

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

Zlepšení kvality života prostřednictvím technologií IoT

Bc. Eliška Galambová

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Eliška Galambová

Informatika

Název práce

Zlepšení kvality života prostřednictvím technologií IoT

Název anglicky

Enhancing Life Quality Through IoT Technology

Cíle práce

Cílem práce je pokusit se za pomoci technologií IoT (internetu věcí) navrhnout několik řešení, jak zlepšit kvalitu života vybraným typům lidí. Jednotlivá řešení budou zaměřená především na kvalitu života v domácnosti, ale zároveň i kompatibilitu s okolním světem. Každé řešení bude zároveň obsahovat i finanční kalkulaci případného nasazení navrženého řešení.

Metodika

Na základě vypracované teoretické rešerše bude navrženo několik řešení chytrých domácností (případně dalších komponentů mimo domácnost, které přispějí ke zvýšení kvality života) pro vybrané typy osob. Jedná se například o handicapované osoby různého typu, osoby vlastnící domácí zvíře, děti apod.

U každého návrhu řešení bude provedena kalkulace, zhodnocení, případně vizualizace. V závěru pak budou celková vyhodnocení jednotlivých řešení, která budou doprovázena příslušnými doporučeními.

Doporučený rozsah práce

50-60 stran

Klíčová slova

chytrá domácnost, internet věcí, zlepšení kvality života, IoT, Wi-Fi, Bluetooth, Smart Home, automatizační technologie

Doporučené zdroje informací

BK Tripathy, J Anuradha. 2017. Internet of Things (IoT). Taylor & Francis Ltd, 2017. 9781138035003.
Malý, Martin. 2017. Hradla, volty, jednočipy. CZ.NIC, 2017. 978-80-88168-23-2.
Shackelford, Scott J. 2020. The Internet of Things. Oxford University Press Inc, 2020. 9780190943806.
Sinclair, Bruce. 2017. IoT Inc: How Your Company Can Use the Internet of Things to Win in the Outcome Economy. místo neznámé : McGraw-Hill Education, 2017. 9781260025897.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 31. 5. 2022

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zlepšení kvality života prostřednictvím technologií IoT" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Ing. Jiřímu Vaňkovi, Ph.D. za profesionální vedení a veškeré cenné rady a připomínky, které mi během zpracovávání práce předal. Dále bych chtěla poděkovat panu Janu Pitrovi ze spol. Loxone za věnovaný čas a informace, které mi během odborných konzultací chytrých domácností předal.

Zlepšení kvality života prostřednictvím technologií IoT

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je zaměřit se na zlepšení kvality života prostřednictvím technologií IoT u různých typů osob, konkrétně u běžných uživatelů, neslyšících osob a osob s tělesným postižením (vozičkáři různé úrovně postižení).

Teoretická část práce se zabývá představením internetu věcí, kdy pojednává o jeho historii, využití a budoucím vývoji. Mimo to se věnuje architektuře internetu věcí a technologiím, které se pro internet věcí používají.

Náplň praktické části spočívá ve vypracování dvou variant každé domácnosti, tedy celkově šesti návrhů chytrých domácností. Vždy se jedná o variantu Basic, která je sestavená z běžně dostupných zařízení a variantu Premium, která je sestavená prostřednictvím konzultací se společností Loxone, která se zabývá sestavováním návrhů chytrých domácností na míru.

Přínosem a smyslem práce je vypracování několika návrhů domácností, prostřednictvím kterých lze poukázat na příklady toho, jak je možné v závislosti na vybraném typu osoby sestavit a nakonfigurovat domácnost za účelem zlepšení kvality života.

Klíčová slova: chytrá domácnost, internet věcí, zlepšení kvality života, IoT, Wi-Fi, Bluetooth, Smart Home, automatizační technologie

Enhancing Life Quality Through IoT Technology

Abstract

The subject of the thesis is to focus on enhancing the quality of life through IoT technologies for different types of people, specifically for normal users, deaf people and people with physical disabilities (wheelchair users with different levels of disabilities).

The theoretical part of the thesis deals with the introduction of IoT by discussing its history, usage and future development. Besides, it discusses the architecture of IoT and the technologies that are used in IoT.

The practical part includes the creation of two variants of each smart home, in total six smart home solutions. In each case, there is a Basic variant, which is built from commonly available devices, and a Premium variant, which is built through consultations with specialist from Loxone company which deals with building customised smart homes.

The contribution and purpose of the thesis is the creation of several smart home solutions, through which it is possible to show examples of how, depending on the type of person chosen, a smart home can be set up and configured to improve quality of life.

Keywords: smart home, internet of things, enhancing life quality, IoT, Wi-Fi, Bluetooth, automation technology

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 10 |
| 2 Cíl práce a metodika | 11 |
| 2.1 Cíl práce | 11 |
| 2.2 Metodika..... | 11 |
| 3 Teoretická východiska | 12 |
| 3.1 Internet věcí | 12 |
| 3.1.1 Historie..... | 13 |
| 3.1.2 Současné využití | 15 |
| 3.2 Architektura a využívané technologie..... | 18 |
| 3.3 Technologie | 22 |
| 3.3.1 Drátové technologie | 23 |
| 3.3.2 Bezdrátové technologie..... | 25 |
| 3.4 Chytrá domácnost..... | 31 |
| 3.4.1 Dodavatelé | 32 |
| 3.5 Bezpečnost..... | 36 |
| 3.6 Budoucnost a vize | 37 |
| 4 Vlastní práce | 39 |
| 4.1 Vzorový byt..... | 39 |
| 4.2 Metodika výběru jednotlivých komponentů a vytvoření domácnosti | 40 |
| 4.2.1 Varianta Basic | 41 |
| 4.3 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele | 48 |
| 4.3.1 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele – varianta Basic | 49 |
| 4.3.2 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele – varianta Premium..... | 53 |
| 4.3.3 Návrh automatizací a scén | 55 |
| 4.4 Chytrá domácnost pro tělesně postiženého | 57 |
| 4.4.1 Chytrá domácnost pro tělesně postiženého – varianta Basic | 58 |
| 4.4.2 Chytrá domácnost pro tělesně postiženého – varianta Premium | 62 |
| 4.4.3 Návrh automatizací a scén | 64 |
| 4.5 Chytrá domácnost pro neslyšícího | 67 |
| 4.5.1 Chytrá domácnost pro neslyšícího – varianta Basic | 67 |
| 4.5.2 Chytrá domácnost pro neslyšícího – varianta Premium..... | 72 |
| 4.5.3 Návrh automatizací a scén | 74 |
| 4.6 Porovnání variant | 76 |
| 4.6.1 Varianta Basic | 76 |

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| 4.6.2 | Varianta Premium | 78 |
| 5 | Výsledky a diskuse | 80 |
| 5.1 | Běžná domácnost | 80 |
| 5.2 | Domácnost pro tělesně postižené | 81 |
| 5.3 | Domácnost pro neslyšící | 83 |
| 6 | Závěr..... | 84 |
| 7 | Citovaná literatura..... | 85 |
| 8 | Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk | 90 |
| 8.1 | Seznam obrázků | 90 |
| 8.2 | Seznam tabulek | 91 |
| Přílohy..... | Přílohy..... | 92 |

1 Úvod

Objev počítačů a později i internetu je pro lidstvo jedním z nejdůležitějších a nejzlomovějších okamžiků v novodobé historii. Ať už pro vědu, nebo pro osobní používání, jsou počítače i internet věcmi, bez kterých bychom si jen těžko představili dnešní svět.

Staly se neodmyslitelnou součástí našeho každodenního života, a to ať už v profesní oblasti, tak i v té osobní. Díky dostupnosti internetu je možné takřka každé zařízení zapojit do sítě a umožnit tak komunikaci mezi sebou, sběr a shromažďování dat, případně jejich analýzu.

To umožnilo rozkvět technologiím Internet of Things – Internet věcí, zkráceně IoT. Technologie IoT se využívá v mnoha odvětvích jako například doprava, průmysl, zemědělství, ale také běžná domácnost.

Převážně chytrá domácnost se v posledních letech stává obrovským trendem. Tvoří ji běžné spotřebiče s tím rozdílem, že jsou připojená na internet. S využitím technologií může uživatel například na dálku ovládat osvětlení v domácnosti, regulovat teplotu, nebo zajistit zabezpečení objektu na dálku v případě nepřítomnosti.

Zařízení, která se v domácnostech využívají se zaměřují především na komfort uživatele. Otázkou však je, zda je možné přispět prostřednictvím IoT vybraným skupinám lidí tak, aby se jejich kvalita života zvýšila. Jedná se například o hendikepované osoby (různého typu postižení), domácnosti s dětmi nebo mazlíčky, nadšence do technologií, udržitelnosti atd.

Cílem této práce je navrhnout několik variant chytrých domácností, které by dokázaly svým uživatelům ulehčit život a zvýšit tak jeho kvalitu za pomoci dostupných technologií. Pro některé z výše zmíněných skupin osob bude vyhotoveno více variací chytré domácnosti na základě vybraných kritérií.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je pokusit se za pomoci technologií IoT (internetu věcí) navrhnout několik řešení, jak zlepšit kvalitu života vybraným typům lidí. Jednotlivá řešení budou zaměřená především na kvalitu života v domácnosti, ale zároveň i kompatibilitu s okolním světem. Každé řešení bude zároveň obsahovat i finanční kalkulaci případného nasazení navrženého řešení.

2.2 Metodika

Na základě vypracované teoretické rešerše bude navrženo několik řešení chytrých domácností (případně dalších komponentů mimo domácnost, které přispějí ke zvýšení kvality života) pro vybrané typy osob. Jedná se například o handicapované osoby různého typu, osoby vlastníci domácí zvíře, děti apod.

U každého návrhu řešení bude provedena kalkulace, zhodnocení, případně vizualizace. V závěru pak budou celková vyhodnocení jednotlivých řešení, která budou doprovázena příslušnými doporučeními.

3 Teoretická východiska

V následující teoretické části je stručně zmíněna historie, postupně jsou v několika kapitolách demonstrovány základní principy, architektura a fungování technologií internetu věcí. Další kapitoly pojednávají o současném využití IoT s představením některých hlavních dodavatelů v ČR. Na závěr je zmíněna bezpečnost spolu s vizemi do budoucna.

3.1 Internet věcí

Internet věcí je primárně postaven na síti internet. Internet byl zpočátku školním projektem, poté byl využíván armádou, a nakonec ho používá snad téměř každý člověk na světě. Postupem času se z internetu stala mohutná síť, známá především díky stránkám typů WWW (World Wide Web), na kterých jsou uživateli zobrazovány a komunikovány stránky uložené na serverech.

S narůstající oblíbeností této sítě vzniká přímo úměrná snaha připojit do internetu co nejvíce objektů za účelem vzájemné komunikace objektů a sběru dat. To zapříčinilo vznik několika odvětví, mezi které právě spadá i internet věcí. Dalšími obory jsou například internet osob (IoP), internet služeb (IoS), internet médií (IoM), nebo například internet energetiky (IoE).

Internet věcí si lze tedy představit jako soubor chytrých objektů, které jsou aktivními prvky v obchodních, průmyslových, sociálních a informačních procesech, ale i prvky se kterými pracujeme v běžném životě. Jednotlivé objekty mezi sebou mohou komunikovat, interagovat, vyměňovat si informace a na základě dodaných informací jsou schopná reagovat bez zásahu člověka, případně podávat reporty nashromážděných dat. Veškerá komunikace je zprostředkována především pomocí sítě internet, avšak jednotlivá dílčí zařízení mohou komunikovat prostřednictvím RFID (Radio Frequency Identification) a dalších bezdrátových komunikačních prostředků. (1)

3.1.1 Historie

Stejně jako u většiny známých technologií, internet věcí začal vznikat mnohem dříve, než se stal populárním. Prvopočátky této technologie nebyly ani zprvu nazývány jako internet of things. na úplném začátku v devadesátých letech dvacátého století byl internet věcí nazván jako embedded Internet, neboli vestavěný internet. Dalším používaným termínem byla také M2M zařízení (machine-to-machine).

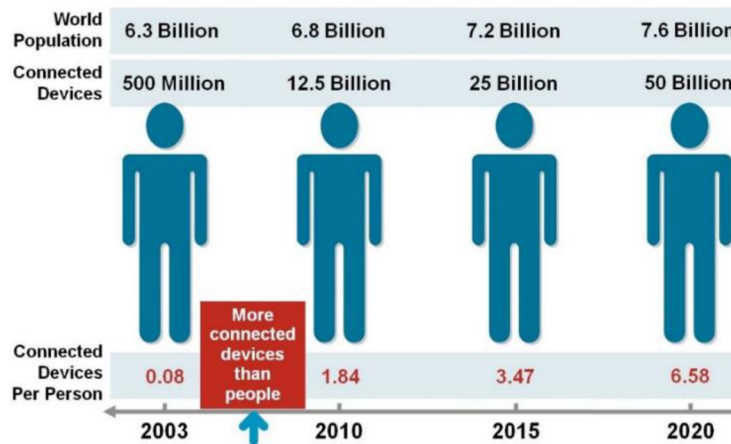
Výraz Internet of Things poprvé použil britský inženýr Kevin Ashton, který byl v té době známý jako brand manažer značky Procter & Gamble. Tento výraz poprvé uvedl ve své prezentaci v roce 1998, kde bylo jeho vizí vyřešit tehdejší rozsáhlý problém s dodavatelským řetězcem a sledováním zboží. Ashton měl představu, že jednoho dne bude moct být každé zboží připojeno k internetu a hlásit svou polohu pomocí chytrého tagu, který by se na zboží nacházel.

Zanedlouho v roce 1999 založil spolu s dalšími společníky společnost MIT Auto-ID centrum, jejímž cílem bylo vyvinout elektronický kód produktu fungující na RFID technologii (Radio Frequency Identification).

V té době ale bohužel ještě nebyly tak příznivé podmínky pro to, aby se mohl internet věcí dále rozvíjet, respektive nebylo tak jednoduché ho dostat do podvědomí společnosti jako něco nepostradatelného. Internet věcí se tedy o svou oblíbenost zasloužil až o několik let později.

Další velké rozšíření internetu věcí bylo mezi roky 2008-2009, kdy společnost Cisco oznámila, že počet připojených zařízení k internetu přesáhl počet žijících obyvatel na světě. Rozvoj také podpořil vznik IPv6, který zajistit dostatečné množství adres pro všechna zařízení a dovolil tak rozšíření zařízení internetu věcí do celého světa. (1) (2) (3)

Obrázek: 1 Moment, kdy počet zařízení přesáhl počet lidí na Zemi

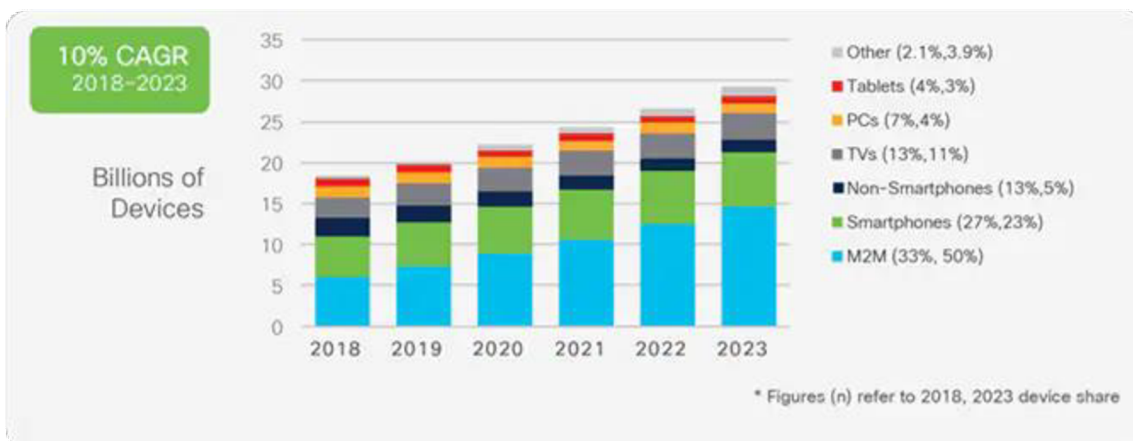


Zdroj: <https://pavelpohanka.cz/internet-of-things/>

Na základě predikcí společnosti CISCO z roku 2011 byl předpoklad, že v roce 2020 bude k internetu připojeno více než 50 miliard zařízení. Ve srovnání s aktuálními daty, současný počet připojení je okolo 30 miliard.

Co je ale určitě zajímavé je, že více než polovinu připojení tvoří M2M zařízení, tedy internet věcí. Predikovaný průměrný počet zařízení na obyvatele je v roce 2023 3,6 zařízení. Největší počet zařízení na obyvatele je v Severní Americe s 13,4 zařízeními. Na druhém místě je západní Evropa s 9,4 zařízeními na obyvatele. U dalších oblastí světa jako latinská Amerika, střední východ, Afrika, střední a východní Evropa a pacifická Asie se počet zařízení na obyvatele pohybuje mezi 1,5 – 4 zařízeními. (4) (5)

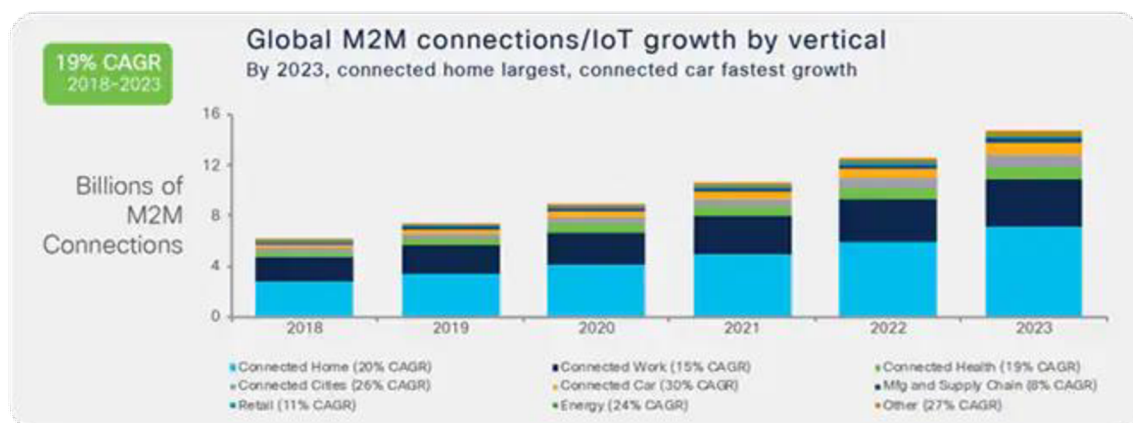
Obrázek: 2 Rozdělení typu zařízení připojených k internetu



Zdroj: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

Dalším zajímavých grafem společnosti CISCO je znázornění jednotlivých kategorií zařízení internetu věcí. Z grafu lze vyčíst, že více než polovinu existujících připojení tvoří zařízení spojená s domácností. Druhou nejzastoupenější kategorií jsou připojení pracovní. Další kategorie jako například zdraví, smart city, auta atd. (viz obrázek) tvoří podstatně menší zastoupení. (5)

Obrázek: 3 Rozbor připojených IoT zařízení v letech 2018-2023 dle kategorií

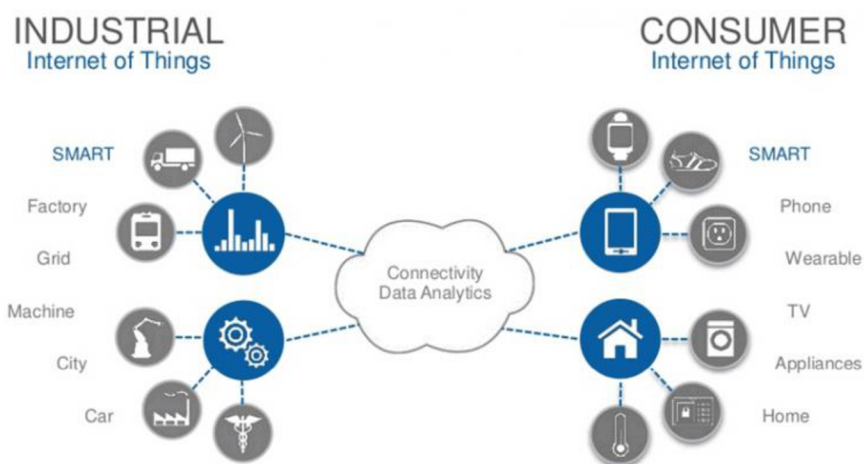


Zdroj: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

3.1.2 Současné využití

Internet věcí lze rozdělit do dvou hlavních kategorií, kterými jsou průmyslový internet věcí a spotřebitelský internet věcí. Průmyslový internet věcí se objevuje především v prostředí firem a výrobních podniků, zatímco spotřebitelský internet věcí je převážně zaměřený na koncového zákazníka - spotřebitele. Neznamena to však, že všechna zařízení mají jednoznačně vytyčenou kategorii, ve které by měla být používána. Mnoho zařízení lze využívat jak v průmyslovém, tak i ve spotřebitelském sektoru.

Obrázek: 4 Využití IoT v průmyslu (IIoT) a domácnostech (CIoT)



Zdroj: https://www.linkedin.com/pulse/good-executive-summary-digital-transformation-candemir-turker/?trk=public_profile_article_view

U průmyslového internetu věcí, pro který se v praxi používá také název IIoT (Industrial Internet of Things) se jedná převážně o zařízení napomáhající zefektivnit výrobu, urychlit pracovní procesy a snížit podniku náklady. Tato zařízení jsou schopna monitorovat, shromažďovat data, popřípadě upozorňovat na důležité poznatky. (6)

V zásadě se vždy jedná o kombinace několika senzorů a dalších chytrých zařízení najednou. Jedná se o chytré stroje shromažďující veškerá data o svém provozu, která jsou schopna reagovat na různé akce, nebo hodnoty v reálném čase. Stroje jsou schopné podávat informace o tom, jak dlouho zabere výroba určitého množství výrobku, jaký je stav skladových zásob, nebo zda postupuje výroba podle výrobního plánu.

Další výhodou chytrých strojů je možnost předčasně upozorňovat na zhoršenou kondici strojů a předcházet tak jejich poškození, nebo úplnému zničení. To následně vede ke snížení celkových oprav nebo nákupu nových strojů, což vede ke snížení nákladů za vybavení podniku. Zároveň je díky monitorování výroby možné vyrábět tzv. „just in time“, kdy podnik skladuje jen tolik surovin, kolik jich potřebuje na udržení správného chodu podniku. To vede například ke zmenšení skladových prostorů a opět ke snížení nákladů. (6)

Kromě vnitropodnikových procesů je možné díky IIoT zefektivnit také komunikaci s dodavateli, kteří na základě informací o skladových zásobách aj. mohou rychleji reagovat na jejich dodání/doplnění. Všechna nashromážděná data se nakonec dají

využit i ve sféře managementu, kdy je na základě dat ohledně výroby a prodeje možné uzpůsobit další vývoj podniku.

Kromě procesů spojených s výrobou se internet věcí využívá ve velkém měřítku i v zemědělství, kde stejně jako ve výrobě představuje možnost poměrně velkých úspor na nákladech.

Na rozdíl od výroby je v zemědělství možné implementovat IoT do mnohem více procesů. Existují senzory, které kontrolují vlhkost, teplotu, složení půdy, hustotou úrody, zdravotní stav rostlin, pohyb dobytka, jejich obvyklé chování a další jiné hodnoty, které jsou podstatné pro kvalitní úrodu, případně kondici zvířat. Na základě nasbíraných dat jsou stroje schopné půdu obhospodařovat, jak nejlépe to jen jde. Stroje určují množství vody a zalévají podle toho, jak je půda zavlažená. Stejně tak se do půdy doplňují jen živiny, které jí chybí. U sklizně stroje rozpoznají, kde je úroda jak hustá a na základě toho jezdí stroje pomalu, nebo rychleji. (7)

Mimo chytrých strojů a senzorů monitorujících výrobu apod. lze IoT využívat i ke správě budov, a to například pomocí chytrých vodoměrů, termostatů, osvětlení atd., kdy lze prostřednictvím jejich použití dosáhnout úspory nákladů i lepší ekologické úrovně.

