief History of the Internet of Things.* [online]. 16.08.2016. [cit. 16.02.2021]. Dostupné z <https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/#>
34. **Postscapes.** *Internet of Things (IoT) History.* [online]. Nedatováno. [cit. 16.02.2021]. Dostupné z: <https://www.postscapes.com/iot-history/>
35. **Simoniot.** *The Rise of IoT: The History of the Internet of Things.* [online]. 20.11.2020. [cit. 16.02.2021]. Dostupné z: <https://www.simoniot.com/history-of-iot/>
36. **PARDES, Aeielle.** *The WIRED Guide to the Internet of Things.* [online]. 09.11.2020. [cit. 16.02.2021]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/wired-guide-internet-of-things/>
37. **IoTport.** *6 trendů v IoT pro rok 2021+.* [online]. 27.10.2020. [cit. 17.02.2021]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-novinky/ostatni-clanky-o-iot/6-nejvetsich-trendu-v-iot-pro-rok-2021>
38. **TAMSONS, Asa.** *My IoT predictions for 2021: Smarter tech will make better business.* [online]. 15.01.2020. [cit. 18.02.2021]. Dostupné z: <https://www.ericsson.com/en/blog/2021/1/iot-predictions-2021>
39. **MENDOZA, N.F.** *The future of IoT: 5 major predictions for 2021.* [online]. 28.08.2020. [cit. 20.02.2021]. Dostupné z: <https://www.techrepublic.com/article/the-future-of-iot-5-major-predictions-for-2021/>

40. **NEWMAN, Daniel.** *The 4 Stages of IoT Architecture.* [online]. 31.07.2020. [cit. 20.02.2021]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2020/11/25/5-iot-trends-to-watch-in-2021/?sh=1e6fc499201b>
41. **JAHNKE, Alec.** *5 IoT Trends To Watch In 2021.* [online]. 25.11.2020. [cit. 20.02.2021]. Dostupné z: <https://www.digi.com/blog/post/the-4-stages-of-iot-architecture>
42. **STOKES, Paul.** *4 Stages of IoT architecture explained in simple words.* [online]. 05.12.2018. [cit. 20.02.2021]. Dostupné z: <https://medium.datadriveninvestor.com/4-stages-of-iot-architecture-explained-in-simple-words-b2ea8b4f777f>
43. **AVSystem.** *What is IoT architecture?* [online]. 11.05.2020. [cit. 20.02.2021]. Dostupné z: <https://www.avsystem.com/blog/what-is-iot-architecture/>
44. **Fractal.** *The 9 most important applications of the Internet of Things (IoT).* [online]. Nedatováno. [cit. 25.02.2021]. Dostupné z: <https://www.fractal.com/en/blog/the-9-most-important-applications-of-the-internet-of-things>
45. **IT Pro team.** *Where is the IoT being deployed?* [online]. 26.07.2018. [cit. 23.02.2021]. Dostupné z: <https://www.itpro.co.uk/cloud-computing/28077/where-is-the-iot-being-deployed>
46. **Analytics Vidhya.** *10 Real World Applications of Internet of Things (IoT) – Explained in Videos.* [online]. 26.08.2016. [cit. 24.02.2021]. Dostupné z: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/08/10-youtube-videos-explaining-the-real-world-applications-of-internet-of-things-iot/>
47. **VADAKKANMARVEETTI, Jyotsna.** *Top Uses of IoT.* [online]. 18.05.2018. [cit. 24.02.2021]. Dostupné z: <https://www.jigsawacademy.com/top-uses-of-iot/>
48. **Otelco.** *Everything You Need to Know About Smart Home Technology.* [online]. Nedatováno. [cit. 26.02.2021]. Dostupné z: <https://www.otelco.com/resources/smart-home-guide/#home-automation-3>

49. **NULL, Christopher.** *Smart home guide for beginners: Make your home more convenient to live in without spending lots of time or money.* [online]. 23.12.2020. [cit. 26.02.2021]. Dostupné z: <https://www.techhive.com/article/3297744/smart-home-guide-for-beginners-how-to-make-your-home-more-convenient-to-live-in.html>
50. **ALZA.** *Smarthome.* [online]. Nedatováno. [cit. 05.02.2021]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/smarthome-inteligentni-domacnost/18855843.htm>