S průmyslovým internetem věcí se setkáme dále například v dopravě, zdravotnictví, ve městech (smart city) a dalších velkých industriálních odvětvích. (8)

Se spotřebitelským internetem věcí se lze setkat ve spojitosti s chytrými domácnostmi, nebo zvyšováním kvality a pohodlí uživatele. Pojem chytrá domácnost neboli smart home představuje domácnost, která je doplněna o nejrůznější senzory a běžné spotřebiče, které jsou schopné navzájem komunikovat, popřípadě být připojené k internetu.

Zařízení lze kategorizovat na základě jejich využití. Do první kategorie je možné zařadit základní vybavení chytré domácnosti, kterými jsou například chytré termostaty, osvětlení, kamerové systémy, zámky, zvonky atd. Tato zařízení zajišťují především bezpečnější domácnost – ať už se jedná o hrozby zvenčí (krádež, ...), nebo zevnitř (požár, ...).

Dalším stupněm zařízení domácnosti jsou spotřebiče, které už pocitově zpříjemní uživateli jejich používání. Do této kategorie patří různé osvětlení, zvlhčovače vzduchu, vysavače, mopy, zásuvky, žaluzie, televize, pračky, lednice, reproduktory, ale například i chytré květináče, příslušenství pro domácí mazlíčky, nebo vybavení na zahradu (zavlažovací systémy) a mnoho dalších.

Pro správu zařízení se využívají centrální/řídící jednotky, které sjednocují všechny spotřebiče a senzory do jednoho celku a umožňují tak jednoduché ovládání. Často jsou umístěny na chodbách nebo v kuchyních jako menší obrazovky velikosti tabletu. Dalším způsobem propojení všech zařízení jsou huby, které se ovládají prostřednictvím mobilních aplikací nebo hlasových asistentů.

Poslední kategorií jsou zařízení, která jsou přímo určena pro uživatele, a to například chytré hodinky, fitness náramky, prsteny, oblečení atd.

3.2 Architektura a využívané technologie

Architekturu internetu věcí lze rozdělit do čtyř hlavních vrstev. Vrchní vrstvou modelu je vrstva snímání objektů, která zprostředkovává získávání dat snímáním fyzických objektů. Druhou vrstvou je vrstva výměny dat, na které probíhá odesílání dat ze senzorů a dalších fyzických objektů do sítě, kde následně na informačně-integritní vrstvě probíhá zpracování nejednoznačných dat, filtrace nežádoucích dat a integrace hlavních informací do využitelných znalostí pro uživatele. Poslední vrstvou modelu je vrstva aplikačních služeb, která slouží uživateli pro zobrazování zpracovaných dat. (9)

Další možností, jak charakterizovat architekturu internetu věcí je prostřednictvím tří hlavních komponent, a to hardwaru, middlewaru a softwaru. Pokud bychom chtěli tyto komponenty přirovnat k výše popsanému modelu, pro první dvě vrstvy by byl nejdůležitější hardware, pro informačně-integritní vrstvu middleware a pro aplikační vrstvu je nejdůležitější software.

Obrázek: 5 Architektura IoT



Zdroj: Vlastní zpracování

Hardware představuje veškeré fyzické vybavení zařízení - komponenty počítačů atd. Dále představuje zařízení, která jsou schopna generovat data, různá datová úložiště, nebo výpočetní a komunikační infrastrukturu. V podstatě vše, co lze fyzicky, na rozdíl od middlewaru a softwaru, ohmatat. (10)

Middleware je software, který umožňuje snazší komunikaci a distribuci dat mezi různými aplikacemi. Nachází se mezi operačním systémem a aplikacemi a tvoří pro aplikace jednotné rozhraní neboli tzv. potrubí. Pro internet věcí middleware představuje možnost propojení jednotlivých zařízení internetu věcí doprovázeným sběrem dat, jejich uložení a následné zpracování mezi různými systémy. (11)

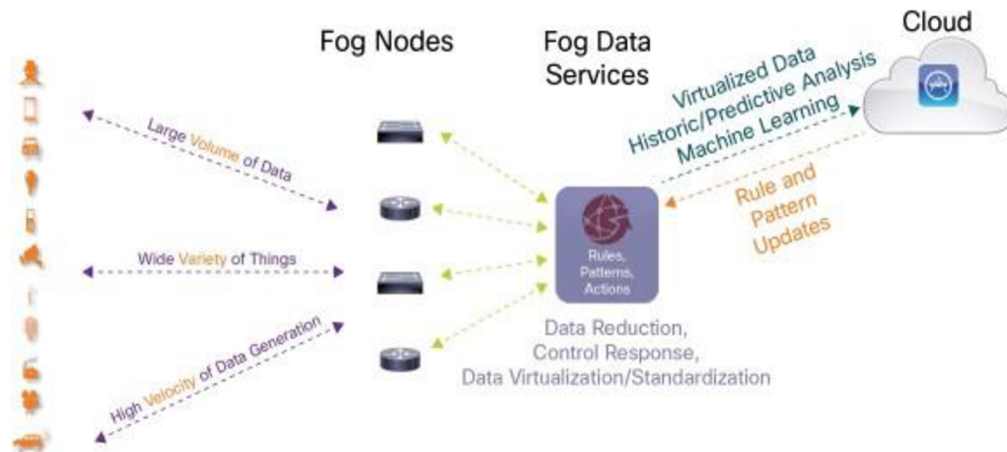
Software pak představuje veškeré programové vybavení zařízení neboli vše, co naopak nahmatat nelze. Software je komponent, pomocí kterého uživatel ovládá a komunikuje se zařízeními, je schopen z něj vyčíst shromážděná data, případně je dále upravovat, analyzovat, nebo se na základě nich rozhodovat. Práce se softwarem nemusí být ale řízená pouze uživatelem. Existují možnosti, jak software nastavit tak, aby sám reagoval na některé konkrétní situace specifickými akcemi (automatizace apod.). (10)

Veškerá generovaná data jsou uložena převážně na cloudech. Jednotlivá zařízení mezi sebou potřebují komunikovat. Způsob, jakým komunikace probíhá lze rozdělit na tři způsoby a to, komunikace mezi zařízeními navzájem, kdy lze mluvit o tzv. Fog Computingu, komunikace ze zařízení do cloudu, nebo mezi cloudy. (10)

Komunikaci mezi zařízeními zastřešuje Fog Computing. Ten je na rozdíl od Cloud Computingu schopný sbírat, ukládat a analyzovat data fyzicky blíž uživateli nebo koncovým zařízením. Fog Computing představuje most mezi připojenými zařízeními a Cloudem,

kdy na Cloud posílá už očištěná data, a tím tak šetří místo na Cloudu, kapacitu sítě, případně náklady vynaložené na provoz Cloudu. (12)

Obrázek: 6 Fog Computing



Zdroj: <https://www.iot-portal.cz/2017/06/16/fog-computing/>

Stejně jako u Cloud Computingu se jedná o virtualizovaný systém poskytující služby on demand – na vyžádání. Fog Computing využívá přednosti Edge Computingu, který využívá výpočetní výkon dostupný v lokální síti a zároveň i Cloud Computingu, který naopak využívá výpočetní výkon dostupný z cloudových center. Díky těmto přednostem se jeví jako nejvhodnější variantou pro IoT. (13)

Hlavní výhodou Fog Computingu je možnost zařízení reagovat na některé události značně rychleji, a to v řádu několika milisekund. To je způsobeno tím, že zařízení nemusejí data posílat na cloud a pak zase zpět.

Tato přednost je využitelná spíše v IIoT, vzhledem k tomu, že je zde větší pravděpodobnost havárií v případě pozdější reakce zaviněné latencí. U většiny CIoT (Customer Internet of Things) není potřeba, aby zařízení reagovala neprodleně. To se samozřejmě netýká bezpečnostních senzorů apod. (10)

U klasického cloudu IoT zařízení posílají data přímo na cloud, kde jsou analyzována a případné příkazy k reakci na základě získaných dat jsou posílané až tam.

Cloud lze dělit podle přístupnosti, nebo množství služeb, které zákazníkovi zaopatřuje. Z hlediska přístupnosti se lze setkat se čtyřmi typy cloudu, jimiž je privátní cloud, veřejný cloud, komunitní cloud a hybridní cloud.

Privátní cloud využívají především organizace, protože k němu má přístup pouze provozovatel. To znamená, že provozovatel je zároveň i uživatel. Jedná se však o velmi nákladné, ale bezpečné řešení.

Veřejné cloudy slouží pro veřejnost, kdy uživatelé libovolně nahrávají a stahují soubory na základě podmínek, které určuje provozovatel. U tohoto typu cloudu je uživatel a provozovatel někdo jiný. Proto je třeba brát zvýšenou pozornost na bezpečnost dat, která jsou na cloudu uložena. Vzhledem k mohutnosti řešení model využívá myšlenky economy of scale, kdy dochází ke snížení nákladů pomocí jejich rozdělení mezi všechny uživatele.

Komunitní cloudy dosahují většinou malých rozměrů a jsou určeny komunitám s podobným záměrem. Hlavní předností cloudu je vidina ušetření nákladů.

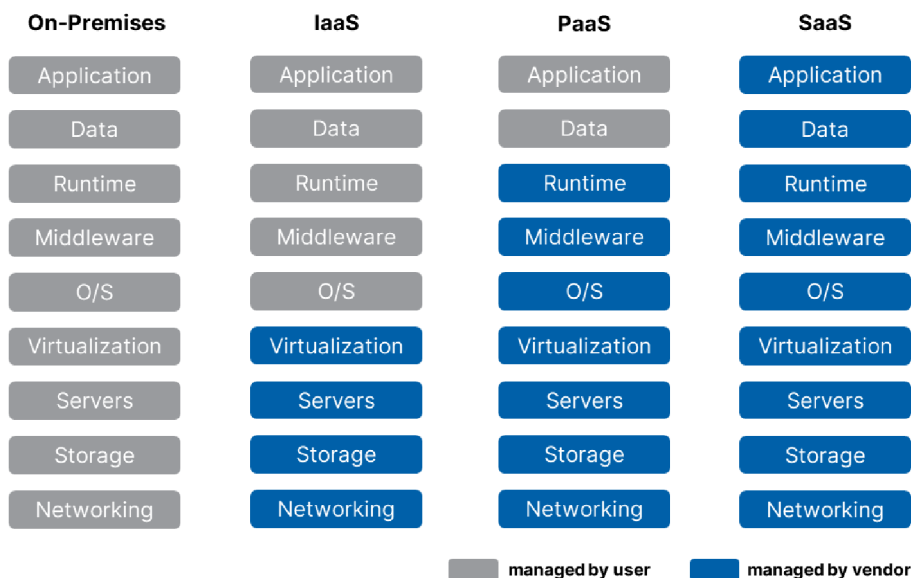
Hybridní cloud tvoří kombinace všech předchozích cloudů dohromady. Data je potřeba rozdělovat na ty, která mohou být uložena na veřejném cloudu a na ty, která musí být na privátním cloudu. Využívá se tak modelu s částečnou sdílenou infrastrukturou a neúplnou izolací. U IoT se nejvíce setkáme právě s hybridním cloudem, kdy služby, které běží na veřejném cloudu může využívat kdokoliv, ale ke službám, které fungují na privátním cloudu, mají přístup pouze příslušní uživatelé. (např. G-suite, Office 365, Amazon atd.) (14)

U rozdělení podle poskytovaných služeb mluvíme o tzv. as a service modelech. Ty rozdělují architekturu cloudu do několika vrstev a na základě vybrané služby jsou vrstvy obstarávány provozovatelem cloudu, nebo uživatelem.

Základní rozdělení modelů je na Infrastructure as a service (IaaS), Platform as a service (PaaS) a Software as a service (SaaS). Uživatel si na základě svých možností a preferencí může vybrat, co vše si chce spravovat sám a co nechá

naopak na provozovateli. Důležitá je i cena, která s pohodlností údržby a provozování cloudu roste.

Obrázek: 7 Rozdíly mezi službami On-Premises, IaaS, PaaS a SaaS



Zdroj: <https://forum.huawei.com/enterprise/en/the-key-differences-between-on-premise-saas-paas-iaas/thread/780671->

893

3.3 Technologie

Jednou z klíčových vlastností internetu věcí je schopnost zařízení mezi sebou komunikovat. Způsobů, kterým probíhá mezi zařízeními výměna dat je několik. U přenosu dat je důležité si uvědomit, za jakým účelem má být zařízení využíváno.

Důležitými aspekty, nad kterými je dobré se před pořizováním chytrých zařízení zamyslet jsou:

- vzdálenost – na kterou má být zařízení schopno komunikovat – předávat data
- spotřeba energie – jak dlouho by mělo zařízení vydržet na jedno nabití
- rychlost přenosu – jaká by měla být přenosová rychlost u zapojeného zařízení (odvíjí se od toho, zda je potřeba data ze zařízení distribuovat neprodleně, nebo s malým zpožděním a od požadované kvality výstupu)
- velikost dat – jak velká data budou ze zařízení odesílána

- frekvence – jaké frekvence jsou v místě zařízení dostupné (např. podzemí, těžce dostupná místa apod.)

Na základě těchto zodpovězených otázek se uživatel může rozhodnout, jaká přenosová technologie je pro jeho zvolené chytré zařízení ta nejvhodnější. (15) (16)

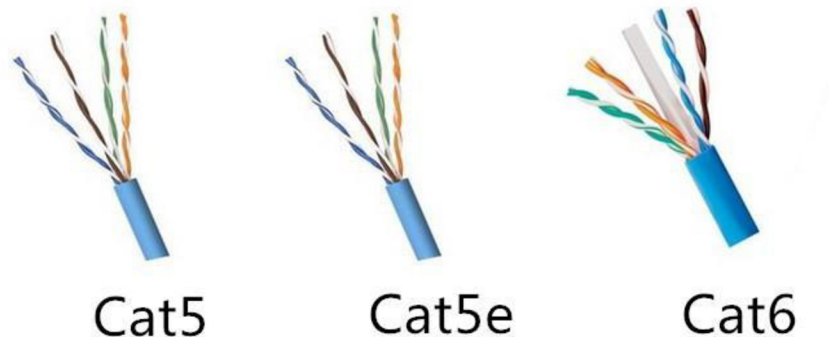
3.3.1 Drátové technologie

Nezákladnějším rozdělením přenosových technologií je na technologie drátové a bezdrátové. Drátové technologie mají výhodu v tom, že je připojení stabilní, a navíc funguje na velmi velké vzdálenosti (za pomoci různých posilovačů nebo repeaterů), kterých u bezdrátových technologií není možné dosáhnout (nebo velmi obtížně). Nevýhodou je nutnost vedení kabeláže, která je u většiny realizací internetu věcí velmi těžko realizovatelná. Například u chytrých domácností je nutné si v případě zamýšlení kabelového připojení naplánovat strukturu a rozmístění všech zařízení dopředu, protože je téměř vždy potřeba zasahovat do zdiva stavení, podlah, stropů apod.

U kabelového připojení je jedním z nejpoužívanější alternativou kroucená dvoulinka neboli UTP – unshielded twisted pair. Ta je tvořena dvojicí vodičů, které jsou do sebe symetricky zakrouceny. Důvodem, proč jsou do sebe vodiče zakrouceny je snížení působení vnějších vlivů, které mohou negativně ovlivňovat schopnost šíření posílaných dat. Proto se lze mnohdy setkat se stíněnou kroucenou dvoulinkou, tzv. STP neboli shielded twisted pair. Stínění tvoří další vrstvu vodiče, která znemožňuje okolním signálům elektromagnetického pole narušovat posílaný signál. Zároveň slouží i jako zábrana zevnitř, kdy snižuje vyzařování elektromagnetických vln. (17)

U Kroucené dvoulinky je možné standardně šířit signál na maximální vzdálenost zhruba 100 m. To se dá samozřejmě vyřešit různými huby, repeatery apod., které signál zopakují a posílají ho dál. Co se týče přenosové rychlosti, u kroucené dvoulinky kategorie 5 (cat5) lze dosahovat až 100 Mbps, u cat5e až 1Gbps a u kabelů kategorie 6 (cat6) až 10Gbps. (18)

Obrázek: 8 Rozdíl mezi UTP/STP cat5, cat5e, cat6



Zdroj: <http://cz.opticalpatchcable.com/news/what-is-the-difference-between-cat5-cat5e-an-24286378.html>

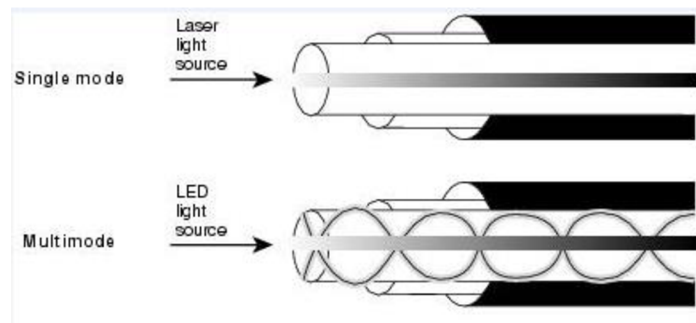
Mnohem efektívnejším prenosovým médiem je optické vlákno. To na rozdiel od metalické kroucené dvoúlinky používa k prenosu dát svetlo. Jadro optického vlákna je vyrobené buďto z plastu, alebo ze skla a dosahuje rozmerů jen několika mikrometrů (celý kabel je tak široký jen několik milimetrů).

V praxi se můžeme setkat s tzv. single mode optickými vlákny (jednovidová), která jsou poměrně drahá, ale za to kvalitní – dosahují maximální vzdálenosti až 100 km se zachováním vysoké prenosové rychlosti. Druhým typem optického vlákna je tzv. multimode vlákno (mnohovidové), které je levnější, což má negativní dopad na maximální možnou prenosovou vzdálenost. (19)

Výhodou optického kabelu je vysoká prenosová rychlost nebo vzdálenost, na kterou je vlákno schopné signál přenášet. Další výhodou je také necitlivost vůči elektromagnetickému rušení, nemožnost odposlechu šířeného signálu, nízká hmotnost i velikost kabelu.

Nevýhodou optických vláknem je jejich vysoká citlivost na mechanické namáhání (ohýbání apod.). Díky tomu je důležitá kvalitní instalace, která je často dost nákladná. Spolu s vyšší cenou optického kabelu je tak tato varianta poněkud dražší oproti metalickým kabelům. (19)

Obrázek: 9 Rozdíl mezi jednovidovým a mnohovidovým optickým kabelem



Zdroj: <https://www.cables-solutions.com/whats-difference-between-single-mode-optical-fiber-and-multi-mode-optical-fiber.html>

3.3.2 Bezdrátové technologie

Mnohem používanější variantou připojení chytrých zařízení a různých senzorů k internetu jsou bezdrátové technologie, které uživatele v porovnání s drátovými technologiemi nijak neomezují.

Stejně jako u drátových technologií, i u bezdrátových existuje více variant. Ty se liší na základě několika aspektů, které zároveň ovlivňují výše zmíněný seznam možných požadavků na zařízení.

IQRF

IQRF je Mesh technologie v sub-GHz ISM rádiových pásmech. To znamená, že fungují na nižších frekvencích pohybujících se v řádech stovek MHz. Technologie je určena pro přenos s nízkou rychlostí a objemem dat, ale na dlouhé vzdálenosti dosahující až stovky metrů. Své využití má především v IIoT a její výhodou je, že není potřeba vlastnit různé licence, nebo platit poplatky operátorovi za její používání. (20)

MQTT

MQ (Message Queuing) Telemetry Transport neboli MQTT je zkratka pro velmi jednoduchý a nenáročný protokol sloužící pro předávání zpráv mezi dvěma zařízeními. Protokol je určen pro komunikaci s úzkou šířkou pásma a vysokou latencí.

Základní podstatou fungování protokolu je distribuování zpráv prostřednictvím centrálního bodu, tzv. brokera. Ten zprávy vyměňuje mezi ostatními zařízeními na základě

jejich navolených preferencí. Zařízení může vystupovat buďto jako subscriber (odběratel), nebo publisher. Zprávy, které broker distribuuje jsou tříděny pomocí topiců (témat). Každé zařízení tak může mít nadefinováno, jaké zprávy (s jakými topicky) mu mají být brokerem zasílané v roli subscribera a jaké zprávy (s jakým topickem) zařízení tvoří. Zařízení může být zároveň jak subscriberem (přijímá data), tak publisherem (posílá data).

Obsah zprávy je obvykle malý, navíc je velikost omezena na 256 MB. Pro přenos využívá protokol TCP a od verze 3.1 podporuje MQTT zabezpečení paketu pomocí uživatelského jména a hesla. (21) (22)

MiWi

MiWi je nenáročným protokolem od značky Microchip Technology, který se řídí standardy IEEE 802.15.4. Je určený na krátké vzdálenosti a nízké přenosové rychlosti. Používá se například pro senzorové sítě, automatizované odečty, dálkové řízení a monitoring.

Funguje na frekvenci 2,4 GHz s dosahem od 20-50 metrů a podporuje všechny síťové typologie (strom, hvězdice, mesh). Dělí se na MiWi P2P (peer to peer) hvězdicovou síť a MiWi PRO mesh topologii (až 8000 uzlů a 64 hopů). (23)

NarrowBand IoT

NB-IoT je technologie speciálně vyvinutá pro IoT. Jedná se o úzkopásmovou LPWAN (Low Power Wide Area Network) technologii, která k přenosu dat využívá telekomunikační síť. Řídí se standardy 3GPP (partnerský projekt, který se stará o standardy ohledně mobilních komunikací).










Velkou výhodou NB-IoT je vysoké procento pokrytí území signálem, který má navíc vysokou propustnost. Například Vodafone garantuje v ČR 100% pokrytí plochy venkovním signálem a 94% pokrytí signálem uvnitř budov. Mimo to je technologie nenáročná na spotřebu energie, a tak zařízení vydrží bez výměny baterie až několik let. Přenosová rychlost se pohybuje okolo 50 kbps, šířka pásma je 200 kHz s dosahem až 15 km (164 dB).

Skrytou nevýhodou můžou být náklady na provoz, vzhledem k tomu, že k používání této technologie je potřeba užívat tarif u operátora. (24) (25)

Wi-Fi HaLow

Tak jako u NarrowBand IoT je i Wi-Fi HaLow vytvořena speciálně pro zařízení IoT. Stejně jako klasická Wi-Fi, je založena na technologii IEEE 802.11ah. Od té klasické se však primárně liší frekvencí, na které pracuje. Klasická Wi-Fi se pohybuje na frekvenci od 2,4 – 6 GHz, kdežto HaLow funguje na mnohem nižší frekvenci 900 MHz (v evropském kontextu 868 MHz). Rychlost připojení není nijak vysoká, avšak důležitější je dosah, který je predikován v optimálních podmínkách až na kilometr. Navíc, stejně jako u předchozích technologií, velkou výhodou je úspora energie vynaložená na provoz, a tak je možné zařízení napájet z baterie. (26) (27)

Obrázek: 10 Vlastnosti a výhody Wi-Fi HaLow

| Wi-Fi CERTIFIED HaLow™ for IoT | |
|---|--|
| Features | Benefits |
|  Sub-1 GHz spectrum operation |  Long range: approximately 1 km |
|  Narrow band OFDM channels |  Penetration through walls and other obstacles |
|  Several device power saving modes |  Supports coin cell battery devices for months or years |
|  Native IP support |  No need for proprietary hubs or gateways |
|  Latest Wi-Fi® security | |

Zdroj: <https://www.zive.cz/clanky/wi-fi-ma-noveho-sourozence-privitejte-halow-optimalizovane-pro-iot/sc-3-a-213581/default.aspx>

Bluetooth (LE)

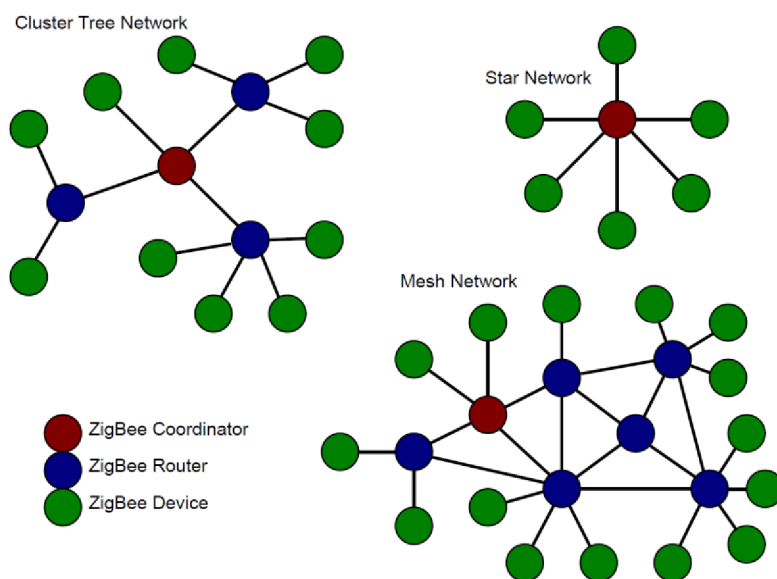
Podobně jako u Wi-Fi, i klasické Bluetooth má svoji nízko spotřební variantu. Přesněji se jedná o Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE), které bylo poprvé představeno v roce 2006 Nokii jako Wibree. Oficiálně pak bylo představeno v roce 2011, kdy neslo název Bluetooth 4.0, později 5.0. Hlavním rozdílem od klasického Bluetooth je primárně spotřeba energie, kterou na svůj provoz potřebuje. Je určeno pro menší přenos dat, není tedy vhodné pro přenos audia apod. Nízké spotřeby dosahuje tak, že se zařízení po odeslání dat přepne do úsporného režimu, a tak spotřebovává energii jen když opravdu potřebuje. Navíc má od verze 5.0 vyšší přenosovou rychlost – až 2 Mbps. Nakonec je důležité zmínit, že klasické

Bluetooth není s Bluetooth LE kompatibilní. Problém řeší například telefon, nebo jiné výkonnější zařízení, které podporuje dual mode Bluetooth modul a je schopen přenášet data mezi oběma protokoly. (28)

ZigBee

ZigBee je protokol bezdrátového připojení, který se řídí standardy IEEE 802.15.4. Je konstruovaný pro přenos malých objemů dat na krátké vzdálenosti zhruba do 75 metrů. Funguje na frekvencích 868 MHz, 902-928 MHz a 2,4 GHz a přenosová rychlost se pohybuje od 20 – 250 kbps. Velkou výhodou Zigbee je používání typologie mesh. Připojení je tak stabilnější a lze tak poměrně jednoduše vybudovat i větší síť (a to i v případě nevhodných podmínek – silné zdi apod.) Síť se skládá ze tří komponentů. V síti se vždy nachází jeden koordinátor, který je zodpovědný za řízení sítě a za konfiguraci a ověřování směrovačů a koncových zařízení. Zároveň funguje jako trust centrum a uchovává všechna citlivá data včetně šifrovacích klíčů. Další komponentou jsou směrovače, které posílají data z koncových zařízení koordinátorovi. Zvyšují spolehlivost sítě a fungují jako prostředek pro její rozšíření dosahu. Posledními komponenty jsou koncová zařízení, která pomocí směrovače komunikují s koordinátorem. Jedná se například o různé senzory, světla apod. (29) (30)

Obrázek: 11 ZigBee: typologie sítě - hvězda, strom, mesh



Zdroj: <http://zigbee.pbworks.com/w/page/25465049/ZigBee>

Z-wave

Protokol pro bezdrátové připojení Z-wave je známý především tím, že je velmi dobrým nástrojem pro automatizované řízení přístrojů chytré domácnosti a mezi svými konkurenty hraje dominantní roli. Hlavní výhodou je možnost využití přístrojů různých značek, a přitom zachování jejich vzájemné kompatibility a snadného ovládání. Protokol funguje na frekvenci 868,42 MHz a je tudíž odolný vůči rušivým signálům Wi-Fi apod. Přenosová rychlost je do 100 kbit/s. Dosah se pohybuje okolo 100 metrů venku a okolo 50 metrů uvnitř – záleží na prvcích, které se v okolí nachází. Stejně jako ZigBee, používá Z-wave topologii sítě typu mesh, a tak čím větší počet zařízení se v síti nachází, tím je dosah větší. Stejně jako u ostatních protokolů, jedná se o energeticky nenáročný protokol, který je určený pro přenos malých objemů dat a pro zařízení s baterií. (31) (32)

Sigfox

Sigfox je bezdrátová technologie spadající mezi tzv. LPWAN. Využívá se převážně u měřicích zařízení, a to kvůli energetické nenáročnosti a dlouhému dosahu až několika kilometrů. Jedná se například o různé odečty vody, plynu, elektřiny, parkovací senzory, senzory kouře, SmartCity, zabezpečovací zařízení, sledování údajů v logistickém odvětví a mnoho dalších. Sigfox funguje na frekvenci 868 MHz a používá topologie sítě typu hvězda. Na začátku roku 2022 však mateřská společnost ve Francii vstoupila do konkurzního řízení, a tak je budoucnost sigfoxu v České republice a ostatních zemích ohrožena. (33) (34)

Obrázek: 12 Architektura Sigfox sítě



Zdroj: <https://vyvoj.hw.cz/sigfox-princip-struktura-protokol-pouziti.html>

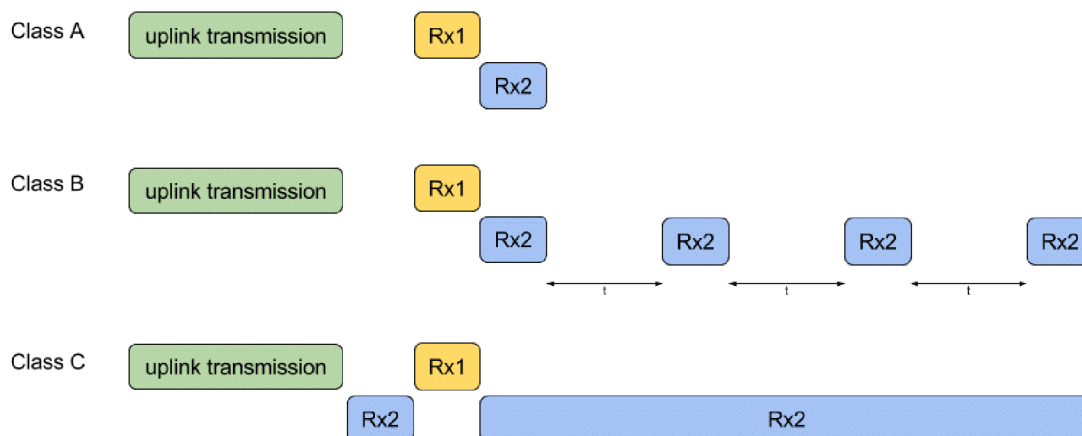
LoRaWAN

Long Range Wide Area Network neboli LoRaWAN je opět nízkopříkonový bezdrátový síťový protokol navržený primárně pro IoT zařízení. Používá typologii sítě typu hvězda, vysílá na frekvenci do 1 GHz a přenosová rychlost se pohybuje od 0,3 kbps do 50 kbps. K zajištění co nejdélejší výdrže baterie zařízení a udržení kapacity sítě, spravuje přenosovou rychlost a RF výstup síťový server LoRaWAN pomocí systému adaptivní rychlosti přenosu dat pro každé zařízení zvlášť. (35) (36)

Celkově existují tři třídy zařízení, a to: (36)

- Třída A – nejúspornější: jsou aktivní pouze, když chtějí odeslat zprávu. Poté naslouchají (přijímají odpovědi/zprávy) pouze omezený čas pro odpověď.
- Třída B – středně úsporná: funguje podobně jako třída A s tím rozdílem, že navíc naslouchá v nastavených intervalech (např. 1x denně)
- Třída C – nejméně úsporná: naslouchá nepřetržitě

Obrázek: 13 Třídy zařízení fungující na protokolu LoRaWAN rozdělené na základě uplinku a energetické náročnosti



Zdroj: <https://witekio.com/blog/lorawan-a-dedicated-iot-network/>

3.4 Chytrá domácnost

Chytrá domácnost je pojem, který v České republice narůstá velmi rychle na oblibě. Její podstatou je bydlení s využitím informačních technologií. Cílem chytré domácnosti může být zvýšení pohodlí, úspora zdrojů a větší přehled nad energiemi, nebo lepší zabezpečení. (37)

Domácnost se ovládá pomocí centrální jednotky, nebo různých ovládacích centrech. Řídící jednotku může představovat dotyková obrazovka zabudovaná nejčastěji na zdi v domácnosti, ale i mobilní, nebo webová aplikace. Záleží na komplexnosti a náročnosti používaných technologií a zařízení. (38)

Za chytrou domácnost lze považovat ledacos. Od domácností s několika jednoduchými zařízeními, jako jsou chytré žárovky a zásuvky, nebo i chytrá televize až po komplexní domácnosti se zabudovanými systémy na ovládání teploty, zavlažování, přístupů do objektu, kamer, měření spotřeby energií atd. (38)

Velký rozdíl mezi stupněm chytré domácnosti je také míra automatizace. Podstatou chytré domácnosti není pouze zjednodušení jejího ovládání, ale také přenechání úplné kontroly nad některými činnostmi. K tomu jsou automatizace nutností. Pro představu je možné nastavit různé scény, které budou představovat soubor několika činností. Například scéna noc může představovat vypnutí všech světel a některých spotřebičů v domácnosti, regulaci teploty na nižší stupeň (nebo úplné vypnutí vytápění), zapnutí pohybových senzorů v některých prostorách, zatažení žaluzií a podobně. (38)

O oblíbenost chytré domácnosti se značně podílela i pandemie Covid 19. Dle průzkumu firmy Netatmo a Ypsos mělo více času stráveného doma dopad na vnímání domácnosti 90 % respondentů. Lidé se nejvíce zajímali o komfort (43 %), energetickou náročnost (38 %) a zdravé prostředí domácnosti (27 %). Vylepšení domácnosti realizovalo 64 % dotazovaných respondentů, kdy se nejčastěji jednalo o zlepšení prostředí obývacího pokoje. Meziroční nárůst na trhu s chytrými produkty byl v letech 2019 a 2020 53,5 %. Očekává se, že se toto číslo bude dále zvyšovat. Co se týče České republiky, zařízení chytré domácnosti vlastní 40 % respondentů. (39)

Dalším důležitým faktem je i finanční situace domácnosti. Na základě dostupných dat z ČSÚ (Český statistický úřad) se ukázalo, že domácnosti s vyšším příjmem mají tendenci zajímat se (a investovat) o chytrou domácnost více než rodiny s nižším příjmem. V případě budování chytré domácnosti je tedy potřeba se zamyslet nad možnostmi, které jsou pro konkrétní domácnost reálné. (40)

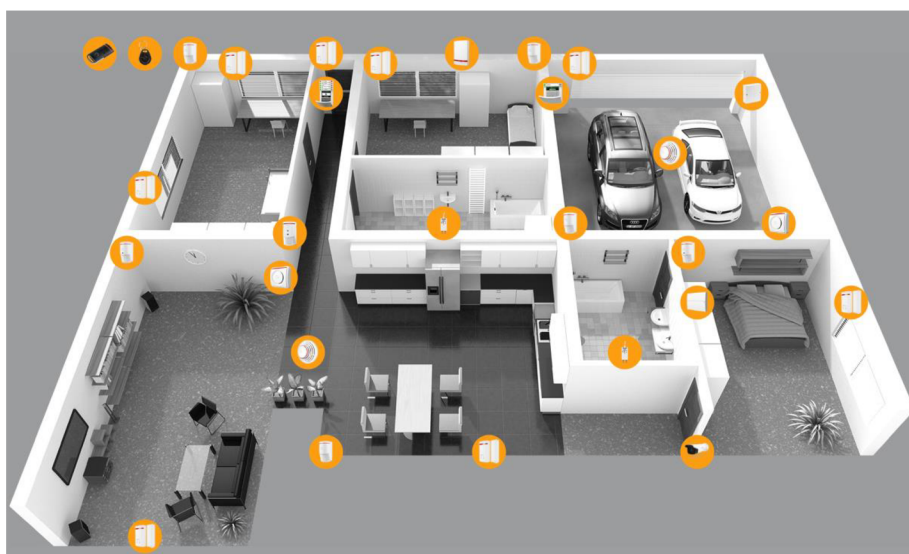
3.4.1 Dodavatelé

Na českém trhu se ve spojitosti s chytrými domácnostmi a budovami objevuje několik firem. Společnosti se soustředí buď na komplexní řešení domácností, nebo jen na některé odvětví, jako například osvětlení, senzory apod. Dalším rozhodujícím aspektem je u společností také uzavřenost jejich řešení. Některé firmy nabízejí sice komplexní řešení, ale co se týká přidávání dalších prvků ostatních výrobců do systému, jsou poměrně omezené. V této kapitole jsou představeny někteří z hlavních zástupců dodavatelů IoT, kteří dominují na našem trhu.

Jablotron

Společnost Jablotron vznikla v roce 1990 a je původem z České republiky. Aktuálně svá řešení distribuuje do 73 zemích světa a je proslulá především svou specializací na zabezpečovací komunikační systémy a bezpečnostní služby.

Obrázek: 14 Ukázka chytré domácnosti od Jablotronu - program 100+



Zdroj: <https://www.jablotron.com/cz/produkty/alarmy/jablotron-100/>

Jablotron na svých webových stránkách nabízí komplexní zařízení, ale zároveň nabízí i jednotlivé produkty jako jsou alarmy, autosortiment, chytré ovládání, topení a ventilace a monitor dechu. Nejzajímavějším je asi program Jablotron 100+, který nabízí alarmové zabezpečení, a kromě toho nabízí i možnost rozsvěcování světel, otevírání garážových vrat a závor, ovládání žaluzií nebo zavlažování.

Vše je možné ovládat manuálně nebo pomocí mobilní aplikace (popř. na počítači nebo tabletu). Alarm je navíc možné připojit na bezpečnostní centrum Jablotronu, kdy po neověřeném vstupu do objektu přijde uživateli (správci) SMS a v případě nutnosti existuje možnost vyslání zásahové jednotky přímo na místo dění. Tato služba se však platí paušálně, tudíž je to jistý náklad navíc. (41) (42)

Fibaro

Jedná se o poměrně mladou firmu, která vznikla se sídlem v Polsku v roce 2011. V České republice je distributorem jejich zařízení společnost YATUN s.r.o. Aktuálně se jedná o jednu z dominantních firem na trhu s IoT zařízeními. Fibaro vlastní více než 30 patentů a přibližně 150 registrovaných průmyslových návrhů.

Obrázek: 15 Chytrá domácnosti od Fibaro



Zdroj: <https://www.fibaro.com/cz/why-fibaro/>

Fibaro opět nabízí jak komplexní řešení, tak jednotlivá dílčí řešení. Věnuje se vytápění, osvětlení, bránám a žaluziím a bezpečnosti a ochraně. Zařízení lze ovládat prostřednictvím mobilní aplikace, centrální jednotky, počítače nebo tabletu, nebo hlasovým asistentem Lili. Případně se dá ovládat pomocí speciálních zařízení pro ovládání domácnosti (různá tlačítka,

ovladače apod.). Zařízení používají bezdrátový protokol Z-wave, tudíž jsou energeticky méně náročná. Navíc lze do domácnosti přidávat zařízení i od jiných výrobců. (43) (44) (45)

Loxone

Jedná se o rakouskou společnost, která vznikla v roce 2009 a svou jedinečností se vyznačuje používáním miniserveru s umělou inteligencí, díky kterému mezi sebou jednotlivé komponenty domácnosti můžou komunikovat a samostatně automatizovat většinu úloh z hlediska bezpečnosti, pohodlí a energetické efektivity. Mezi ovládané prvky patří osvětlení, vytápění, chlazení, stínění, alarm, hudba, přístup, energetický management, větrání, simulace přítomnosti, asistované bydlení, ovládání bazénu, vzdálený přístup, bezpečnostní vypnutí, zavlažování zahrady, detekce pohybu a mnoho dalších. Zajímavou funkcí, kterou Loxone poskytuje je při přítomnosti solárních panelů (fotovoltaika) možnost nabíjet z nashromážděné energie elektrický automobil.

Obrázek: 16 Chytrá domácnost od Loxone – varianta premium



Zdroj: <https://www.loxone.com/cscz/chytry-dum/inteligentni-domacnost-cena/>

Na webových stránkách nabízejí pro domácnost 3 varianty inteligentní elektroinstalace, a to variantu Clever, Premium a Exclusive. Varianty se liší v počtu

nainstalovaných zařízení a ceny se pohybují od 84 000 Kč do 373 000 Kč. Ostatní návrhy chytrého domu jsou konstruovány na míru na základě konzultací.

Systém se ovládá pomocí ovládacích prvků zavedených v domácnosti (vypínače, nástěnné obrazovky a tlačítka), mobilní aplikace nebo manuálně. Nicméně, většina zařízení by měla být ovládaná nezávisle na uživateli, a to prostřednictvím umělé inteligence centrálního miniserveru. (46) (47) (48)

INELS

Jedná se o produkt české firmy ELKO EP, který byl založen v roce 2007. INELS je jedním z prvních průkopníků v České republice, který začal vyvíjet a vyrábět inteligentní elektroinstalace pro domy a budovy. V současnosti se soustředí na sestavování komplexních řešení do chytrých domácností a své výroby vyváží do více než 70 zemí světa.

Obrázek: 17 Chytrá domácnost od iNels

iNELS Chytrý dům – když technologie spolupracují

iNELS

Sauna
Ovládejte saunu pomocí dotykového displeje nebo vzdáleně přes centrální aplikaci - nastavte si požadovanou teplotu nebo světelnou scénu pro navození ideální atmosféry. SCES tlačítko umístěné přímo v sauně v případě nouze po stisknutí vypne vytváření, osuše, vzhodotechniku a okamžitě přivolaá pomoc.

Kamery
Systém disponuje možností zapnout až 3D bezpečnostních kamer. Kamery je možné sledovat v aplikacích telefonu, tabletu i v televizi.

Multimédia
Z jednoho místa můžete sledovat hudbu po celém domě, zapnout rádio v koupelně nebo vypnout televizi, když mají děti odpočívát.

Kouřový detektor
Slouží ke včasnému varování před vznikajícím požárem. Služby jednotlivých alarmů jsou zaplány do Vašeho chytrého telefonu jako notifikace nebo informace v aplikaci, a také do Cloudového úložště.

Klimatizace
Pomocí spínácho prvku můžete v mobilní aplikaci vytvořit časové plány, které lze zapnout nebo vypnout na dálku. Kódy řízení se může sepnout také automaticky díky informacím z meteostanice.

Senzor kvality ovzduší
Cítíte se často ospalí, unavení, bolí Vás hlava nebo se neokážete soustředit? Se senzorem kvality vzduchu budete vědět, kdy vstoupit do místnosti čerstvý vzduch. A budete se cítit zase svěže.

Garáž
Přemýšlíte často o tom, jestli jste zavazek garáž před odjezdem do práce? U3 nemusíte. Chytrý dům si ji zavře sám.

Interkom
LARA i aplikace INELS nabízí možnost komunikace se členy rodiny v jednotlivých místnostech domu.

Spínání spotřebičů
Spínat lze prakticky každý elektrický spotřebič, který je zapojený do zásuvky.

Meteostanice
Meteostanice plní funkci nejen informací, ale měření velikosti se používají i pro následné řízení funkcí v domě.

Žaluzie
Zaluzie lze ovládat kterýmkoliv systémovým ovládacím, včetně aplikací.

OVLÁDÁNÍ
Smartphone
Tablet
Vypínač
Smart TV

Zápalkový detektor
Přiválkový detektor nebo ponocha vodvodou už Vás po návratu z výletu nepřekvapí. Zápalkový detektor vde varovnou informaci přímo do vašeho mobilního telefonu a vy můžete ihned reagovat.

Pohybový detektor
Nabízíme rychlé řešení, jak se dozvuk o nezádočních pohybu, i když nejste v hřidáném prostoru - pomocí notifikace ve Vašem chytrém telefonu nebo na Cloudovém úložště.

Okenní/dveřní detektor
Magnetický detektor signalizuje pro detekci otevření okna a dveří v hřidáných prostorách. Stav alarmu můžete sledovat neustále na Cloudovém úložště, v aplikaci na vašem telefonu nebo Vás upozorní notifikace.

Měření energií
Měření spotřeby elektřiny, vody a plynu. Spočítá se v reálném čase z rozvazky číselných nebo přímo v paněních jako vynaložené náklady. Nešetřte jen své peníze, ale i životní prostředí.

Zatežování
Systém pro zatežování se zapne v přednastavovaný čas. Navíc na následně senzoru tepla a výkonosti sám určí, jak a kdy zapnout zatežování.

Ověštění
Svláka můžete nejen zmrázit na požadovanou úroveň, ale také nastavením libovolných světlých scén pro každou příležitost.

Větrání a rekuperace
Chytrý dům na základě vyhodnocení informací ze senzoru výkonosti sám vytvoří, kdy vést rekuperaci a maximálně efektivně.

Bazén
O svůj provoz se stará sám. Automatické doplnění a ohřev vody, udržování správné hladiny vody nebo kontrola dávkování dezinfekce, to vše je možné se systémem INELS.

Topení
Teplotu lze nastavit pomocí jediného ovládacího nebo aplikace a to pro každý pokoj (zónu) zvláště. Samozřejmostí je řízení vytápní odsoučivo.

Zdroj: <https://www.inels.cz/chytry-dum>

Jako výhody uvádí společnost rychlou instalaci, která nevyžaduje rekonstrukci, nebo zásahy do budovy, flexibilitu prvků, které je možné jednoduše přemísťovat (např. při stěhování), úspory díky kontrole a regulaci energií, automatizaci a bezpečnost objektu. Mezi nabízenými produkty můžeme najít osvětlení, stínění, vytápění, měření energií, zapínání a vypínání zařízení, ovládání vrat a závor, využití informací o počasí, kamerový systém, zavlažování a mnoho dalších.

System se ovládá u některých zařízení nezávisle na uživateli, případně je ho možné ovládat prostřednictvím centrální jednotky, aplikace, nebo speciálních zařízení pro ovládání (nástěnné vypínače, klíčenky atd.). (49) (50) (51)

Na trhu existuje nespočet dalších firem, které jsou v odvětví chytré domácnosti velkými hráči, jako je například Somfy, InteliBox, Ajax co se komplexních řešení týče. Existuje ale také mnoho společností, které se soustředí pouze na výrobu a distribuci jednotlivých komponentů chytré domácnosti. Těmi jsou například Netatmo, Philips Hue, Xiaomi, Eve, Apple, Google nebo Amazon.

U posledních tří firem (Apple, Google, Amazon) se jedná hlavně o hlasové asistenty, které v chytré domácnosti přibývají na oblíbenosti. Nicméně, díky omezenosti zařízení, které je možné pomocí těchto hlasových asistentů ovládat je většinou nutné pořídit do domácnosti nějaký bridge, který dále zprostředkovává komunikaci mezi hlasovým asistentem a jednotlivými zařízeními. Obzvláště u Apple Homekit je seznam podporovaných zařízení poměrně omezený.

3.5 Bezpečnost

Velmi často opomíjenou, ale velmi důležitou částí internetu věcí je bezpečnost. Zanedbávají ji jak uživatelé, tak bohužel i výrobci. Data jsou v moderní době jednou z nejžádanější a nejcennější komoditou a zařízení IoT jsou bohatým zdrojem soukromých dat, kdy uživatel mnohdy nemá ani přehled o tom, jaká data o něm zařízení sbírají a odesílají.

Důležité je zajistit bezpečnost na všech zranitelných místech, nikoliv jen na jednom. Zabezpečeny by tedy měly být koncové uzly, komunikace mezi zařízeními a také samotná data. (52)

U koncových uzlů je důležitá jak softwarová, tak fyzická bezpečnost. Zařízení může mít to nejlepší softwarové zabezpečení (šifrování, pokročilá autentizace), ale pokud bude jeho fyzické zabezpečení slabé, je celková bezpečnost zařízení nízká. V opačném případě je častým problémem to, že jsou u zařízení nastaveny výchozí přihlašovací údaje (např. user:admin, heslo:admin/password). Výrobci své uživatele ke změně těchto údajů často nevyzývají, a tak je pro hackera jednoduché zařízení napadnout. Dalším častým problémem jsou aktualizace, kdy mnoho uživatelů svá zařízení od zakoupení neaktualizuje, a tak vzniká prostor pro bezpečnostní díry. To samé bohužel platí i na straně výrobců, kdy u starších zařízeních aktualizace jednoduše přestanou vycházet. (52) (53)

Další zranitelností je zabezpečení sítě. Ačkoliv může mít uživatel zařízení dobře zabezpečená, pokud je jeho zabezpečení sítě slabé, útočník se do ní může nabourat a získat tak přístup k zařízením a citlivým datům.

Kromě zabezpečení sítě je důležité zabezpečit samotnou komunikaci, a to jejím dostatečným šifrováním. Pokud se jedná o komunikaci na internetu, měla by být komunikace šifrovaná alespoň pomocí TLS 1.2 (nikoli SSL). V neposlední řadě je důležité zabezpečit samotná data, tedy cloudy, na kterých jsou ukládána. (52)

I přes opomíjenost bezpečnosti IoT ale začínají vznikat organizace, které se snaží zabezpečení IoT vylepšit, a to např. konsorcium IIoT (průmyslového internetu) nebo první referenční architektura IIRA. (54) (55)

3.6 Budoucnost a vize

Internet věcí je rychle se rozvíjející odvětví. Na oblibě IoT stoupá v průmyslovém, ale i soukromém sektoru. Co se týče soukromého sektoru, je IoT zatím převážně zaměřeno na zvýšení pohodlí uživatele. V budoucnu bychom se ale mohli dočkat vzájemné kompatibility většiny zařízení a jejich implementace prakticky všude.

Internet věcí by se tak mohl více rozvinout například ve zdravotnictví, kdy by propojení průmyslového a soukromého sektoru znamenalo získání nových možností například pro vážně nemocné pacienty. Dalším příkladem by mohlo být využití v průmyslu, kdy by bylo možné dosáhnout pomocí analýzy dat a trhu ekologického a udržitelného pěstování a vyrábění surovin – potravin, potažmo vyrábění oblečení, elektroniky atd.

Dalším zajímavým a nadějným odvětvím do budoucnosti, objevující se i v přítomnosti, je kombinace IoT a umělé inteligence, která umožňuje automatizaci a samostatné řízení procesů bez pomoci člověka.

4 Vlastní práce

V následujících kapitolách jsou představeny tři návrhy komplexních řešení chytré domácnosti pro různé typy osob. Každé řešení má variantu „Basic“ a „Premium“. Varianty se od sebe liší primárně cenou a složitostí implementace.

První domácnost představuje rodinu, jejímž cílem je docílení lepší ovladatelnosti domácnosti, zvýšení komfortu a úspor energií. Druhá domácnost se soustředí na zvýšení kvality života v bytě pro osobu s tělesným postižením, konkrétně osobou na vozíku (s různými stupni postižení). Poslední, třetí domácnost je zaměřená na návrh chytré domácnosti pro osoby se sluchovým postižením.

4.1 Vzorový byt

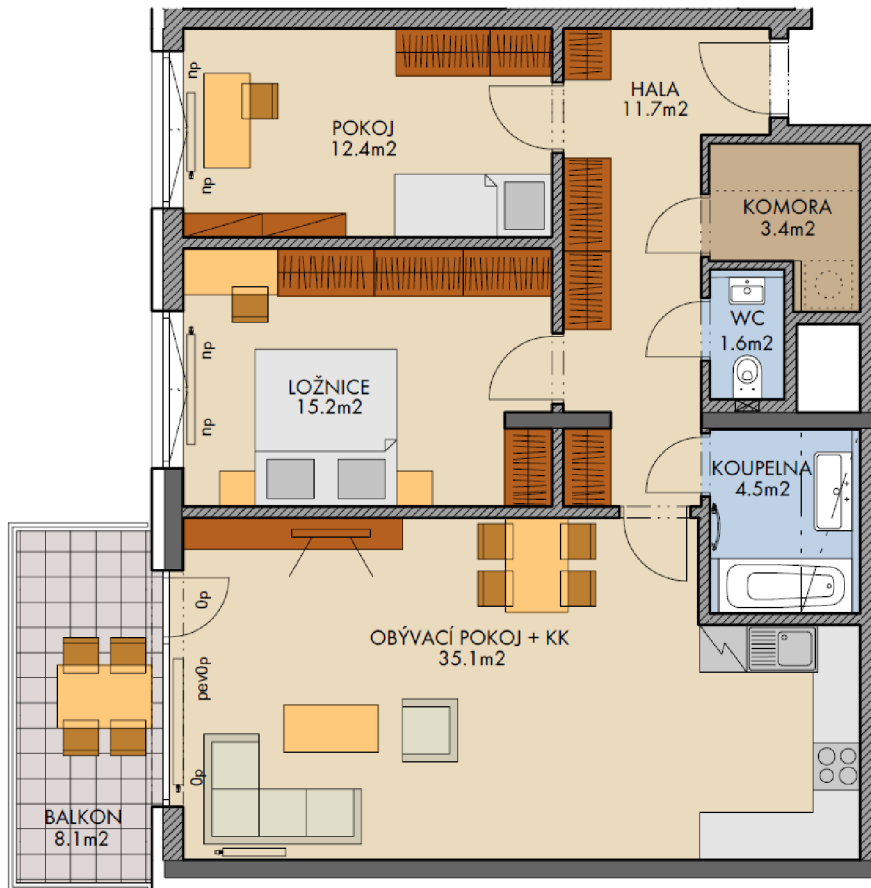
Pro všechny návrhy řešení chytrých domácností je použit stejný vzorový byt. Půdorys a struktura tedy zůstává stejná a mění se pouze komponenty. Vzorový byt je typu 3+kk s celkovou plochou 83,9 m² + 8,1 m² balkon. Vzorový byt je detailněji popsán prostřednictvím nákresu (obrázek 18) a tabulky 1 viz níže. Velikost bytu byla zvolena na základě údajů ČSÚ (sčítání 2021), kdy se jednalo o nejčastější alternativu bytu.

Tabulka 1 Seznam místností vzorového bytu

| Číslo | Místnost | Plocha |
|-------|--------------------------------|---------------------|
| 1 | Obývací pokoj + kuchyňský kout | 35,1 m ² |
| 2 | Ložnice | 15,2 m ² |
| 3 | Pokoj | 12,4 m ² |
| 4 | Hala | 11,7 m ² |
| 5 | Koupelna | 4,5 m ² |
| 6 | WC | 1,6 m ² |
| 7 | Komora | 3,4 m ² |
| 8 | Balkon | 8,1 m ² |

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek: 18 Návrh vzorového bytu



Zdroj: Vlastní zpracování

4.2 Metodika výběru jednotlivých komponentů a vytvoření domácnosti

Pro sestavení všech domácností typu Basic je použitý stejný postup. V první řadě je provedena detailní analýza trhu, při které je vybráno několik hlavních komponentů pro realizaci chytré domácnosti (příloha 1). Z každé kategorie komponentů je vybráno několik zástupců, které jsou vybírány na základě jejich recenzí a oblíbenosti na trhu. Všechna zařízení, včetně informací o produktu, ceně a popularitě jsou čerpána z internetového obchodu alza.cz a portálu heureka.cz.

Z vybraných produktů z jednotlivých kategorií je potřeba vybrat pro každou domácnost odpovídající řešení. Vzhledem k tomu, že má každá domácnost jiné priority, jsou váhy jednotlivých kritérií vypočítané pro každou domácnost zvlášť, a to metodou Fullerova

trojúhelníku. Podle vypočítaných vah jsou komponenty seřazeny metodou pořadí od nejvíce vyhovující po nejméně vyhovující.

Na základě těchto výsledků jsou vybrány finální produkty pro sestavení chytré domácnosti. Samozřejmě je nutné zkontrolovat, zda jsou všechny prvky navzájem kompatibilní a v případě, že ne, je potřeba výběr některých komponentů nahradit.

Jakmile jsou všechny komponenty vybrány, je potřeba na základě připraveného návrhu vzorového bytu spočítat, kolik je potřeba kusů jednotlivých komponentů pro realizaci domácnosti. Na základě výsledných počtů je provedena kalkulace celé domácnosti.

U varianty Premium je postup sestavení domácnosti rozdílný. Premium domácnost se od té Basic liší tím, že se neskládá z volně dostupných komponentů, které si je uživatel schopný běžně pořídit v obchodě, ale jedná se o komplexní řešení, které je zhotovené prostřednictvím externí firmy na zakázku. V rámci diplomové práce byla navázána komunikace s firmou Loxone, která se budováním chytrých domácností věnuje (viz teoretická část práce).

Prostřednictvím několika konzultací vznikly tři návrhy domácností. Jedná se o návrh domácnosti pro běžné osoby, osoby s tělesným postižením (voziček) a pro neslyšící osoby. V rámci konzultací byla pro každou domácnost diskutována různá úskalí, která mohou během bydlení nastat, a na základě potřeb konečného spotřebitele byly vybrány komponenty, které by spotřebiteli zpříjemnily a ulehčily život. Na základě výběru komponentů a jejich následnému rozmístění po bytě je zhotovena kalkulace, která nutno podotknout, neobsahuje cenu za instalaci.

4.2.1 Varianta Basic

Na rozdíl od varianty Premium, kdy jsou jednotlivé návrhy domácností vytvořeny prostřednictvím konzultací, u varianty Basic je potřeba detailněji rozvést metodiku výběru komponentů.

Každý z komponentů má specifické vlastnosti, podle kterých je sestavený Fullerův trojúhelník, který určuje jejich prioritu. Priorita je vyjádřena hodnotou váhy, která se počítá následovně. Každá vlastnost neboli kritérium je ve dvojicích porovnáváno s každou další

vlastností a vybere se ta, která je pro danou situaci významnější. Tyto dvojice porovnávání tvoří vizuálně trojúhelník. Následně se sečte, kolikrát jednotlivá kritéria ve dvojici vyhrála a tato četnost se pak vydělí sumou četností všech kritérií.

Po výpočtu vah následuje metoda bodovací s váhami, která z vybraných komponentů určí ten nejvhodnější. Postup této metody spočívá v tom, že se jednotlivé vlastnosti komponentů obodují od nejhorší (nejmenší počet bodů) po nejlepší (nejvyšší počet bodů), a pak se pomocí vzorce vypočítá jejich konečné skóre. Vybrán je produkt s nevyšším skórem.

Tato metoda se používá pro vybrání každého komponentu, pro každou domácnost zvlášť. Z důvodu rozsahu této metody je v práci uveden vždy jen jeden výběr komponentu (1x Fullerův trojúhelník, 1x bodovací metoda). Další výpočty jsou uvedené v příloze 1.

Hlavními komponenty pro sestavení chytré domácnosti jsou:

Řídící jednotka (nebo také centrální jednotka)

Řídící jednotka je jedním z nejdůležitějších komponentů, která sjednocuje všechny spotřebiče a senzory do jednoho celku a umožňuje tak jejich jednoduché ovládání. U řídicí jednotky je proto důležité, aby byla schopná komunikovat prostřednictvím co nejvíce protokolů. Nejpoužívanějšími protokoly v rámci chytrých domácností jsou Zigbee, Z-wave, WiFi, Bluetooth, ale i rádiové vlny, nebo Ethernet.

Dalším důležitým aspektem je kompatibilita s hlasovými asistenty. Řídící jednotka sice umožňuje nastavení všech komponentů chytré domácnosti z jednoho místa (aplikace), ale dalším neopomenutelným aspektem je také její pohodlné ovládání pomocí hlasu.

Mimo to je také důležité, aby řídicí jednotka měla otevřený systém, a to z toho důvodu, aby uživatel nebyl omezený například jen na jednu konkrétní značku nebo určitý typ zařízení. Nepochybně je také důležitý maximální počet zařízení, který je schopna řídicí jednotka ovládat. U výběru je tedy potřeba zamyslet se nad tím, jak robustní bude konečné řešení a zda je počet maximálních zařízení dostačující.

Vzhledem k tomu, že se jedná o hlavní prvek, kterým domácnost ovládáme, je také důležité, v jakých jazycích lze řídicí jednotku používat. Existuje stále velká množina lidí, která neumí jiný, než svůj mateřský jazyk (čeština), a tak by pro ně mohlo být ovládání v cizím jazyce komplikované.

V neposlední řadě je důležitým kritériem výběru cena. Ta by měla odpovídat plánovanému využití chytré domácnosti. Pokud tedy uživatel plánuje ovládat pouze světla, je zbytečné pořizovat řídicí jednotku v řádech několika tisíců, ale pokud uživatel bude prostřednictvím řídicí jednotky ovládat několik mnoho zařízení a nastavovat u nich složité automatizace, může se taková koupě vyplatit. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Systém (otevřený/uzavřený)
- Maximální počet zařízení
- Jazyk
- Cena

Hlasový asistent

V Evropě a celkově na celosvětovém trhu jsou ve velké většině zařízení do chytré domácnosti konfigurována tak, že jsou vždy kompatibilní alespoň s jedním ze tří hlavních hlasových asistentů, které se pro hlasové ovládání domácnosti používají. Z toho důvodu u této kategorie není použita metoda vícekritériálního rozhodování. Hlasový asistent se vybírá na základě kompatibility všech ostatních zařízení. Hlavními třemi zástupci jsou Homekit, Google Assistant a Amazon Alexa.

Zásuvky a prodlužovací kabely

Chytré zásuvky a prodlužovací kabely dokážou domácnost vylepšit hned v několika směrech. Jednou z hlavních předností chytrých zásuvek je jejich schopnost přetvořit takřka každý spotřebič z hloupého na chytrý. Následně je uživatel schopen spotřebiče ovládat na dálku, nebo jim nastavovat různé automatizace.

Další oblíbenou vlastností chytrých zásuvek je měření spotřeby energie. Obzvláště v době, kdy cena energií mnohonásobně vzrostla (pandemie Covid, válka na Ukrajině, ...). Kromě toho lze pomocí chytré zásuvky objevit v domácnosti spotřebič, který spotřebovává nadměrné množství energie jak v aktivním stavu, kdy se zařízení využívá, tak v tzv. stand by režimu, kdy je zařízení vypnuté a nic nedělá. Taková zařízení jako je například celá PC sestava lze pomocí jednoduchého pokynu úplně vypnout a ušetřit tak ročně několik stovek až tisíců korun. Také je třeba zvážit, jakou má zásuvka maximální zátěž, aby nedošlo k jejímu zkratu, nebo dokonce vyhoření. Mnohdy tak mají některé chytré zásuvky a prodlužovací kabely tepelnou ochranu, kdy se v momentu potencionálního nebezpečí sami vypnou.

Důležitým aspektem je také zabezpečení a tedy způsob, kterým zásuvka komunikuje. Je důležité, aby zásuvka fungovala za jakýchkoliv podmínek, například při výpadku internetu. Ačkoliv může být u zásuvky zaručená funkčnost i při výpadku internetu, z bezpečnostních důvodů je lepší, aby tato zařízení komunikovala spíše na nízkofrekvenčních protokolech, a ne na Wi-Fi.

Mimo těchto zmíněných kritérií je důležitá i kompatibilita s hlasovými asistenty/ovládacími aplikacemi, otevřenost systému a cena. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídícími aplikacemi
- Maximální zátěž
- Systém
- Měření spotřeby energie (zásuvky), Tepelná ochrana (prodlužovací kabely)
- Cena

Světla (klasické žárovky, LED pásy)

Světla bývají jedním z prvních komponentů, který si uživatelé v případě zařizování chytré domácnosti pořizují. Ovládání světel na dálku, nebo nastavování různých scén a režimů je totiž pro běžného uživatele jeden z nejzákladnějších prvků, jak si zajistit vyšší úroveň komfortu.

U výběru chytrých světel – žárovek je kromě kompatibility s hlasovými asistenty a řídicími aplikacemi, které zajišťují ono ovládání na dálku důležitá například svítivost žárovky, tzn. její životnost, nebo škála barev (bílá/žlutá, RGB). K žárovkám je také příležitostně nutné dokoupit hub, skrze který se světla ovládají (Phillips Hue). V neposlední řadě je opět důležité zaměřit se na protokoly, prostřednictvím kterých osvětlení komunikuje. Všechny tyto zmíněné vlastnosti ovlivňují výslednou cenu, která je při výběru často jedním z důležitých kritérií. U LED pásku je pak dobré se zaměřit na to, kolik metrů pásku v balení je a případně si propočítat cenu za metr. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Svítivost (hod.)
- Potřeba dokoupit hub
- Délka v metrech (LED pásky)
- Cena

Senzor kouře

U senzorů je všeobecně nejdůležitější vlastností to, aby fungovaly za každých podmínek. Často totiž upozorňují na určitý druh nebezpečí, kterému je třeba včas zamezit. Výjimkou tomu není ani u senzoru kouře a dalších vybraných senzorů. Je tedy důležité, aby komunikovaly na spolehlivém protokolu. Důležitý je také dosah a hlasitost zařízení. Mimo těchto klíčových vlastností, může finální rozhodnutí výběru produktu ovlivnit například dispozice dalšími senzory (teplota nebo plyn), nebo opět cena. Méně důležitým kritériem je kompatibilita, i tak je ale v hodnocení zakomponovaná. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Dosah
- Hlasitost
- Další detekce
- Cena

Senzor na dveře a okna

Senzory na dveře a okna jsou kromě zabezpečujícího prvku také prvkem, který může šetřit energii. Prostřednictvím řídicí jednotky lze nastavit automatizace, které v případě otevřených oken nebo dveří regulují vytápění, a tím tak šetří peníze. Co se zabezpečení domácnosti týče, dveře a okna jsou prvkem, které mohou odhalit různé hrozby, nebo například pokus o vloupání. Důležité je tedy opět aby fungovali i v momentu, kdy nebude zařízení připojené k internetu a stejně tak důležitý je i dosah zařízení. Ve spojitosti s nastavením různých automatizací je také dobré, aby byly senzory kompatibilní s řídicími aplikacemi domácnosti. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Dosah
- Systém
- Cena

Senzor pohybu

Doprovázejícím prvkem senzorů dveří a oken ohledně zabezpečení je bezpochyby senzor pohybu. Senzory pohybu jsou často nedílnou součástí alarmních systémů chytrých domácností. Často mají integrované i další senzory. Nejčastěji se jedná o senzor světla a teploty, ale objevují se i senzory, které dokážou například rozpoznat domácí mazlíčky do určité velikosti. Důležitým kritériem je u senzorů pohybu úhel záběru, který představuje plochu, kterou je senzor schopen zaznamenat. Čím je hodnota větší, tím lépe.

Oblíbeným využitím senzorů je také nastavení různých scén, kdy lze v reakci na pohyb nastavit například rozsvěcení světel apod. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Úhel záběru
- Další senzory
- Cena

Senzor vody

Posledním vybraným senzorem je senzor vody, který se na první pohled nemusí zdát jako důležitý komponent chytré domácnosti. Ačkoliv uživatel nepřinese jinak velký komfort, je to maličkost, která může v některých případech zamezit škodám v řádu několika tisíců. Podobně jako u senzoru kouře, je u senzoru vody důležité, aby fungoval za jakýchkoliv podmínek. Sensory vody jsou často doplněny i o senzory teploty.

Vzhledem k tomu, že se jedná o vcelku primitivní zařízení, v mnoha případech je potřeba k zařízení připojit i hub, pomocí kterého pak řídicí jednotka se zařízením komunikuje. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Další senzory
- Centrální jednotka – hub
- Cena

Zabezpečení (IP kamery)

U bezpečnostních kamer je nejdůležitější připojení. Na rozdíl od ostatních komponentů, kamery generují obsah, který je velikostně mnohonásobně větší než z ostatních jednoduchých senzorů. Z toho důvodu je dobré zaměřit se na možnosti uložení získaných materiálů. Data se ukládají buď na SD karty nebo na cloudy, kde je ale velmi často nutné platit nějakou paušální částku. Důležitým kritériem je samozřejmě úhel, který kamera zabírá a také další vlastnosti kamery jako je například noční vidění, možnost mikrofonu/reproduktoru anebo možnost přiblížení obrazu.

Kromě zabezpečení se chytré kamery využívají jako chůvička, nebo pro sledování domácích mazlíčků v případech, kdy není jejich pán doma. Výslednými kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita s hlasovými asistenty/řídicími aplikacemi
- Zorný úhel
- Noční vidění

- Kapacita SD karty
- Cena

Termostaty (termostatické hlavice)

Poslední a jistě velice důležitým komponentem chytré domácnosti jsou termostaty. V případě této práce se ale bude jednat spíše o termostatické hlavice, vzhledem k tomu, že se jedná o návrh chytré domácnosti bytu, kdy zpravidla majitel nemá přístup ke kotli nebo jiné centrální jednotce vytápění.

Hlavní předností termostatických hlavic je jejich potenciál k úspoře energií. Termostatické hlavice dokáží teplotu monitorovat nebo udržovat na předem dané teplotě, ale zároveň dokáží topení i zapínat a vypínat. Důležitou roli pak hraje funkce plánování vytápění. Ta slouží k tomu, aby si uživatel nastavil, kdy a případně na kolik stupňů se budou jednotlivé části domácnosti vytápět. V zimě se tak nemusí vytápět celý den, ale například jen dvě hodiny před tím, než dorazí první člen rodiny domů. Druhou možností využití plánování je takzvaný prázdninový režim, který se využívá při opuštění domácnosti na delší časové období. Zároveň je dobré mít možnost hlavice ovládat vzdáleně přes aplikaci, aby se v případě nějaké neočekávané události dalo vytápění vypnout na dálku. Hlavními kritérii jsou:

- Protokoly
- Kompatibilita
- Centrální jednotka
- Plánování
- Displej
- Cena

4.3 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele

Hlavními aspekty, na které je běžná domácnost zaměřená jsou zpříjemnit a zjednodušit bydlení v domácnosti anebo například ušetřit energie. Většina chytrých domácností, které jsou implementovány postupně, začíná zakoupením chytrého osvětlení. Chytré osvětlení je prvek, který přináší okamžitou změnu a zvýšení

komfortu a často bývá vstupním můstkem do chytré domácnosti. Kromě zajištění vyššího komfortu jsou v domácnosti prvky, které ji ochraňují před různým nebezpečím, nebo dovolují domácnost kontrolovat vzdáleně. U běžné domácnosti se předpokládá, že uživatelé nemají žádné speciální požadavky, které by ovlivnily kvalitu a efektivitu používání navržené konfigurace. Z tohoto důvodu se také jedná se o nejjednodušší návrh ze všech tří, a to především co se nastavení automatizací apod. týče.

4.3.1 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele – varianta Basic

V tabulce 2 je znázorněný Fullerův trojúhelník pro vypočítání vah pro výběr řídicí jednotky. Pro běžného uživatele je nejdůležitější kritérium cena a garance pohodlného používání. Proto jsou nejdůležitějšími kritérii cena a kompatibilita. S cenou souvisí i to, jaké protokoly zařízení používají, a tedy jak jsou energeticky náročné. Dalším kritériem jsou proto protokoly. Kromě toho, pokud bude většina IoT zařízení komunikovat prostřednictvím nízkoenergetických protokolů, vyhne se uživatel při vysokém počtu zařízení zahlcení domácí lokální sítě.

Tabulka 2 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro běžného uživatele

| | | | | |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| Cena | Cena | Cena | Cena | Cena |
| Protokoly | Kompatibilita | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | Protokoly | Protokoly | Protokoly | Protokoly |
| | Kompatibilita | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita |
| | | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | Systém | Systém |
| | | | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | | Jazyk |
| | | | | Max. počet zařízení |

Zdroj: Vlastní zpracování

V Tabulce 3 jsou zobrazeny vypočítané hodnoty vah pro ohodnocení vybraných řídicích jednotek. Nejdůležitějším kritériem je kompatibilita s váhou 0,29. Druhým nejdůležitějším kritériem je cena s váhou 0,24 a třetím kritériem jsou protokoly s 0,19.

Tabulka 3 Výpočet vah pro řídicí jednotku běžného uživatele

| Kategorie | Výskyt | Výskyt úprava | Váha |
|----------------------------|--------|---------------|------|
| Cena | 4 | 5 | 0,24 |
| Protokoly | 3 | 4 | 0,19 |
| Kompatibilita | 5 | 6 | 0,29 |
| Systém | 2 | 3 | 0,14 |
| Jazyk | 0 | 1 | 0,05 |
| Max. počet zařízení | 1 | 2 | 0,10 |
| Celkem | 15 | 21 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 4 je tučně označená řídicí jednotka s nejvyšším skórem. Na základě nejlepší hodnoty z bodovací metody pomocí vah je zařazena do návrhu chytré domácnosti typu Basic pro běžné uživatele. Konkrétně se jedná o centrální jednotku Athom Homey 2.0, která podporuje většinu používaných protokolů v chytré domácnosti. Umožňuje připojit až 1000 zařízení a cena se pohybuje zhruba okolo 9 773 Kč.

Tabulka 4 Vyhodnocení optimální řídicí jednotky pro běžného uživatele

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Systém | Max. počet z. | Jazyk | Cena |
|---|--|---|-----------------|---------------|--------------------|-----------|
| Tesla Smart ZigBee Hub | Ethernet, Zigbee | Tuya | otevřený systém | 50 | en, cz, de, sk, hu | 819 Kč |
| FIBARO Home Center 3 | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, Sonos, DSC, Heos, D-lonk, Samsung, Siri | otevřený systém | ∞ | en, cz, sk, de | 13 390 Kč |
| FIBARO Home Center 3 Lite | Wifi, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, IFTTT | otevřený systém | 40 | en, cz, sk, de | 3 169 Kč |
| AQARA Hub M2 EU - Zigbee řídicí jednotka | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Ethernet | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | N/A | N/A | en | 1 399 Kč |
| Apple HomePod mini bílý | Wifi, Bluetooth | Homekit | uzavřený systém | N/A | en, de, ja | 2 699 Kč |
| Google Nest Mini 2. generace Chalk | Wifi, Bluetooth | Google Assistant | otevřený systém | N/A | en, de, pl | 949 Kč |
| Athom Homey 2.0 | Wifi, Bluetooth, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | otevřený systém | 1000 | en | 9 773 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Zbývající komponenty domácnosti byly vybrány stejným postupem jako byla vybrána řídicí jednotka. Konečný seznam zařízení spolu s počtem zařízení a finální částkou je vidět v tabulce 5.

Tabulka 5 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Basic

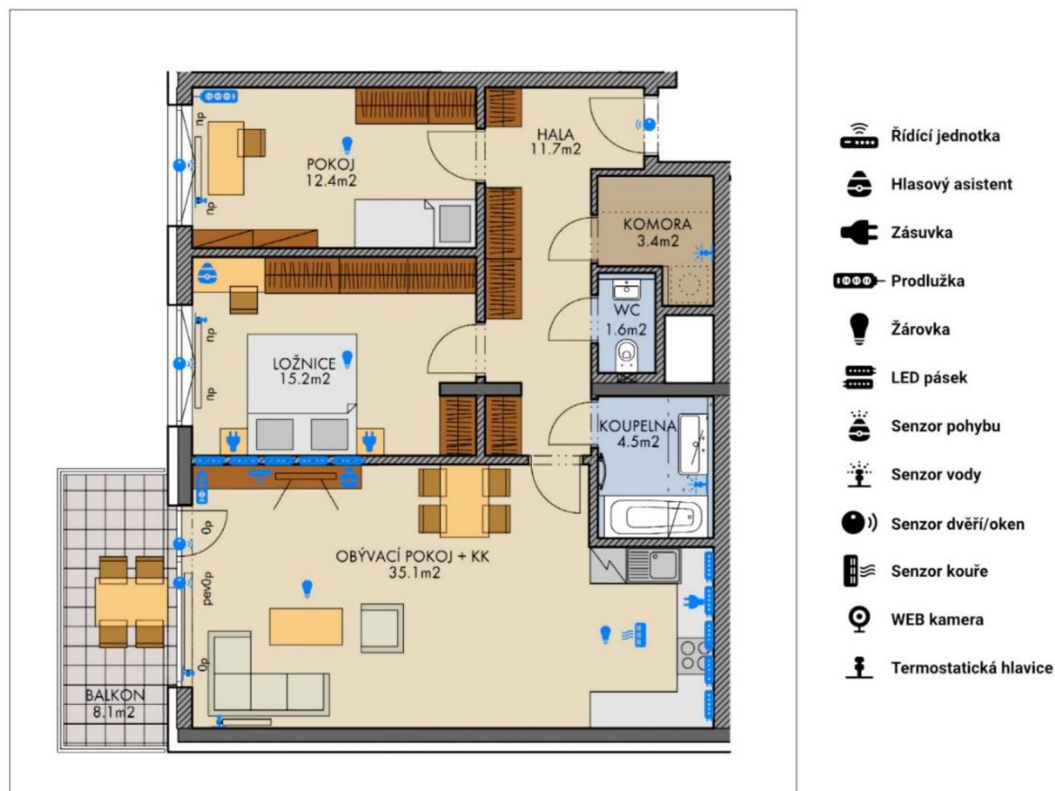
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|-----------------------|--|-----------|-------------|---------------------|
| Řídící jednotka | Athom Homey 2.0 | 1 | 9 773,00 Kč | 9 773,00 Kč |
| Hlasový asistent | Google Nest Audio Charcoal | 1 | 1 890,00 Kč | 1 890,00 Kč |
| Hlasový asistent | Google Nest Mini 2. gen Charcoal | 1 | 899,00 Kč | 899,00 Kč |
| Zásuvka | NOUS A1Z ZigBee Tuya | 3 | 359,00 Kč | 1 077,00 Kč |
| Prodlužovací kabel | iQtech SmartLife WT004, Wi-Fi 4x zásuvka + 4x USB, 10 A | 2 | 1 039,00 Kč | 2 078,00 Kč |
| Žárovka | Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W barevná a bílá, stmívatelná, WiFi | 5 | 349,00 Kč | 1 745,00 Kč |
| LED pásek | TP-LINK Tapo L930-5, Smart WiFi LED pásek multicolor (5m) | 2 | 1 309,00 Kč | 2 618,00 Kč |
| Senzor kouře | FIBARO Smoke Sensor | 1 | 1 579,00 Kč | 1 579,00 Kč |
| Senzor na dveře/okna | Sonoff ZigBeeWireless Door/Window Sensor, SNZB-04 | 5 | 309,00 Kč | 1 545,00 Kč |
| Senzor pohybu | FIBARO Motion Sensor | 0 | 1 349,00 Kč | 0,00 Kč |
| Senzor vody | AQARA Water Leak Sensor | 2 | 360,00 Kč | 720,00 Kč |
| Kamera | Tesla Smart Camera 360 (2022) | 0 | 849,00 Kč | 0,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Immax NEO Smart Termostatická hlavice Zigbee | 4 | 949,00 Kč | 3 796,00 Kč |
| Celkem | | 27 | | 27 720,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkově je v návrhu započítáno 27 zařízení, která jsou vyčíslena na zhruba 27 720 Kč v závislosti na tom, jaké budou ceny u prodejců.

Zařízení jsou zakreslena do návrhu domácnosti na obrázku 19.

Obrázek: 19 Návrh chytré domácnosti pro běžného uživatele – Varianta Basic



Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.2 Chytrá domácnost pro běžného spotřebitele – varianta Premium

Komponenty do návrhu chytré domácnosti varianty Premium byly vybírány prostřednictvím několika konzultací s odborníkem externí firmy Loxone, která se na návrhy domácností specializuje. V tabulce 6 je uvedený finální seznam zařízení, která byla do návrhu vybrána.

Tabulka 6 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Premium

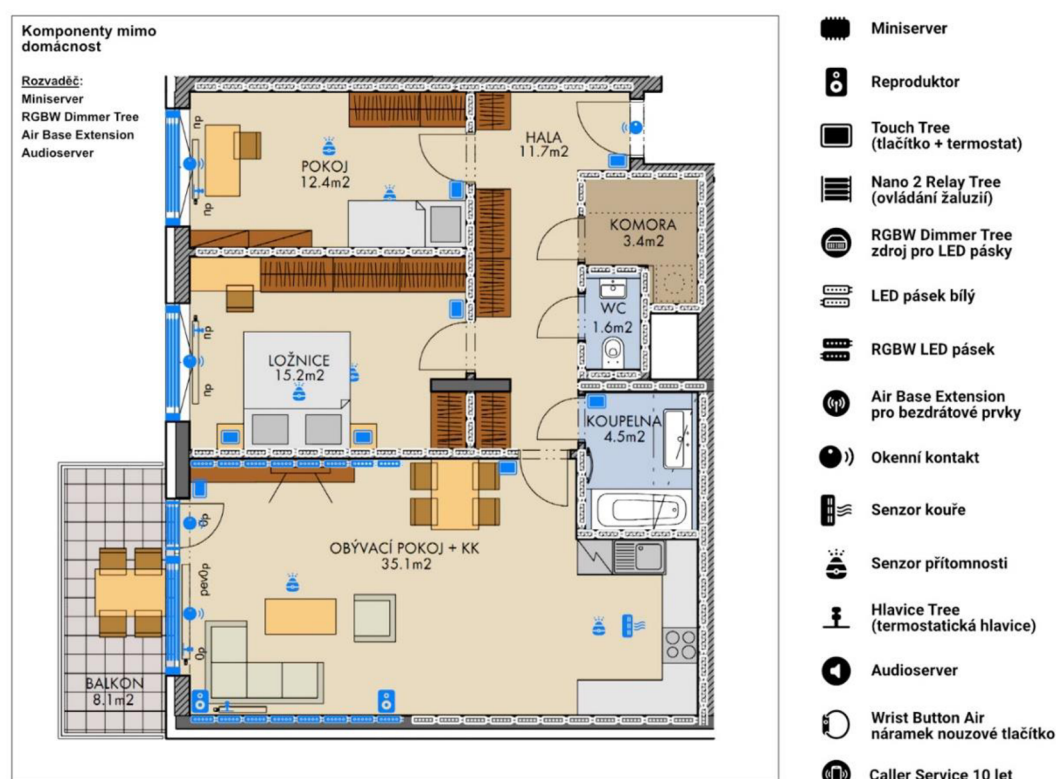
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|------------------------------------|--|-----------|--------------|----------------------|
| Zařízení pro bezdrátové prvky | Air Base Extension | 1 | 2 580,00 Kč | 2 580,00 Kč |
| | Detektor kouře Air | 1 | 2 720,00 Kč | 2 720,00 Kč |
| Služba volání na telefonní číslo/a | Caller Service 10 let | 0 | 9 070,00 Kč | 0,00 Kč |
| Tlačítko s termostatem | Touch Tree bílá | 8 | 2 160,00 Kč | 17 280,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Hlavice Tree | 4 | 2 010,00 Kč | 8 040,00 Kč |
| Zdroj pro LED pásy | RGBW 24V Dimmer Tree | 1 | 1 870,00 Kč | 1 870,00 Kč |
| Řídící jednotka | Miniserver | 1 | 15 530,00 Kč | 15 530,00 Kč |
| Ovládání žaluzií | Nano 2 Relay Tree | 4 | 2 280,00 Kč | 9 120,00 Kč |
| Senzor pohybu, hluku, světla | Senzor přítomnosti Tree bílá | 6 | 2 330,00 Kč | 13 980,00 Kč |
| Zařízení pro audio | Audioserver | 1 | 11 970,00 Kč | 11 970,00 Kč |
| Náramek s nouzovým tlačítkem | Wrist Button Air | 0 | 2 610,00 Kč | 0,00 Kč |
| Reproduktor | Install Speaker 7 Passive | 2 | 3 020,00 Kč | 6 040,00 Kč |
| | 5m LED pásy (teplá bílá) - IP20 (bez ochrany proti vodě) | 8 | 2 340,00 Kč | 18 720,00 Kč |
| | RGBW LED pásy 5m IP20 | 2 | 3 220,00 Kč | 6 440,00 Kč |
| | Okenní kontakt | 5 | 310,00 Kč | 1 550,00 Kč |
| Celkem | | 44 | | 115 840,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Dohromady se návrh domácnosti skládá ze 44 zařízení a celková cena domácnosti je vyčíslena na 115 840 Kč. U varianty Premium není do ceny započítána instalace zařízení, kterou si musí uživatel zajistit sám, nebo mu firma dodavatele doporučí. Finální cena se tak může poměrně lišit od té původně vypočítané.

Na obrázku 20 je pak znázorněný nákras návrhu, kde jsou jednotlivé komponenty zakresleny na předpokládaných místech instalace. Komponenty, které se fyzicky v bytě nenachází – jedná se o službu, nebo o zařízení v rozvaděči, jsou sepsané na levé straně od půdorysu bytu. Konkrétně se jedná o miniserver, který slouží jako centrální jednotka s umělou inteligencí, RGBW Dimmer Tree, pomocí kterého se ovládají světla po celé domácnosti, Air Base Extension pro bezdrátová zařízení a Audioserver pro fungování stera.

Obrázek: 20 Nákras chytré domácnosti pro běžného uživatele – Varianta Basic



Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.3 Návrh automatizací a scén

Zásadní částí sestavování chytré domácnosti je mimo výběru vhodných komponentů nastavení správných a vhodných automatizací. Podstata chytré domácnosti je totiž v jejím autonomním chování, kdy by měla na co nejvíce scénářů reagovat automaticky podle navolených preferencí uživatele. Automatizace, které dokáží ulehčit správu domácnosti a zároveň dlouhodobě snížit náklady na její provoz jsou například:

Chytré osvětlení: Je základním prvkem, který dokáže, jak zjednodušit ovládání domácnosti, tak při určitých scénářích ušetřit na energiích. V návrhu Basic domácností se chytrá světla nachází pouze v často obývaných místnostech, a to z toho důvodu, že běžný uživatel není nijak omezený a řešení by pak bylo zbytečně nákladné. U varianty Premium jsou chytré LED pásy zakomponovány do celé domácnosti, a to z důvodu poměru cena/výkon a také kvůli tomu, že je mnohem náročnější do domácnosti nainstalovat dodatečně další okruhy. Navíc by cena při druhé instalaci byla zbytečně vysoká. Uživatel ovládá chytré osvětlení prostřednictvím mobilní aplikace nebo hlasového asistenta. Vzdálené ovládání je často doplněno automatizacemi, například vypnutí všech světel při aktivování scény Noc/Odchod z domu. Je možné nastavit i další scény jako je scéna kina (která může ztlumit intenzitu světel v obývacím pokoji a změnit jejich barvu) atd.

U varianty Premium se dají světla ovládat pomocí tzv. Touch Tree tlačítek, která jsou umístěna na systematických místech tak, aby se používala co nejpohodlněji (u vstupních dveří do místnosti, nad postelí apod.). Kromě toho jsou světla schopná reagovat na pohyb, případně zohledňovat i čas, kdy je pohyb zaznamenán a na základě toho světlo různě rozsvěcovat.

Ovládání vytápění: Použitím termostatických hlavic lze poměrně efektivně šetřit spotřebovanou energií. Podle portálu Šetřím.cz lze v plynem vytápěném domě uspořit až 1000 kWh ročně. To je v přepočtu na korunu při aktuální ceně (únor 2023, centralpetrolprices.com) za 1kwh = 8,111 Kč úspora ve výši 8 111 Kč za rok. Zároveň je tato varianta vytápění šetrná i k životnímu prostředí. U termostatických hlavic je možné nastavit různé režimy vytápění, spouštět vytápění na základě teploty v místnosti nebo vzdáleně pomocí mobilní aplikace či hlasového asistenta. U varianty Premium je navíc možné vzdáleně ovládat i žaluzie, a tím pádem nastavit automatizace, které je roztahují/zatahují tak, aby se z domácnosti co nejméně ztrácelo teplo, nebo naopak aby prostředí domácnosti zůstalo co nejdéle chladné.

Chytré zásuvky a prodlužovací kabely: Dalším způsobem, jak ušetřit na energiích je používání chytrých zásuvek a prodlužovacích kabelů, kdy lze pomocí automatizací vypínat spotřebiče (případně více spotřebičů najednou) na noc a vyhnout se tak spotřebě v stand-by režimu. Zároveň je možné využít vzdáleného ovládání zásuvek a nastavit tak například

automatizaci na zapnutí kávovaru každý všední den v 6:50 hod. Možností je několik, záleží na preferencích uživatele.

Senzory: Kromě úspory na energiích a pohodlnosti jsou v návrhu zakomponovány prvky, které zaručí větší bezpečnost domácnosti. Jedná se o senzor kouře, vody, nebo senzory na dveře a okna. Při jejich spuštění (senzor kouře a vody) se kromě zvukového signálu odesílá notifikace na telefon nebo chytré hodinky. Pomocí senzoru oken a nastavení příslušných scén se uživatel může vyhnout nepříjemným situacím, kdy nechá při odchodu otevřené okno, a tím tak zlehčuje případný pokus o vloupání do bytu.

4.4 Chytrá domácnost pro tělesně postiženého

U domácnosti pro tělesně postiženou osobu je hlavním aspektem směřovat veškeré možné úkony v domácnosti tak, aby byly co nejjednodušeji vykonatelné pro uživatele. Vzhledem k tomu, že se jedná o osobu, která je omezená v pohybu, je hlavní předností chytré domácnosti její ovládání hlasem. Klíčovým komponentem je hlasový asistent a také jeho kompatibilita s jednotlivými zařízeními.

Druhým zásadním hlediskem, které dokáže uživateli zjednodušit život v domácnosti, je vzdálená správa světel, nebo jejich ovládání pohybem a hlasem. Vzhledem k tomu, že je pro vozíčkáře pohyb náročná činnost, je cílem těchto návrhů nucený pohyb po domácnosti co nejvíce omezit, a tím ovládání domácnosti ulehčit. Nejedná se samozřejmě jen o ovládání světel, ale mnoha dalších zařízení.

Důležitým faktem je zejména stupeň postižení konkrétní osoby. Může se jednat o vozíčkáře, který má horní končetiny plně funkční, nebo o vozíčkáře, který je ochrnutý od krku dolů. Dalším možným postižením je ochrnutí dolních končetin spolu s poškozenou motorikou horních končetin. Existují také kombinace tělesného postižení s mentálním postižením, kde se stupeň samostatnosti výrazně liší například od běžného vozíčkáře (ochrnuté dolní končetiny).

4.4.1 Chytrá domácnost pro tělesně postiženého – varianta Basic

Ve vzorové tabulce 7 je Fullerův trojúhelník pro vypočítání vah pro výběr řídicí jednotky. Jak už bylo zmíněno, u domácnosti pro tělesně postiženého je bez ohledu na stupni postižení nejdůležitější kompatibilita zařízení s hlasovým asistentem. Z toho důvodu je kompatibilita s hlasovými asistenty zvolena jako nejdůležitější kritérium. Druhé nejdůležitější kritérium je jazyk, a to z toho důvodu, že v případě mentálně postiženého vozíčkáře může být ovládání domácnosti v angličtině náročné. Třetím nejdůležitějším kritériem jsou protokoly, které hodnotí způsob komunikace zařízení (bezpečnost, rozšířenost, dosah apod.).

Tabulka 7 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro tělesně postiženého uživatele

| | | | | |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| Cena | Cena | Cena | Cena | Cena |
| Protokoly | Kompatibilita | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | Protokoly | Protokoly | Protokoly | Protokoly |
| | Kompatibilita | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita |
| | | Systém | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | Systém | Systém |
| | | | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | | Jazyk |
| | | | | Max. počet zařízení |

Zdroj: Vlastní zpracování

V Tabulce 8 jsou vypočítané výsledné váhy pro ohodnocení vybraných řídicích jednotek. Nejdůležitějším kritériem je kompatibilita s váhou 0,29. Druhým a třetím nejdůležitějším kritériem jsou jazyk s váhou 0,24 a protokoly s váhou 0,19.

Tabulka 8 Výpočet vah pro řídicí jednotku tělesně postiženého uživatele

| Kategorie | Výskyt | Výskyt úprava | Váha |
|---------------------|-----------|---------------|----------|
| Cena | 0 | 1 | 0,05 |
| Protokoly | 3 | 4 | 0,19 |
| Kompatibilita | 5 | 6 | 0,29 |
| Systém | 2 | 3 | 0,14 |
| Jazyk | 4 | 5 | 0,24 |
| Max. počet zařízení | 1 | 2 | 0,10 |
| Celkem | 15 | 21 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 9 je tučně znázorněná řídicí jednotka, která získala nejvyšší počet bodů, a tím pádem je zařazena do konečného seznamu komponentů pro sestavení domácnosti. Jedná se o řídicí jednotku značky Fibaro, model Home center 3. Řídicí jednotka disponuje protokoly Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, Z-wave, ale také rádiovými vlnami. Mimo známých hlasových asistentů podporuje například i Samsung nebo Sonos. Počet zařízení není nijak omezen a jazyk aplikace je dostupný i v českém jazyce. Cena zařízení je přibližně 13 390 Kč.

Tabulka 9 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Basic

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Systém | Max. počet z. | Jazyk | Cena |
|---|--|---|-----------------|---------------|--------------------|-----------|
| Tesla Smart ZigBee Hub | Ethernet, Zigbee | Tuya | otevřený systém | 50 | en, cz, de, sk, hu | 819 Kč |
| FIBARO Home Center 3 | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, Sonos, DSC, Heos, D-lonk, Samsung, Siri | otevřený systém | ∞ | en, cz, sk, de | 13 390 Kč |
| FIBARO Home Center 3 Lite | Wifi, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, IFTTT | otevřený systém | 40 | en, cz, sk, de | 3 169 Kč |
| AQARA Hub M2 EU - Zigbee řídicí jednotka | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Ethernet | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | N/A | N/A | en | 1 399 Kč |
| Apple HomePod mini bílý | Wifi, Bluetooth | Homekit | uzavřený systém | N/A | en, de, ja | 2 699 Kč |
| Google Nest Mini 2. generace Chalk | Wifi, Bluetooth | Google Assistant | otevřený systém | N/A | en, de, pl | 949 Kč |
| Athom Homey 2.0 | Wifi, Bluetooth, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | otevřený systém | 1000 | en | 9 773 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Ostatní komponenty domácnosti byly vybrány stejným postupem jako řídicí jednotka. Finální seznam zařízení spolu s cenami a počtem kusů pro chytrou domácnost pro tělesně postiženého je v tabulce 10.

Tabulka 10 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Basic

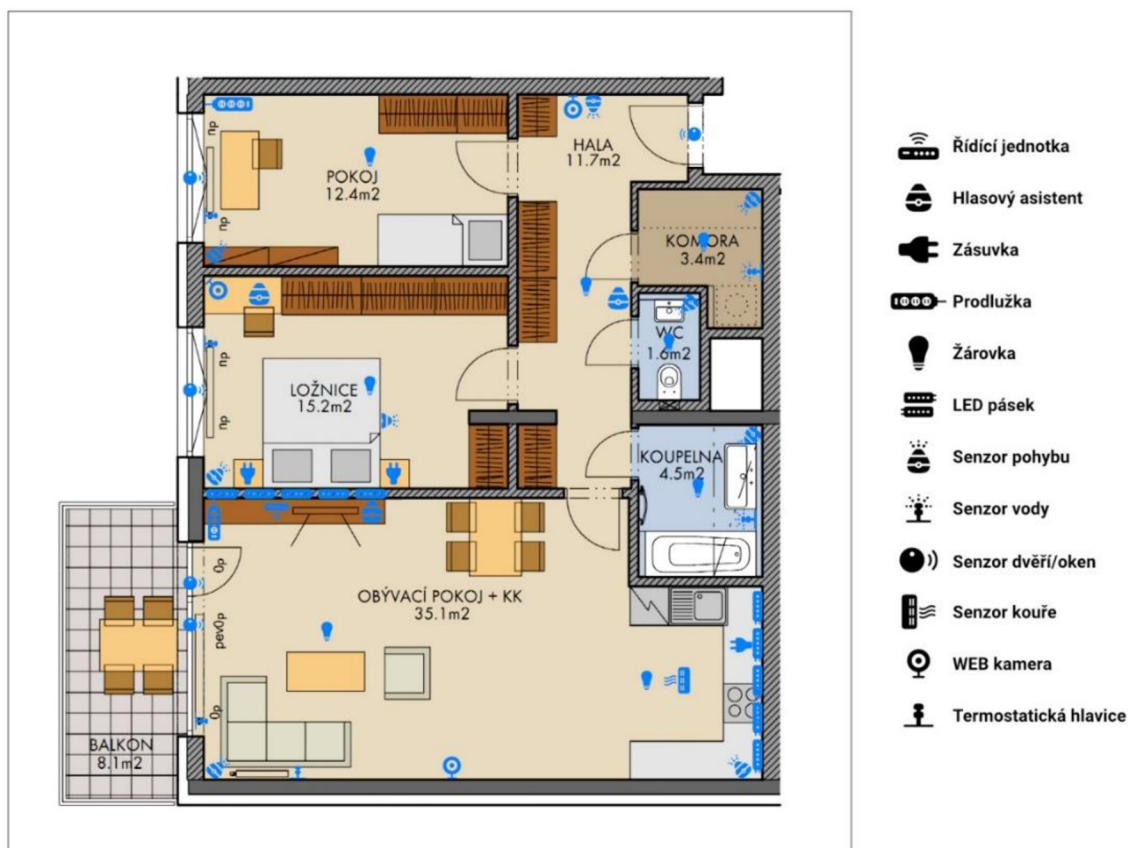
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|-----------------------|---|-----------|--------------|---------------------|
| Řídící jednotka | FIBARO Home Center 3 | 1 | 13 390,00 Kč | 13 390,00 Kč |
| Hlasový asistent | Amazon Echo Dot 3. gen Charcoal | 3 | 1 099,00 Kč | 3 297,00 Kč |
| Zásuvka | NOUS A1Z ZigBee Tuya (4ks) | 3 | 359,00 Kč | 1 077,00 Kč |
| Prodlužovací kabel | Meross Smart Wi-Fi Power Strip 4AC+4USB | 2 | 1 199,00 Kč | 2 398,00 Kč |
| Žárovka | Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, E27 | 10 | 499,00 Kč | 4 990,00 Kč |
| LED pásek | TP-LINK Tapo L930-5, Smart WiFi LED pásek multicolor (5m) | 2 | 1 309,00 Kč | 2 618,00 Kč |
| Senzor kouře | FIBARO Smoke Sensor | 1 | 1 579,00 Kč | 1 579,00 Kč |
| Senzor na dveře/okna | Tesla Smart Sensor Window and Door | 5 | 449,00 Kč | 2 245,00 Kč |
| Senzor pohybu | Tesla Smart Sensor Motion | 8 | 489,00 Kč | 3 912,00 Kč |
| Senzor vody | AQARA Water Leak Sensor | 2 | 360,00 Kč | 720,00 Kč |
| Kamera | Tesla Smart Camera 360 (2022) | 3 | 849,00 Kč | 2 547,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Immax NEO Smart Termostatická hlavice Zigbee | 4 | 949,00 Kč | 3 796,00 Kč |
| Celkem | | 44 | | 42 569,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

V návrhu je celkem 44 zařízení a celková cena za zařízení je vyčíslena na 42 569 Kč. Cena se může samozřejmě lišit v závislosti na nabídkách jednotlivých obchodů.

Na následujícím obrázku 21 lze vidět návrh domácnosti sestavený z výše vybraných komponentů.

Obrázek: 21 Návrh chytřé domácnosti pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Basic



Zdroj: Vlastní zpracování

4.4.2 Chytřá domácnost pro tělesně postiženého – varianta Premium

U varianty Premium proběhl výběr komponentů prostřednictvím odborných konzultací se zaměstnancem Loxone. V rámci několika konzultací byla vybrána následující zařízení, viz tabulka 11.

Tabulka 11 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Premium

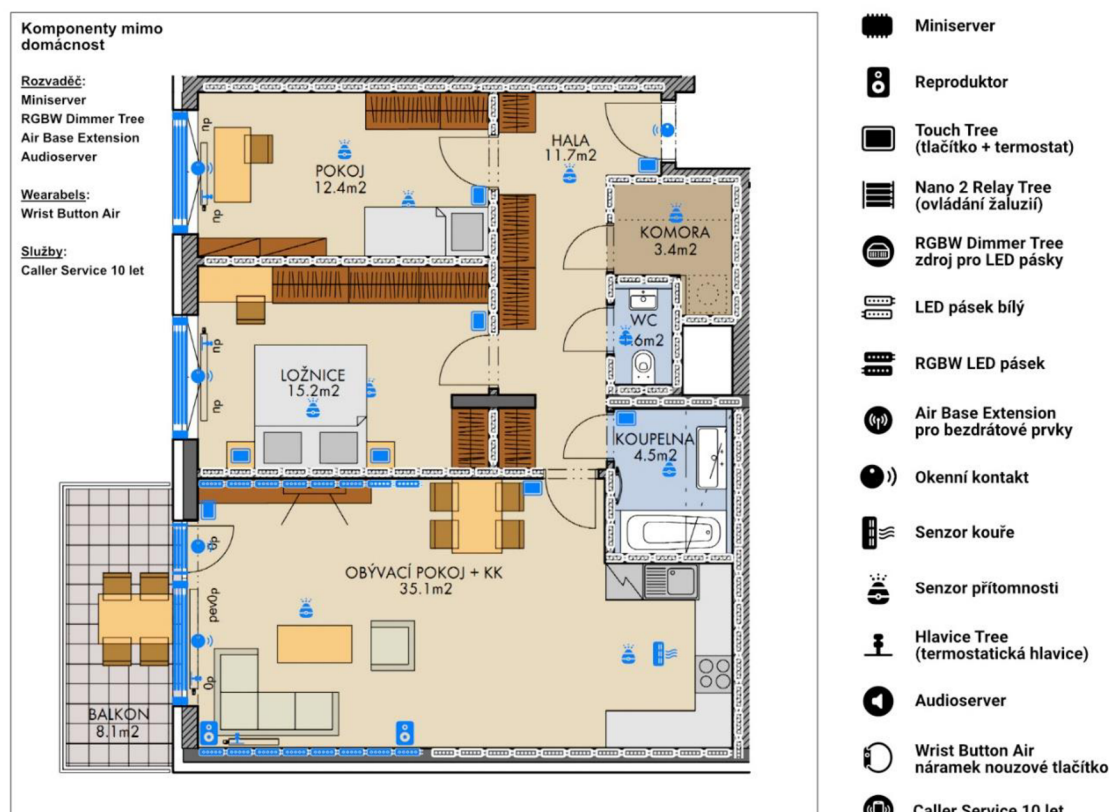
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|------------------------------------|--|-----------|--------------|----------------------|
| Zařízení pro bezdrátové prvky | Air Base Extension | 1 | 2 580,00 Kč | 2 580,00 Kč |
| | Detektor kouře Air | 1 | 2 720,00 Kč | 2 720,00 Kč |
| Služba volání na telefonní číslo/a | Caller Service 10 let | 0 | 9 070,00 Kč | 0,00 Kč |
| Tlačítko s termostatem | Touch Tree bílá | 8 | 2 160,00 Kč | 17 280,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Hlavice Tree | 4 | 2 010,00 Kč | 8 040,00 Kč |
| Zdroj pro LED pásy | RGBW 24V Dimmer Tree | 1 | 1 870,00 Kč | 1 870,00 Kč |
| Řídící jednotka | Miniserver | 1 | 15 530,00 Kč | 15 530,00 Kč |
| Ovládání žaluzií | Nano 2 Relay Tree | 4 | 2 280,00 Kč | 9 120,00 Kč |
| Senzor pohybu, hluku, světla | Senzor přítomnosti Tree bílá | 10 | 2 330,00 Kč | 23 300,00 Kč |
| Zařízení pro audio | Audioserver | 1 | 11 970,00 Kč | 11 970,00 Kč |
| Náramek s nouzovým tlačítkem | Wrist Button Air | 1 | 2 610,00 Kč | 2 610,00 Kč |
| Reproduktor | Install Speaker 7 Passive | 2 | 3 020,00 Kč | 6 040,00 Kč |
| | 5m LED pásy (teplá bílá) - IP20 (bez ochrany proti vodě) | 8 | 2 340,00 Kč | 18 720,00 Kč |
| | RGBW LED pásy 5m IP20 | 2 | 3 220,00 Kč | 6 440,00 Kč |
| | Okenní kontakt | 5 | 310,00 Kč | 1 550,00 Kč |
| Celkem | | 49 | | 127 770,00 Kč |
| Celkem s Caller Service | Služba na zavolání pomoci | 50 | | 136 840,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

V návrhu je celkem 49 (50) zařízení a celková cena za zařízení je vyčíslena na 127 770 Kč (136 840 Kč). V ceně není zahrnuta instalace zařízení, tudíž je potřeba počítat s dalšími náklady na zprovoznění domácnosti. Dodavatele si může zákazník vybrat sám, nebo mu společnost Loxone pomůže vybrat/doporučit dodavatele, který konkrétní domácnosti vyhovuje nejvíce.

Na následujícím obrázku č. 22 lze vidět návrh domácnosti sestavený z výše vybraných komponentů. Komponenty, které se instalují do rozvaděče, nebo se jedná například o službu, jsou v nákrese sepsány mimo půdorys bytu.

Obrázek: 22 Nákras chytré domácnosti pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Premium



Zdroj: Vlastní zpracování

4.4.3 Návrh automatizací a scén

Nejdůležitější částí návrhu obou domácností jsou její scény a automatizace. Právě díky správné konfiguraci zařízení je možné tělesně postižené osobě zlepšit kvalitu života ve smyslu větší samostatnosti a menší námahy k vykonání běžných činností. Jedná se například o:

Ovládání světel: Chytré osvětlení může vozíčkář ovládat buď hlasem, nebo pomocí aplikace. V první řadě usnadní vozíčkáři zapínání a vypínání světel. Kromě toho je ale možné v aplikaci nastavit různé automatizace, které pak automaticky reagují na vozíčkářovo

chování, nebo fungují na základě nastavených pravidel. Může se jednat například o automatické rozsvěcení světel při příchodu do určité místnosti, nebo zapnutí/vypnutí v určitý čas. Užitečné je také rozsvěcování světel v noci. Při umístění senzoru pohybu pod postel lze nastavit, že pokud půjde osoba v noci na toaletu, rozsvítí se světla v místnosti automaticky (například jen na 20 % svítivosti) a ulehčí tak uživateli pohyb po bytě v noci – ve tmě. Pokud se jedná o rozsvěcování na základě pohybu, je potřeba do domácnosti nainstalovat ještě senzory pohybu.

U varianty Premium je výhoda v tom, že senzor pohybu (senzor přítomnosti) disponuje navíc ještě senzorem světla a zvuku. Tzn., že některé automatizace mohou fungovat výrazně lépe než u varianty Basic. Jedná se například o automatické rozsvěcování/zhasínání v místnostech, kdy v momentě, kdy senzor zaznamenává zvuk, světla nezhasne.

Ovládání vytápění: Pomocí termostatických hlavic umístěných na každém topení může vozičkář na dálku ovládat teplotu v místnostech. Buď hlasem, nebo pomocí aplikace. V případě lehkého postižení to vozičkáři ulehčí ovládání, ale například u těžce postižených jedinců (ochrnutí od krku dolů, nebo jedinci s poškozenou motorikou horních končetin) to uživateli umožní ovládání vytápění, kterého by za běžných podmínek nebyl schopný a musel by požádat o pomoc. Kromě toho lze u topení nastavit pravidelný režim, kdy se nastaví určité hodiny, v kterých se bude v bytě vytápět. Uživatel tak dosáhne větší samostatnosti.

Chytré zásuvky a prodlužovací kabely: Pro ochrnuté osoby na vozíku jsou často oblasti zásuvek špatně dostupné. Zásuvky se většinou nachází ve spodní části místnosti – pár centimetrů nad podlahou, nebo naopak v příliš vysokých polohách, jako je okolí nad kuchyňskou linkou, kdy je zároveň překážkou kuchyňská deska. Chytré zásuvky dokážou uživateli ulehčit zapínání/vypínání některých spotřebičů, a tak i jejich samotné používání. Mimoto mohou zásuvky sloužit jako bezpečnostní prvek, kdy lze nastavit vypínání spotřebičů na noc apod. Ovládání je zpřístupněno opět pomocí hlasového asistenta nebo aplikace.

Senzory: Senzory lze používat v několika směrech. Dobré využití mají senzory pohybu v kombinaci s chytrým osvětlením. Kromě této kombinace mohou senzory zlepšit úroveň zabezpečení uživatele. Jedná se například o senzor kouře nebo senzor vody. Dále lze domácnost zabezpečit pomocí senzorů na dveře a okna. Lze nastavit automatizace, které

uživateli ohlásí, že je někde otevřené okno (například když bude chtít odejít). Pro uživatele na vozíčku je pak kontrola otevřených oken v celé domácnosti pomocí aplikace mnohem jednodušší. V případě těžšího stupně postižení je možné na okna naistalovat motory, které jsou schopny okno otevřít tzv. na ventilačku. Uživatel je pak schopný pomocí hlasového asistenta nebo aplikace okno otevírat a zavírat. Tím je dosaženo větší samostatnosti a bezpečnosti uživatele. Co se týče bezpečí, je další možnou automatizací zavolání pomoci. V případě, že nebude v celém bytě zaznamenán po dobu (například) 24 hodin pohyb, může aplikace poslat upozornění vybraným kontaktům. U varianty Premium je tato služba nazvaná jako Caller Service, kdy v případě, že nastane krizová situace, zavolá bot na vybraná telefonní čísla a sdělí předem nastavenou zprávu (Dobrý den, tato zpráva byla automaticky poslána z důvodu nezaznamenání žádného pobytu v domě Jana Nováka po dobu 24 hodin. Může být v nebezpečí). Výhoda je v tom, že notifikaci v telefonu lze lehce přehlédnout, zato telefonát nikoliv.

Bezpečnostní kamery: Pomocí bezpečnostních kamer může vozíčkář snadno kontrolovat stav domácnosti bez toho, aniž by musel vynaložit úsilí na fyzickou aktivitu. Zároveň může vozíčkáře na dálku kontrolovat například asistent, případně jiná osoba, která o postiženého pečuje, nebo s ním žije.

U varianty Premium je dále možné vzdálené ovládání žaluzií prostřednictvím aplikace. U žaluzií je vhodné nastavit pomocí automatizace čas, kdy se žaluzie automaticky roztáhnou a zatahnou. Další věcí navíc je ve variantě Premium náramek s nouzovým tlačítkem. Ten po stisknutí tlačítka odešle audio zprávu předem nastaveným osobám. U varianty Basic lze toto z části nahradit chytrými hodinkami/chytrým náramkem.

Další způsob, jak lidem na vozíčku zjednodušit život pomocí chytré domácnosti může být pořízení chytrého vysavače s mopem, který pomůže uživateli udržet domácnost v čistotě. U uživatelů s ochrnutými horními končetinami nebo s poškozenou motorikou horních končetin může být značným zlepšením zapnutí, vypnutí a ovládání televize pomocí hlasového asistenta.

Automatizací může být víc, zaleží na preferencích a dispozicích uživatele. Toto je seznam základních automatizací, které dokážou postižené osobě zajistit větší samostatnost a bezpečí.

4.5 Chytrá domácnost pro neslyšícího

Domácnost pro neslyšící není na rozdíl od běžné domácnosti a domácnosti pro vozíčkáře soustředěná primárně na hlasového asistenta, ale stejně jako u obou předchozích domácností, velkou roli sehrává chytré osvětlení. Konkrétně v tomto případě je osvětlení klíčovým prvkem. Prostřednictvím RGB světel jsou uživatelům sdělována veškerá oznámení. Je tedy důležité, aby byla světla nainstalovaná ve všech místnostech, aby měl uživatel jistotu, že mu neunikne důležitá informace. Mimo světel je možné jako sdělovací prvek použít vibrace. Dalším důležitým prvkem domácnosti jsou kamery, a to z toho důvodu, že je tak uživatel schopen kontrolovat aktuální situaci v bytě bez toho, aniž by vše kontroloval osobně. Aby vše dobře fungovalo, je podstatné, aby měla zařízení výbornou ovladatelnost a nastavitelnost v řídicí aplikaci.

4.5.1 Chytrá domácnost pro neslyšícího – varianta Basic

Ve vzorové tabulce 12 je Fullerův trojúhelník pro vypočítání vah pro výběr řídicí jednotky. U návrhu domácnosti pro neslyšící je důležité, aby zařízení co nejlépe komunikovala s řídicí jednotkou a nenastala situace, kdy budou některé automatizace a scény fungovat nespolehlivě. Vzhledem k tomu, že je hlavním sdělovacím prostředkem světlo, které je nutné nainstalovat do celé domácnosti, je dobré používat nízkoenergetické protokoly. Jejich výhodou je, že jsou funkční i při výpadcích internetu a zároveň jsou úspornější. Hlavním kritériem jsou tedy protokoly. Protože by mělo být chytré osvětlení v každé místnosti, je důležité, aby řídicí jednotka disponovala i dostatečným počtem maximálně připojených zařízení.

Tabulka 12 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro tělesně postiženého uživatele

| | | | | |
|------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------------------|
| Cena | Cena | Cena | Cena | Cena |
| Protokoly | Kompatibilita | System | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | Protokoly | Protokoly | Protokoly | Protokoly |
| | Kompatibilita | System | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita |
| | | System | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | System | System |
| | | | Jazyk | Max. počet zařízení |
| | | | | Jazyk |
| | | | | Max. počet zařízení |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 13 jsou vypočítané výsledné váhy pro ohodnocení vybraných řídicích jednotek. Nejdůležitějším kritériem jsou protokoly s váhou 0,29. Druhým a třetím nejdůležitějším kritériem jsou maximální počet zařízení a systém s váhou 0,19.

Tabulka 13 Výpočet vah pro řídicí jednotku pro neslyšícího uživatele

| Kategorie | Výskyt | Výskyt úprava | Váha |
|----------------------------|--------|---------------|------|
| Cena | 2 | 3 | 0,14 |
| Protokoly | 5 | 6 | 0,29 |
| Kompatibilita | 2 | 3 | 0,14 |
| Systém | 3 | 4 | 0,19 |
| Jazyk | 0 | 1 | 0,05 |
| Max. počet zařízení | 3 | 4 | 0,19 |
| Celkem | 15 | 21 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 14 je tučně znázorněná řídicí jednotka, která získala nejvyšší počet bodů, a tím pádem je zařazena do konečného seznamu komponentů pro sestavení domácnosti. Jedná se o řídicí jednotku Athom Homey 2.0. Řídicí jednotka disponuje protokoly Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, Z-wave, ale i rádiovými vlnami. Maximální počet zařízení je 1000 a jedná se o řídicí jednotku s otevřeným systémem. Cena zařízení je přibližně 9 773 Kč.

Tabulka 14 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Systém | Max. počet z. | Jazyk | Cena |
|---|--|---|-----------------|---------------|--------------------|-------------|
| Tesla Smart ZigBee Hub | Ethernet, Zigbee | Tuya | otevřený systém | 50 | en, cz, de, sk, hu | 819 Kč |
| FIBARO Home Center 3 | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, Sonos, DSC, Heos, D-lonk, Samsung, Siri | otevřený systém | ∞ | en, cz, sk, de | 13 390 Kč |
| FIBARO Home Center 3 Lite | Wifi, Z-wave | Google Assistant, Amazon Alexa, IFTTT | otevřený systém | 40 | en, cz, sk, de | 3 169 Kč |
| AQARA Hub M2 EU - Zigbee řídicí jednotka | Wifi, Zigbee, Bluetooth, Ethernet | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | N/A | N/A | en | 1 399,00 Kč |
| Apple HomePod mini bílý | Wifi, Bluetooth | Homekit | uzavřený systém | N/A | en, de, ja | 2 699 Kč |
| Google Nest Mini 2. generace Chalk | Wifi, Bluetooth | Google Assistant | otevřený systém | N/A | en, de, pl | 949 Kč |
| Athom Homey 2.0 | Wifi, Bluetooth, Zigbee, Bluetooth, Rádiové vlny, Z-wave | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | otevřený systém | 1000 | en | 9 773 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Zbytek komponentů domácnosti byl vybrán stejným postupem jako řídicí jednotka. Finální seznam zařízení spolu s cenami a počtem kusů chytré domácnosti pro neslyšící je znázorněný v tabulce 15.

Tabulka 15 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic

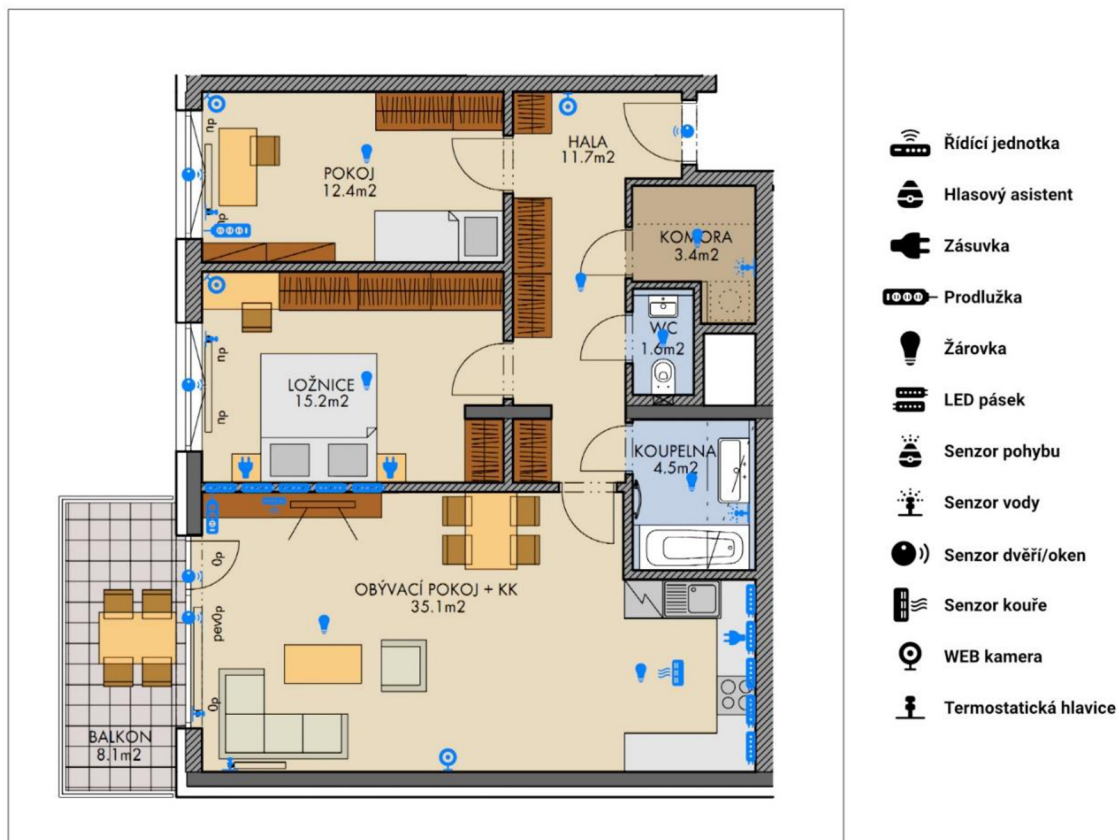
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|-----------------------|--|-----------|-------------|---------------------|
| Řídící jednotka | Athom Homey 2.0 | 1 | 9 773,00 Kč | 9 773,00 Kč |
| Zásuvka | NOUS A1Z ZigBee Tuya (4ks) | 3 | 359,00 Kč | 1 077,00 Kč |
| Prodlužovací kabel | Meross Smart Wi-Fi Power Strip 4AC+4USB | 2 | 1 199,00 Kč | 2 398,00 Kč |
| Žárovka | Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W barevná a bílá, stmívatelná, WiFi | 10 | 349,00 Kč | 3 490,00 Kč |
| LED pásek | Govee WiFi RGBIC Smart PRO LED pásek 10m - extra odolný | 2 | 1 690,00 Kč | 3 380,00 Kč |
| Senzor kouře | FIBARO Smoke Sensor | 1 | 1 579,00 Kč | 1 579,00 Kč |
| Senzor na dveře/okna | Immax NEO Smart magnetický senzor na dveře a okna, Zigbee 3.0 | 5 | 299,00 Kč | 1 495,00 Kč |
| Senzor pohybu | Tesla Smart Sensor Motion | 0 | 489,00 Kč | 0,00 Kč |
| Senzor vody | AQARA Water Leak Sensor | 2 | 360,00 Kč | 720,00 Kč |
| Kamera | Tesla Smart Camera 360 (2022) | 4 | 849,00 Kč | 3 396,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Immax NEO Smart Termostatická hlavice Zigbee | 4 | 949,00 Kč | 3 796,00 Kč |
| Celkem | | 34 | | 31 104,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve výsledném návrhu je celkem 34 zařízení a jejich celková cena je vyčíslena na 31 104 Kč. Cena se může samozřejmě lišit v závislosti na nabídkách jednotlivých obchodů.

Na následujícím obrázku lze vidět návrh domácnosti sestavený z výše vybraných komponentů.

Obrázek: 23 Návrh chytré domácnosti pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic



Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.2 Chytrá domácnost pro neslyšícího – varianta Premium

Návrh a výběr komponentů varianty Premium byl sestaven prostřednictvím odborných konzultací se zaměstnancem společnosti Loxone. V rámci několika konzultací byla vybrána zařízení znázorněna v tabulce 16.

Tabulka 16 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Premium

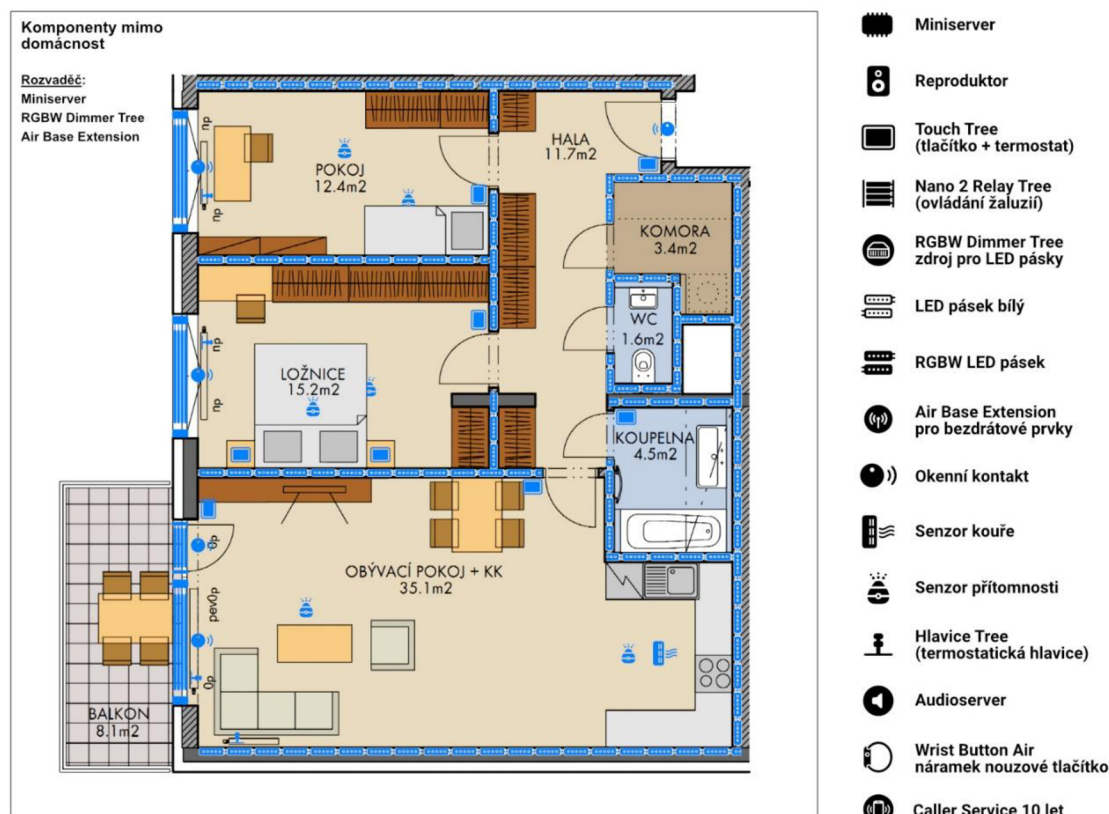
| Komponent | Název | Počet ks | Cena za ks | Cena |
|------------------------------------|--|-----------|--------------|----------------------|
| Zařízení pro bezdrátové prvky | Air Base Extension | 1 | 2 580,00 Kč | 2 580,00 Kč |
| | Detektor kouře Air | 1 | 2 720,00 Kč | 2 720,00 Kč |
| Služba volání na telefonní číslo/a | Caller Service 10 let | 0 | 9 070,00 Kč | 0,00 Kč |
| Tlačítko s termostatem | Touch Tree bílá | 8 | 2 160,00 Kč | 17 280,00 Kč |
| Termostatická hlavice | Hlavice Tree | 4 | 2 010,00 Kč | 8 040,00 Kč |
| Zdroj pro LED pásy | RGBW 24V Dimmer Tree | 1 | 1 870,00 Kč | 1 870,00 Kč |
| Řídící jednotka | Miniserver | 1 | 15 530,00 Kč | 15 530,00 Kč |
| Ovládání žaluzií | Nano 2 Relay Tree | 4 | 2 280,00 Kč | 9 120,00 Kč |
| Senzor pohybu, hluku, světla | Senzor přítomnosti Tree bílá | 6 | 2 330,00 Kč | 13 980,00 Kč |
| Zařízení pro audio | Audioserver | 0 | 11 970,00 Kč | 0,00 Kč |
| Náramek s nouzovým tlačítkem | Wrist Button Air | 0 | 2 610,00 Kč | 0,00 Kč |
| Reproduktor | Install Speaker 7 Passive | 0 | 3 020,00 Kč | 0,00 Kč |
| | 5m LED pásy (teplá bílá) - IP20 (bez ochrany proti vodě) | 0 | 2 340,00 Kč | 0,00 Kč |
| | RGBW LED pásy 5m IP20 | 10 | 3 220,00 Kč | 32 200,00 Kč |
| | Okenní kontakt | 5 | 310,00 Kč | 1 550,00 Kč |
| Celkem | | 41 | | 104 870,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

V návrhu je celkem 41 zařízení, které jsou vyčísleny na 104 870 Kč. V ceně není zahrnuta instalace zařízení a je tedy potřeba počítat s dalšími náklady na zprovoznění domácnosti. Dodavatele si může zákazník vybrat sám, nebo mu společnost Loxone dodavatele pomůže vybrat na základě zákaznickových preferencí.

Na obrázku 24 lze vidět návrh domácnosti sestavený z výše vybraných komponentů. Komponenty, které se instalují do rozvaděče, nebo se jedná například o službu, jsou v nákrese sepsány mimo plochu bytu.

Obrázek: 24 Návrh chytré domácnosti pro neslyšícího uživatele – Varianta Premium



Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.3 Návrh automatizací a scén

Stejně jako u obou předchozích domácností je nastavení automatizací a scén jednou z nejdůležitějších částí sestavování domácnosti. Pomocí nich je neslyšící uživatel schopný přijímat různá upozornění a do jisté míry je tak kompenzována absence sluchu. Uživatel je tak více samostatný a cítí se víc soběstačný. Navržené automatizace, které uživateli ulehčují život v domácnosti můžou být:

Ovládání světel: Klíčovým sdělovacím prvkem je v domácnosti neslyšícího světlo. Z toho důvodu je chytré osvětlení v návrhu v každé místnosti. Konkrétně se

jedná o kombinaci RGB žárovek a RGB LED pásků. U světel lze mimo barvy nastavit i intenzitu svícení. Světla se ovládají prostřednictvím aplikace nebo manuálně pomocí vypínačů. Hlavní význam světel ale spočívá v tom, že mají fungovat automaticky. Pomocí centrální jednotky lze nastavit soubor pravidel.

Pro každý typ upozornění lze zvolit konkrétní barvu po domluvě s uživatelem. Pro notifikace ohledně bezpečí domácnosti je zvolena červená barva. Jakmile senzor kouře zaznamená kouř (případně plyn), spolu se zvukem se spustí automatizace, která začne po celé domácnosti svítit červeně s plnou intenzitou světla. To samé platí pro senzor vody, kdy se dají signály rozlišit například blikáním nebo odstínem barvy.

Další světelné oznámení lze použít pro zvonek. Pokud někdo zazvoní, světlo v bytě se rozbliká modře – po dobu 5 vteřin. Podobně se dá nastavit i budík. Namísto zvuku začne v ložnici (nebo vybrané místnosti) svítit žluté světlo. U varianty Premium se dá automatizace vylepšit díky chytrým žaluziím, kdy se spolu se světlem roztáhnou žaluzie, které do místnosti pustí přírodní světlo. Mimo to se dá využít napojení postele na vibraci. Spolu se světly je tak uživatel upozorněn vibracemi postele. Podobný scénář se dá využít i u chytré chůvy, kdy při zaznamenání pláče automatizace rozbliká světlo (na nižší intenzitu) a rozvibruje postel.

Co se týká běžných notifikací z telefonu (volání, SMS apod.), lze u telefonů nastavit notifikace doprovázené světelným signálem (blesk) a vibracemi. Kromě telefonu je možné použít chytré hodinky, které jsou s telefonem propojené a uživatel si tak spíše všimne přichozích notifikací.

Chytré hodinky jsou obecně velmi dobrým pomocníkem pro neslyšící osobu, protože všechny notifikace, které chodí na telefon, má uživatel nepřetržitě po ruce a může na ně okamžitě reagovat. Kromě notifikací lze pomocí chytrých hodinek domácnost i zčásti ovládat.

Chytré osvětlení se dá využít i ve spojitosti s bezpečím. Pokud uživatel aktivuje scénu Noc, nebo Odchod z domu a některá okna budou otevřená, lze nastavit probliknutí světel fialovou barvou (při aktivaci scény noc s nižší intenzitou světla), která budou doplněná notifikací na telefon, kde lze zároveň zobrazit, o jaké konkrétní senzory se jedná. Mimo to

lze v kombinaci s chytrými zásuvkami nastavit, že jakmile se spustí scéna Noc, vypnou se určité spotřebiče (televize, rádio, počítač apod.), čímž bude mít uživatel jistotu, že jsou vypnuté a nebude je muset manuálně kontrolovat.

Obdobně jako u klasické domácnosti a domácnosti pro tělesně postižené se v návrhu počítá s několika základními funkcemi chytré domácnosti. Jedná se o rozsvěcování světel v noci na základě zachyceného pohybu u senzoru pohybu pod postelí. Dále o správu chytrých termostátů, kdy je možné vytápění ovládat na dálku, nastavit rozvrh vytápění, nebo vytápění úplně pozastavit na předem určenou dobu.

U varianty Basic jsou navíc do některých hlavních místností domácnosti v návrhu zahrnuty chytré kamery. Ty mají neslyšícímu umožnit kontrolovat domácnost jednodušším způsobem – pomocí aplikace v telefonu. Uživatel si tak může stav domácnosti ověřit kdykoliv, a to i mimo domácnost.

4.6 Porovnání variant

Z vypracovaných návrhů domácnosti lze dedukovat výhody a nevýhody jednotlivých variant. Rozdílů jsou v ceně, bezpečnosti, komfortu, kvalitě zpracování atd.

4.6.1 Varianta Basic

Největší a nejpodstatnější výhodou je u varianty Basic bezpochyby cena. Všechny návrhy domácností byly zhruba o sto tisíc korun levnější než varianta Premium.

Druhou velkou výhodou je nepochybně možnost domácnost rozšiřovat postupně. Vzhledem k tomu, že lze zařízení do navržené chytré domácnosti koupit od volně dostupných obchodníků, nezáleží na tom, zda uživatel všechna zařízení koupí najednou, nebo postupně. Kvůli ceně – vstupnímu kapitálu řešení může být pro některé uživatele instalace chytré domácnosti nereálná.

V případě menších řešení domácností je instalace a konfigurace zařízení poměrně jednoduchá a uživatel tím ušetří peněžní zdroje na natavení domácnosti dodavatelem.

Nepatrnou výhodou je i možnost vybrat si zařízení na základě preferencí uživatele. Pokud je uživatel příznivcem konkrétní značky, může se při nákupu rozhodovat tak, aby svým představám co nejvíce vyhověl. Samozřejmě si může vybírat i na základě designu jednotlivých zařízení, nebo jejich oblíbenosti na trhu. U varianty Premium takovou možnost uživatel nemá a musí se spokojit se zařízeními, které mu dodavatelská firma nabídne.

Naopak nevýhodou je u varianty Basic při robustnějším řešení náročnost sestavení návrhu. Vzhledem k několika kritériím, na které si uživatel musí během pořizování zařízení dávat pozor, je potřeba, aby měl alespoň minimální znalosti technologií, které se v chytrých domácnostech používají a aby byl schopný zařízení správně nakonfigurovat. Díky rozmanitosti trhu se tak z výběru a nastavení chytré domácnosti může stát velice náročný úkol.

Mimo prvotního nastavení celé domácnosti s tím také souvisí její průběžná správa. Některá zařízení je potřeba v průběhu času aktualizovat. Pravděpodobné je také to, že některá zařízení nebudou fungovat podle představ a bude je potřeba přenastavit. Stejně tak je zde větší riziko nefunkčnosti automatizací a scén, a to ne z důvodu uživatelských schopností, ale pokud budeme předpokládat, že se domácnost skládá ze zařízení od několika značek, může být jednoduše složité, až nemožné vše nastavit tak, aby řešení fungovalo bezchybně.

Souběžně s tím je další nevýhodou bezpečnost celého řešení. Pokud ji sestavuje méně znalý uživatel, je více pravděpodobné, že například nezmění výchozí přihlašovací údaje u zařízení, nebude zařízení aktualizovat, a tak budou v domácnosti vznikat bezpečnostní hrozby. Dalším rizikem je zabezpečení sítě. Běžný uživatel většinou používá jednu síť pro celou domácnost a její nastavení vůbec nemění, čímž může být síť uživatele snadno napadena.

V neposlední řadě je nevýhodou i případný servis zařízení, kdy uživatel musí řešit každé jedno zařízení zvlášť, což může být v některých případech velmi časově náročné a nepříjemné.

4.6.2 Varianta Premium

U varianty Premium je největší výhodou nepochybně komfort. Pokud jde o instalaci a nastavení celé domácnosti, uživatel prakticky nic neřeší a pouze si u dodavatele určí jaké má od řešení očekávání, požadavky a preference.

Dodavatel zodpovídá za výběr odpovídajících zařízení, instalaci zařízení a jejich nastavení včetně automatizací a scén. Uživatel tak nemusí být nijak kompetentní ohledně technologií, které se v domácnosti využijí a nemusí ovládat ani znalosti nutné k prvotnímu nastavení a instalaci.

Díky tomu, že dodavatel používá zařízení jedné, nebo několika málo značek (v tomto případě Loxone), má chytrá domácnost mnohem větší předpoklad k tomu, aby fungovala dlouhodobě bezproblémově a kontinuálně. Zařízení od Loxone používají stejné technologie, například většina zařízení je drátově připojená k lokální síti. Tím se předejde kupříkladu přehlcení sítě, nebo tomu, že se jednotlivé technologie zařízení budou rušit navzájem.

Z toho vyplývá další výhoda varianty Premium, a to je bezpečnost. Celé řešení funguje na lokální síti s pomocí miniserveru, který je napojený v rozvaděči, odkud řídí všechna zařízení. Díky tomu je celá domácnost funkční i bez připojení k internetu. Síť i zařízení jsou nastavená dodavatelem, a tak jsou bezpečnostní rizika mnohem menší.

Jednodušší je i správa celé domácnosti. Loxone používá jednu aplikaci, ve které je uživatel schopen ovládat a nastavit všechna zařízení, která se v domácnosti nacházejí. Všechny notifikace chodí z jednoho místa a není třeba instalovat a spravovat několik aplikací zároveň.

V případě servisu se uživatel může obrátit na dodavatele, který by mu minimálně po dobu záruční doby měl zajistit většinu oprav.

Poslední velkou výhodou je elegantnost řešení. Vzhledem k tomu, že je instalace zařízení prováděna profesionály, celé řešení je více nenápadné a vkusné. Dodavatel má možnost zasahovat do struktur bytu (zdi, podlahy, elektřina, ...) a výsledné řešení tak nemusí být ani viditelné na první pohled.

Nevýhod je u varianty Premium podstatně méně než u varianty Basic. Tou největší je ale bezesporně cena. Cena všech návrhů domácností se pohybuje okolo sta tisíce, a to bez započítaných nákladů na její instalaci. Nevýhodou je také to, že se instalace provádí najednou, tudíž je to pro uživatele poměrně náročná jednorázová investice.

Protože je Premium chytrá domácnost uzavřený systém, nelze do ní přidávat další zařízení od jiných běžných značek. V případě, že by chtěl běžný uživatel do domácnosti zařízení jiné značky, fungovalo by nezávisle na zbytku domácnosti.

5 Výsledky a diskuse

Výsledkem práce je návrh šesti chytrých domácností. Domácnosti jsou rozdělené do třech kategorií, a to:

- Chytrá domácnost pro běžného uživatele
- Chytrá domácnost pro tělesně postiženého uživatele
- Chytrá domácnost pro neslyšícího uživatele

U každého typu domácnosti byly vypracovány dvě varianty. Varianta Basic byla navrhovaná z komponentů, které je možné běžně zakoupit v kamenných obchodech nebo e-shopech. U jejího sestavování bylo potřeba zohlednit rozdílnost jednotlivých zařízení (protokoly, otevřenost systému atd.) a zařízení do domácnosti vybírat prostřednictvím vícekriteriálního rozhodování.

U každého komponentu bylo vybráno přibližně pět zástupců na základě jejich recenzí a oblíbenosti na trhu. Poté byla stanovena kritéria, podle kterých se zařízení hodnotila. K hodnocení byla konkrétně použita metoda Fullerova trojúhelníku pro určení vah jednotlivých kritérií a metoda bodovací s váhami pro vypočítání skóre každého zařízení. Váhy byly použity z důvodu, že má každá domácnost jiné preference, a tak jsou pro ni jednotlivá kritéria jinak důležitá. Po vypočítání vah kritérií následovala metoda bodovací s váhami, kdy bylo ze zástupců každého typu zařízení vybráno jedno zařízení s nejvyšším počtem bodů.

Druhá varianta Premium byla navrhována ve spolupráci s externí firmou Loxone, která se na chytré domácnosti specializuje. Návrhy domácností byly sestavovány prostřednictvím konzultací, kdy byl u každé domácnosti zohledněn její účel a případná úskalí/hrozby. Konzultace probíhaly prostřednictvím Google Meet.

5.1 Běžná domácnost

Výsledkem domácnosti pro běžného uživatele jsou dva návrhy. V obou návrzích se nachází chytré osvětlení, které má zajistit především větší komfort. Dalšími prvky jsou termostatické hlavice na ovládání vytápění, které kromě opět většího pohodlí uživateli umožní ušetřit na spotřebovaných energiích. Kromě vytápění jsou dalšími prvky

vedoucí k úspoře chytré zásuvky a chytré prodlužovací kabely. Posledním typem zařízení jsou zařízení zajišťující bezpečnost uživatele. Jedná se o senzory kouře, vody, pohybu a senzory na dveře a okna. Obě řešení lze ovládat prostřednictvím mobilních aplikací nebo hlasového asistenta, případně pomocí manuálních tlačítek.

Záměrem sestavení návrhů bylo zvýšení kvality života. Autorka dospěla toho názoru, že při dnešních možnostech není zlepšení kvality života u běžných spotřebitelů tak znatelné. Jedná se spíše o zajištění vyšší úrovně komfortu nebo o ušetření na energiích, a tím pádem i financích uživatele. Úspornější domácnosti jsou obecně šetrnější k přírodě, což může být považováno za zlepšení pro uživatele s preferencemi soustředícími se na ekologii a šetrnost k životnímu prostředí.

5.2 Domácnost pro tělesně postižené

Výsledkem jsou opět dva návrhy domácností. Primárním cílem, které vede ke zlepšení kvality života tělesně postiženého uživatele na vozíku je přetvořit jeho domácnost ve více přístupné místo, které zohledňuje náročnost některých běžných úkonů v domácnosti.

Osvětlení v obou návrzích funguje v kombinaci se senzory pohybu. U varianty Premium je k vzhledem efektivnějšímu senzoru pohybu, tzv. senzoru přítomnosti možnost nastavení automatizací na lepší úrovni. Senzor kromě pohybu snímá světlo a zvuk v místnosti. V kombinaci s mobilní aplikací, chytrými hodinkami a hlasovým asistentem ulehčuje uživateli správu osvětlení po celé domácnosti. Užitečnou scénou je bezpochyby využití pohybového senzoru pod postelí, který v noci při zaznamenání pohybu může rozsvítit světla v místnosti jen na určité procento svítivosti. Pro ochrnutého člověka, který jen tak nevstane a nerozsvítí, je toto jistě velkým benefitem.

Vyjma chytrého osvětlení je dalším ulevěním zakomponování chytrých zásuvek a chytrých prodlužovacích kabelů. Zásuvky jsou po bytě velmi často v pro vozíčkáře těžce dosažitelných místech, jako jsou například místa nad kuchyňskou linkou, nebo místa nad podlahou v rozích místnosti. Pomocí chytrých zásuvek a prodlužovacích kabelů může uživatel zásuvky ovládat vzdáleně, a tak může některé spotřebiče nechat zapojené v zásuvce.

Dalším prvkem, který vozičkáři ulehčí nucený a náročný pohyb po domácnosti je termostatická hlavice. Uživatel si například může nastavit, jaká teplota se má v místnosti udržovat a nemusí se tak starat o manuální zapínání a vypínání topení.

Aby uživatel předešel některým nebezpečným situacím, jsou v návrhu domácnosti zakomponované prvky zajišťující bezpečnost. Jedná se o senzor kouře a senzor vody, který uživatele chrání před vytopením nebo senzory na dveře a okna, které se pak dají kontrolovat prostřednictvím mobilní aplikace. Ve variantě Basic jsou navíc v návrhu bezpečnostní kamery. Ty mají dvě využití. První je umožnit uživateli kontrolovat stav domácnosti, aniž by musel vykonat fyzickou aktivitu a druhé využití je případná kontrola druhými osobami v případě podezřelého chování (dlouhodobé neodpovídání na hovory, nevycházení ven mezi lidi apod). U varianty Premium jsou bezpečnostní kamery kompenzovány pokročilými senzory přítomnosti. Dokonce je možné nastavit, že pokud nebude v nadefinované místnosti, nebo celém bytě zaregistrován pohyb po určitou dobu, odešle se vybraným lidem hlasová nahrávka s nastavenou krizovou zprávou. Vozičkář má také k dispozici nouzový náramek, nebo chytré hodinky, prostřednictvím kterých je schopný v případě nouze přivolat pomoc.

U domácnosti pro vozičkáře je také velmi důležitým aspektem vážnost ochrnutí. Uživatel může být ochrnutý od pasu dolů, nebo od krku dolů s tím, že ještě existují varianty v kombinaci s mentálním postižením a postižením motoriky končetin.

V případě, že by se jednalo o těžce postiženého uživatele, je možné na okna nainstalovat motory, pomocí kterých lze umožnit otevírat okno pomocí hlasového asistenta. Hlasem lze mimo okna ovládat například i televizi. Pokud zohledníme všechna vylepšení, pro tělesně postiženou osobu může být chytrá domácnost cesta k větší samostatnosti a soběstačnosti. To má za následek jak větší sebevědomí, tak například ušetření na odborných specialistech/asistentech. Postižení se navíc necítí tak bezbranně, pokud si jsou schopni zaopatřit alespoň základní potřeby člověka.

5.3 Domácnost pro neslyšící

Stejně jako předchozí domácnosti, i domácnost pro neslyšící obsahuje dvě varianty. Obě umožňují neslyšícímu do jisté míry kompenzovat absenci sluchu prostřednictvím chytrého osvětlení. Vzhledem k tomu, že uživatel neslyší, mnohdy je hluchota doplněna o němotu. Místo kombinace ovládání chytré domácnosti pomocí hlasového asistenta je v tomto případě hlavním pilířem světlo a vibrace, případně mobilní aplikace. Po celé domácnosti je navrženo RGB osvětlení, které má prostřednictvím různých barev uživatele upozorňovat na různá upozornění. Například červená barva značí nebezpečí a modrá, nebo zelená pohodu. Záleží převážně na uživateli, jaké barvy se rozhodne používat. Světelné signály se dají využít k nahrazení zvonku, budíku, sdělení výstrah a mnoho dalších. Kromě světla v místnosti se dá využít také světelných prvků na telefonu, nebo chytrých hodinkách.

Druhým prvkem k nahrazení sluchu jsou vibrace. Lze tak nastavit vibrující postel, která může fungovat jako budík, nebo upozornění na nebezpečné události. Stejně jako u světla se dají vibrace využívat na telefonu, kdy například místo hlasového vyzvánění telefon vibruje v kombinaci s blikáním blesku telefonu. Kromě telefonu je možné vibrace zapnout i na chytrých hodinkách, kdy v případě, že si uživatel nevšimne světelných signálů v domácnosti, upozorní ho na notifikaci vibrace na hodinkách.

Stejně jako u předchozí domácnosti má varianta Basic v návrhu navíc bezpečnostní kamery, které mají sloužit jak k pocitu většího bezpečí, tak ke kontrolování domácnosti postiženým uživatelem, nebo naopak ke kontrole stavu postiženého.

Z výsledků vyplývá, že stejně jako pro vozíčkáře je řešení chytré domácnosti pro lidi bez sluchu možností, jak si zaručit větší samostatnost a bezpečí.

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo pokusit se za pomoci technologií IoT navrhnout několik řešení chytrých domácností, pomocí kterých je možné zlepšit kvalitu života vybraným typům lidí. Nakonec byly vybrány tři typy osob, a to konkrétně běžní uživatelé, osoby s tělesným postižením (voziček – různé úrovně postižení) a osoby neslyšící. Výsledkem práce bylo sestavení šesti návrhů domácností, kdy byly pro každou domácnost navrženy dvě varianty.

Jednalo se o variantu Basic, která byla sestavována z běžně dostupných zařízení na místních e-shopech a v kamenných obchodech. Druhá varianta Premium byla sestavená ve spolupráci se společností Loxone, která se zabývá sestavováním návrhů chytrých domácností na míru.

Po výběru vhodných zařízení byly sestaveny návrhy domácností včetně jejich kalkulace, které byly doplněny o seznam automatizací a scén, které jsou klíčové pro ono zlepšení kvality života.

Závěrem vypracování návrhů pro jednotlivé typy osob bylo zhodnocení, zda pomocí chytré domácnosti může dojít ke zlepšení kvality života.

U domácnosti pro běžného uživatele autorka dospěla k názoru, že se jedná spíše o zvýšení úrovně komfortu spolu s úsporami na energiích. Na rozdíl od toho se u domácnosti pro tělesně postižené a neslyšící ukázalo, že prostřednictvím chytré domácnosti lze mimo komfortu dosáhnout větší bezpečnosti, soběstačnosti a samostatnosti uživatele, a tím tak bylo dosaženo cíle zlepšení jejich kvality života prostřednictvím technologií IoT.

7 Citovaná literatura

1. **Burian, Pavel.** *Internet inteligentních aktivit.* místo neznámé : Grada, 2014. 978-80-247-5137-5.
2. **Daniel Kellmerit, Dainel Obodovski.** *The Silent Intelligence: The Internet of Things.* místo neznámé : San Francisco, California : DnD Ventures, 2013. 978-0989973700.
3. **Kod'ousková, Barbora.** *Internet věcí (IoT): definice, příklady, využití, produkty.* 1. 7 2022.
4. **Evans, Dave.** *The Internet of Things.* 2011. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything.
5. **CISCO.** CISCO. *cisco.com.* [Online] 2022. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>.
6. **Kranz, Maciej.** *Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry 1st.* místo neznámé : Wiley, 2016. 978-1119285663.
7. **IoT Port.** *iotport.czz.* *Co je to IoT?* [Online] 27. leden 2020. <https://www.iotport.cz/iot-novinky/ostatni-clanky-o-iot/co-to-je-iot>.
8. **Clemons, John.** Co dokáže IIoT - vše o průmyslu. *vseoprmyslu.cz.* [Online] Control Engineering Česko, 28. září 2018. [Citace: 14. červenec 2022.] <https://www.vseoprmyslu.cz/digitalizace/prumyslovy-internet-veci/co-dokaze-iiot.html>.
9. **Jordi Salazar, Santiago Silvestre.** *Internet vecí.* místo neznámé : České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická, 2017. 978-80-01-06235-7.
10. **Pohanka, Pavel.** Internet věcí. *Internet of Things.* [Online] 2021. [Citace: 19. červenec 2022.] <https://pavelpohanka.cz/internet-of-things/>.
11. **Microsoft Azure.** Azure. *Co je middleware?* [Online] 2020. [Citace: 20. červenec 2022.] <https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-middleware/>.
12. **Control Engineering Česko.** Fog computing pro průmyslovou automatizaci. *Vše o průmyslu, portál pro digitalizovanou výrobu.* [Online] 4. březen 2018. [Citace: 24. červenec 2022.] <https://www.vseoprmyslu.cz/digitalizace/informacni-systemy/fog-computing-pro-prumyslovou-automatizaci.html>.

13. **Knoppová, Dana.** Fog Computing. *iot-portal.cz*. [Online] 16. červen 2017. [Citace: 24. červenec 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2017/06/16/fog-computing/>.
14. **Raza, Muhammad.** Public vs Private vs Hybrid: Cloud Differences Explained. *bmc.com*. [Online] 31. srpen 2020. [Citace: 2022. červenec 2022.] <https://www.bmc.com/blogs/public-private-hybrid-cloud/>.
15. **Vojáček, Antonín.** Základní pvod do oblasti internetu věcí (IoT). *Automatizace.hw.cz*. [Online] 16. září 2016. [Citace: 19. červenec 2022.] <https://automatizace.hw.cz/zakladni-uvod-do-oblasti-internetu-veci-iot.html>.
16. **Schafferová, Magdalena.** Jak se vyznat v záplavě sítí pro internet věcí. *ZOOCO*. [Online] 20. říjen 2017. [Citace: 10. srpen 2022.] <https://www.zooco.io/blog/jak-se-vyznat-v-zaplave-siti-pro-internet-veci/>.
17. **Peterka, Jiří.** eArchiv.cz. *Kroucená dvoulinka*. [Online] 2015. [Citace: 10. srpen 2022.] <https://www.earchiv.cz/a96/a644k150.php3>.
18. **Focc.** Jaký je rozdíl mezi kabelem Cat5, Cat5e a Cat6? *Focc*. [Online] 27. květen 2019. [Citace: 10. srpen 2022.] <http://cz.opticalpatchcable.com/news/what-is-the-difference-between-cat5-cat5e-an-24286378.html>.
19. **Peterka, Jiří.** eArchiv.cz -o. *Optické kabely*. [Online] 2015. [Citace: 10. srpen 2022.] <https://www.earchiv.cz/a92/a208c110.php3>.
20. **IQRF.** What is IQRF? *IQRF*. [Online] 2022. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.iqrf.org/what-is-iqrf>.
21. **Co je to IoT?** *iot-portal.cz. IoT Portál*. [Online] 24. květen 2016. [Citace: 4. září 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/05/24/mqtt/>.
22. **Malý, Martin.** Protokol MQTT: komunikační standard pro IoT. *Root.cz*. [Online] 29. červen 2016. [Citace: 4. září 2022.] <https://www.root.cz/clanky/protokol-mqtt-komunikacni-standard-pro-iot/>.
23. **IoT portál.** MiWi. *IoT Portál*. [Online] 6. květen 2016. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/05/06/miwi/>.
24. —. NarrowBand IoT. *IoT Portál*. [Online] 30. duben 2016. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/04/30/narrowband-iot/>.
25. **Vodafone.** Co je NB - IoT. *Vodafone*. [Online] 2022. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.vodafone.cz/podnikatele/internet-veci/nb-iot1/>.

26. **portál, IoT.** Wi-Fi HaLow. *IoT Portál*. [Online] 29. únor 2016. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/02/29/wi-fi-halow/>.
27. **Václavík, Lukáš.** Wi-Fi má nového sourozence. Přivítejte HaLow optimalizované pro IoT. *zive.cz*. [Online] 25. listopad 2021. [Citace: 2. říjen 2022.] <https://www.zive.cz/clanky/wi-fi-ma-noveho-sourozence-privitejte-halow-optimalizovane-pro-iot/sc-3-a-213581/default.aspx>.
28. **365tipu.** Co je to Bluetooth LE, BLE, Bluetooth Low Energy, Bluetooth Smart, Bluetooth 5. @365tipu.cz. [Online] 6. září 2017. [Citace: 9. říjen 2022.] <https://365tipu.cz/2017/09/06/tip883-co-je-to-bluetooth-le-ble-bluetooth-low-energy-bluetooth-smart-bluetooth-5/>.
29. **Felch, Ray.** Understanding Zigbee and Wireless Mesh Networking. *Black Hills Information Security*. [Online] 27. srpen 2021. [Citace: 9. říjen 2022.] <https://www.blackhillsinfosec.com/understanding-zigbee-and-wireless-mesh-networking/>.
30. **iot portál.** ZigBee. *iot-portal.cz*. [Online] 24. únor 2016. [Citace: 9. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/02/24/zigbee/>.
31. **smartroom.** Smart room. *smartroom.cz*. [Online] 2022. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://www.smartroom.cz/z-wave/>.
32. **redakce.** Z-wave. *IoT Portál*. [Online] 26. únor 2016. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/02/26/z-wave/>.
33. **Vojáček, Antonín.** SIGFOX - princip, struktura, protokol, použití. *vyvoj.hw.cz - profesionální elektronika*. [Online] 26. květen 2017. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://vyvoj.hw.cz/sigfox-princip-struktura-protokol-pouziti.html>.
34. **Sedlák, Jan.** Síť internetu věcí Sigfox míří do bankrotu, v Česku má provoz fungovat i nadále. *Lupa.cz*. [Online] 2022. leden 31. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://www.lupa.cz/aktuality/sit-internetu-veci-sigfox-miri-do-bankrotu-v-cesku-ma-provoz-fungovat-i-nadale/>.
35. **redakce.** LoRaWAN. *IoT Portál*. [Online] 29. únor 2016. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://www.iot-portal.cz/2016/02/29/lorawan/>.
36. **Quere, Julien.** LoRaWan, a dedicated IoT network. *witekio.com*. [Online] 17. leden 2018. [Citace: 23. říjen 2022.] <https://witekio.com/blog/lorawan-a-dedicated-iot-network/>.

37. **E-on.** Jaké výhody má chytrá domácnost? *eon.cz*. [Online] 2022. [Citace: 30. říjen 2022.] <https://www.eon.cz/radce/chytra-domacnost/inteligentni-domacnost/jake-vyhody-ma-chytra-domacnost/>.
38. **Herwig, Bohumil.** Co to je a jak funguje chytrý dům, chytrý byt a chytrá domácnost? *lupa.cz*. [Online] 28. červen 2013. [Citace: 30. říjen 2022.] <https://www.lupa.cz/clanky/co-to-je-a-jak-funguje-chytry-dum-chytry-byt-a-chytra-domacnost/>.
39. **Chrobok, Michael.** Chytrá domácnost je na vzestupu, ukázal podrobný průzkum Netatmo. *Smartmaina.cz*. [Online] 3. červen 2021. [Citace: 30. říjen 2022.] <https://smartmania.cz/chytra-domacnost-je-na-vzestupu-ukazal-podrobny-pruzkum-netatmo/>.
40. **Anna Bobřeková, Lenka Weichetová.** Aktivit na síti se liší podle příjmu domácností. *statistikaamy.cz*. [Online] 22. březen 2021. [Citace: 30. říjen 2022.] <https://www.statistikaamy.cz/2021/03/22/aktivity-na-siti-se-lisi-podle-prijmu-domacnosti>.
41. **Jablotron.** Alarm Jablotron 100+. *jablotron.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.jablotron.com/cz/produkty/alarmy/jablotron-100/#zabezpeceni>.
42. —. Naše chytrá řešení. *jablotron.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.jablotron.com/cz/produkty/>.
43. **Fibaro.** O nás. *fibaro.com*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.fibaro.com/cz/about-us/>.
44. —. Systém FIBARO. *mojefibaro.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.mojefibaro.cz/system/>.
45. —. produkty. *mojefibaro.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.mojefibaro.cz/produkty/>.
46. **Loxone.** Cena inteligentní elektroinstalace. *loxone.com*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.loxone.com/cscz/chytry-dum/inteligentni-domacnost-cena/>.
47. —. Chytrý dům nebo byt s Loxone. *loxone.com*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.loxone.com/cscz/chytry-dum/>.
48. —. Miniserver. *loxone.com*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.loxone.com/cscz/produkty/miniserver-extensions/>.
49. **INELS.** Chytré bydlení. *inels.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.inels.cz/home>.

50. —. Chytrý důlm. *inels.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.inels.cz/chytry-dum>.
51. —. O nás. *inels.cz*. [Online] 2022. [Citace: 8. listopad 2022.] <https://www.inels.cz/o-nas>.
52. **Kupka, Michael.** (Ne)bezpečnost IoT aneb Stále podeňované riziko. *systemonline.cz*. [Online] System Online, srpen 2019. [Citace: 20. listopad 2022.] <https://www.systemonline.cz/it-security/ne-bezpecnost-iot-aneb-stale-podcenovane-riziko.htm>.
53. **ElektroPrůmysl.** IoT a bezpečnost. *ElektroPrůmysl.cz, Informace ze světa průmyslu a elektrotechniky*. [Online] 15. únor 2021. [Citace: 20. listopad 2022.] <https://www.elektroprumysl.cz/automatizace/iot-a-bezpecnost>.
54. **Industry IoT Consortium.** The Industrial Internet Reference Architecture. *iiconsortium.org*. [Online] 2022. [Citace: 20. listopad 2022.] <https://www.iiconsortium.org/iira/#>.
55. —. About Us. *iiconsortium.org*. [Online] 2022. [Citace: 20. listopad 2022.] <https://www.iiconsortium.org/about-us/>.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek: 1 Moment, kdy počet zařízení přesáhl počet lidí na Zemi | 14 |
| Obrázek: 2 Rozdělení typu zařízení připojených k internetu..... | 14 |
| Obrázek: 3 Rozbor připojených IoT zařízení v letech 2018-2023dle kategorií..... | 15 |
| Obrázek: 4 Využití IoT v průmyslu (IIoT) a domácnostech (CIoT)..... | 16 |
| Obrázek: 5 Architektura IoT | 19 |
| Obrázek: 6 Fog Computing..... | 20 |
| Obrázek: 7 Rozdíly mezi službami On-Premises, IaaS, Paas a SaaS | 22 |
| Obrázek: 8 Rozdíl mezi UTP/STP cat5, cat5e, cat6 | 24 |
| Obrázek: 9 Rozdíl mezi jednovidovým a mnohovidovým optickým kabelem..... | 25 |
| Obrázek: 10 Vlastnosti a výhody Wi-Fi HaLow | 27 |
| Obrázek: 11 ZigBee: typologie sítě - hvězda, strom, mesh | 28 |
| Obrázek: 12 Architektura Sigfox sítě..... | 29 |
| Obrázek: 13 Třídy zařízení fungující na protokolu LoRaWAN rozdělené na základě uplinku a energetické náročnosti | 30 |
| Obrázek: 14 Úkázka chytré domácnosti od Jablotronu - program 100+ | 32 |
| Obrázek: 15 Chytrá domácnosti od Fibaro | 33 |
| Obrázek: 16 Chytrá domácnost od Loxone – varianta premium | 34 |
| Obrázek: 17 Chytrá domácnost od iNels | 35 |
| Obrázek: 18 Náskres vzorového bytu..... | 40 |
| Obrázek: 19 Náskres chytré domácnosti pro běžného uživatele – Varianta Basic | 53 |
| Obrázek: 20 Náskres chytré domácnosti pro běžného uživatele – Varianta Basic | 55 |
| Obrázek: 21 Náskres chytré domácnosti pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Basic | 62 |
| Obrázek: 22 Náskres chytré domácnosti pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Premium | 64 |
| Obrázek: 23 Náskres chytré domácnosti pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic..... | 72 |
| Obrázek: 24 Náskres chytré domácnosti pro neslyšícího uživatele – Varianta Premium | 74 |

8.2 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Seznam místností vzorového bytu | 39 |
| Tabulka 2 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro běžného uživatele | 49 |
| Tabulka 3 Výpočet vah pro řídicí jednotku běžného uživatele | 50 |
| Tabulka 4 Vyhodnocení optimální řídicí jednotky pro běžného uživatele | 51 |
| Tabulka 5 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Basic | 52 |
| Tabulka 6 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Premium | 54 |
| Tabulka 7 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro tělesně postiženého uživatele | 58 |
| Tabulka 8 Výpočet vah pro řídicí jednotku tělesně postiženého uživatele..... | 59 |
| Tabulka 9 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro běžného uživatele – Varianta Basic | 60 |
| Tabulka 10 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Basic | 61 |
| Tabulka 11 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro tělesně postiženého uživatele – Varianta Premium..... | 63 |
| Tabulka 12 Fullerův trojúhelník pro výběr řídicí jednotky pro tělesně postiženého uživatele | 68 |
| Tabulka 13 Výpočet vah pro řídicí jednotku pro neslyšícího uživatele | 69 |
| Tabulka 14 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic | 70 |
| Tabulka 15 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Basic | 71 |
| Tabulka 16 Seznam vybraných komponentů (včetně cen a počtu) pro neslyšícího uživatele – Varianta Premium | 73 |

Příloha 1: Přehled výběru komponentů (světla, LED pásky)

| Odkaz | Název | Protokoly | Kompatibilita | Životnost | Systém | Výhody | Nevýhody | Jazyk | Cena |
|---|--|-------------------|---|-----------|--------------|---|--|--------------------|---|
| Žárovky | | | | | | | | | |
| https://www.w.alza.cz/p/hilips-hue-white-... | Philips Hue White Ambiance 8W 1100 E27 starter kit | zigbee, bluetooth | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | Android, iOS | stmívání, chromatičnost, časovač, RGB, mobilní aplikace | potřebuje hub (není wifi) | cz, en, de | kit 3(yellow) 3200 Kč, žárovka 1500 Kč kit 3 (colour) 5200 Kč, žárovka 1700 Kč |
| https://www.w.alza.cz/v | Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, E27 | wifi | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | Android, iOS | stmívání, RGB | | | 499,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/i | Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W barevná a bílá, stmívatelná, WiFi | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya, Siri zkratky, Lidl Home | 25000h | Android, iOS | stmívání, chromatičnost, RGB | | cz, en, de, mg, sk | 349,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/n | Immax NEO LITE Smart žárovka | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya | 20000h | Android, iOS | stmívání RGB | | en | 389 Kč (194 Kč/ks) |
| https://www.w.alza.cz/t | TP-LINK Tapo L530E, Smart WiFi žárovka barevná | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa | 15000h | Android, iOS | stmívání, RGB | dle recenzí horší odezva, občas blbne | cz, en, de, sk | 369,00 Kč |
| LED pásky | | | | | | | | | |
| https://www.w.alza.cz/p/hilips-hue-lightstrip-plus-v4-... | Philips Hue LightStrip Plus v4 | zigbee, bluetooth | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | | stmívání, chromatičnost, RGB, 2m | HUB, špatně nastavitelné - pouze 30cm pásky, špatně se to napojuje | en, cz, de | 2 329,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/t | TP-LINK Tapo L930-5, Smart WiFi LED pásek multicolor (5m) | Wifi | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 50000h | | stmívání, RGB, hlasové ovládání, vizualizace hudby,5m | | en, cz, sk | 1 309,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/i | Immax NEO LITE Smart pásek LED 5m, RGB, CCT, barevný, stmívatelný, wifi, MUSIC, IR ovladač | Wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya, Siri zkratky, Lidl Home | 25000h | | stmívání, chromatičnost, RGB, dálkové ovl., 5m | | cz, en, de, sk, mg | 1 009,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/g | Govee WiFi RGBIC Smart PRO LED pásek 10m - extra odolný | Wifi, Bluetooth | Google Assistant, Amazon Alexa | 50000h | | stmívání, 10m, dálkové osvětlení, hlasové ovládání, vizualizace hudby,10m | | en | 1 690,00 Kč |
| https://www.w.alza.cz/g | Cololight pásek PLUS 60 LED | Wifi | Homekit, Google | 30000h | | stmívání, RGB v apce,2m | | en, de | 1 399,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 1: Fullerův trojúhelník pro výběr světel - běžný uživatel

| Protokoly | Protokoly | Protokoly | Protokoly | | | Kategorie | Výskyt | Výskyt úprava | Váha |
|---------------|---------------|---------------|---------------|--|--|---------------|--------|---------------|------|
| Kompatibilita | Svitivost | Hub | Cena | | | Protokoly | 1 | 1 | 0,10 |
| | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita | | | Kompatibilita | 1 | 1 | 0,10 |
| | Svitivost | Hub | Cena | | | Svitivost | 4 | 4 | 0,40 |
| | | Svitivost | Svitivost | | | Hub | 2 | 2 | 0,20 |
| | | Hub | Cena | | | Cena | 2 | 2 | 0,20 |
| | | | Hub | | | Celkem | 10 | 10 | 1 |
| | | | Cena | | | | | | |

< > ... zásuvky POHYB zásuvky SLUCH světla světla BASIC světla POHYB světla SLUCH senzory senzor

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 1: Metoda bodovací s váhami pro výběr světel - běžný uživatel

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Svitivost/hod | Hub | Cena | | |
|---|-------------------|--|---------------|-----|--------------|--|--|
| Philips Hue White Ambiance 8W 1100 E27 | zigbee, bluetooth | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | ano | 1500, 1700 | | |
| Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, | wifi | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | ne | 499,00 Kč | | |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuva, Siri zkratky, Lidl | 25000h | ne | 349,00 Kč | | |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 9W | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuva | 20000h | ne | 389 (194 ks) | | |
| TP-LINK Tapo L530E, Smart WiFi žárovka | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa | 15000h | ne | 369,00 Kč | | |

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Svitivost/hod | Hub | Cena | Průměr pořadí | Pořadí |
|---|-----------|---------------|---------------|------|------|---------------|--------|
| Philips Hue White Ambiance 8W 1100 E27 | 10 | 10 | 10 | 5 | | 3 | 7,60 |
| Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, | 7 | 10 | 10 | 10 | | 6 | 8,90 |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W | 7 | 8 | 10 | 10 | | 8 | 9,10 |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 9W | 7 | 6 | 7 | 10 | | 10 | 8,10 |
| TP-LINK Tapo L530E, Smart WiFi žárovka | 7 | 5 | 5 | 10 | | 7 | 6,60 |
| Váha | 0,10 | 0,10 | 0,40 | 0,20 | | 0,20 | |

zásuvky POHYB zásuvky SLUCH světla světla BASIC světla POHYB světla SLUCH ... + : ◀

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 1: Fullerův trojúhelník pro výběr světel - tělesně postižený uživatel

| Protokoly | Protokoly | Protokoly | Protokoly | Kategorie | Výskyt | Výskyt úprava | Váha |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|------|
| Kompatibilita | Svitivost | Hub | Cena | Protokoly | 2 | 3 | 0,20 |
| | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita | Kompatibilita | 4 | 5 | 0,33 |
| | Svitivost | Hub | Cena | Svitivost | 0 | 1 | 0,07 |
| | | Svitivost | Svitivost | Hub | 1 | 2 | 0,13 |
| | | Hub | Cena | Cena | 3 | 4 | 0,27 |
| | | | Hub | Celkem | 10 | 15 | 1 |
| | | | Cena | | | | |

< > ... zásuvky POHYB zásuvky SLUCH světla světla BASIC světla POHYB světla SLUCH senzory senzo

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 1: Metoda bodovací s váhami pro výběr světel - tělesně postižený uživatel

| Název | Protokoly | Kompatibilita | Svitivost/hod | Hub | Cena | Průměr pořadí | Pořadí |
|---|-------------------|--|---------------|------|--------------|---------------|--------|
| Philips Hue White Ambiance 8W 1100 E27 | zigbee, bluetooth | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | ano | 1500, 1700 | | |
| Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, | wifi | Homekit, Google Assistant, Amazon Alexa | 25000h | ne | 499,00 Kč | | |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya, Siri zkratky, Lidl | 25000h | ne | 349,00 Kč | | |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 9W | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa, Tuya | 20000h | ne | 389 (194 ks) | | |
| TP-LINK Tapo L530E, Smart WiFi žárovka | wifi | Google Assistant, Amazon Alexa | 15000h | ne | 369,00 Kč | | |
| | | | | | | | |
| Název | Protokoly | Kompatibilita | Svitivost/hod | Hub | Cena | Průměr pořadí | Pořadí |
| Philips Hue White Ambiance 8W 1100 E27 | 10 | 10 | 10 | 5 | | 3 | 7,47 |
| Vocolinc Smart žárovka L3 ColorLight, 850 lm, | 7 | 10 | 10 | 10 | | 6 | 8,33 |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 11W | 7 | 8 | 10 | 10 | | 8 | 8,20 |
| Immax NEO LITE Smart žárovka LED E27 9W | 7 | 6 | 7 | 10 | | 10 | 7,87 |
| TP-LINK Tapo L530E, Smart WiFi žárovka | 7 | 5 | 5 | 10 | | 7 | 6,60 |
| Váha | 0,20 | 0,33 | 0,07 | 0,13 | | 0,27 | |

ky POHYB zásuvky SLUCH světla světla BASIC světla POHYB světla SLUCH ... + :

Zdroj: Vlastní zpracování

