

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

Internet věcí v domácnosti

Jan Blahník

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Blahník

Ekonomika a management
Provoz a ekonomika

Název práce

Internet věcí v domácnosti

Název anglicky

Internet of Things in the Home

Cíle práce

Cílem práce bude analýza využitelnosti IoT v domácnostech, finanční analýza nasazení IoT ve vybrané domácnosti. Výsledkem analýz bude zefektivnění využívání energií v dané domácnosti.

Metodika

Bude provedena finanční analýza nasazení IoT ve vybrané domácnosti a finanční komparace před a po nasazení technologií, jejichž účelem je zefektivnit využívání energií v dané domácnosti. Po komparaci bude vyhodnocen finanční plán a posouzeno, zda se vyplatí do chytré domácnosti investovat.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

chytrá domácnost, internet věcí, homekit, google assistant

Doporučené zdroje informací

BURIAN, Pavel. Internet inteligentních aktivit. Praha: Grada, 2014. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-5137-5.

SINCLAIR, Bruce. IoT Inc: how your company can use the internet of things to win in the outcome economy. New York: McGraw-Hill Education, [2017]. ISBN 9781260025897.

TRIPATHY, B. K. a J. ANURADHA. Internet of things (IoT): technologies, applications, challenges and solutions. Boca Raton: Taylor & Francis, CRC Press, 2018. ISBN 9781138035003.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Mgr. Vladimír Očenášek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 3. 9. 2019

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 10. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Internet věcí v domácnosti" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Ing. Vladimíru Očenáškoví, Ph.D. za cenné rady a poznatky, které mi při vedení diplomové práce poskytl. Dále bych také chtěl poděkovat katedře informačních technologií při diplomantském semináři, který mi přinesl u bakalářské i diplomové práce užitečné tipy, jak diplomovou práci ještě vylepšit.

Internet věcí v domácnosti

Abstrakt

Tato diplomová práce se věnuje internetu věcí, který nás začíná obklopotvat ve stále větší míře, aniž bychom si to tolik uvědomovali. Jedná se zejména o monitorovací systémy ve městech, chytré zařízení a doplňky v domácnosti. Uplatnění nalézá také ve zdravotnictví anebo také v průmyslu. Toto je jenom skromný výčet využití ve fenoménu s názvem internet věcí.

Teoretická část diplomové práce se věnuje obecnému představení internetu věcí od jeho vzniku až po současnost, funkčnímu principu, využitím internetu věcí v domácnostech, stručnému přehledu poskytovatelů IoT u nás. Pozornost je taktéž věnována typům chytrých domácností a možnosti přenosu jejich dat. Na závěr jsou představeny druhy budov podle energetické náročnosti a jejich vztahem k internetu věcí.

Praktická část je zaměřená na různé typy domácností dle preferencí uživatele. Dle preferencí je sestaven primární výčet zařízení, který domácnost obsluhuje, zajišťuje komfort a u vybraných zařízení dokáže šetřit i spotřebovanou energii. Domácnostem je sestaven finanční rozpočet na realizaci daného typu domácnosti a je jen na samotném uživateli jaký typ domácnosti zvolí na základě svých finančních možností či například technologie ovládání. Na závěr je vyčíslena potencionální finanční úspora, pokud se nasadí prvky internetu věcí, který se snaží efektivně využívat energie.

Klíčová slova: smart home, internet věcí, homekit, google assistant

Internet of Things in the home

Abstract

This thesis pursues the internet of things, which surrounds us more and more without us even noticing it. It's mainly about the monitoring systems in the cities, smart accessories and devices in households. It's also applied in healthcare or industry. This is just a tiny example of the application of a phenomenon called "The internet of things."

The theoretical part pursues a general introduction of the internet of things from it's creation until now, its functional principle, its usage in households and a brief overview of IoT providers in our country. It also pays attention to types of smart home and their data transfer possibilities. At the end there's a presentation of types of buildings according to energy requirements and their relation to the internet of things.

The practical part is focused on different types of households according to user's preferences. By that we find a primary enumeration of devices, what that devices control, ensure comfortable home and in numerous of them, they can save money. The households are given budget examples to create their own smart home and it's up to them to choose the one that corresponds to their financial possibilities or their preferred control interface. At the end there's a calculation of potential financial saving if an efficient use of energy is applied.

Keywords: smart home, Internet of Things, homekit, google assistant

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce a metodika	13
3 Teoretická část.....	14
3.1 Definice IoT	14
3.2 Historie IoT	15
3.3 Nástup IoT.....	15
3.4 Funkční princip IoT	17
3.5 Sféry využití IoT	18
3.5.1 Autonomní vozidla	18
3.5.2 Chytrá domácnost	19
3.5.3 Chytré město	20
3.5.4 Zdravotnictví.....	20
3.5.5 Průmysl	21
3.5.5.1 Logistika.....	21
3.5.5.2 „Digitální dvojčata“	22
3.5.5.3 Sledování aktiv podniku	22
3.5.5.4 Plánované opravy	22
3.5.5.5 Vzdálené řízení výrobního procesu.....	23
3.6 Kontroverze spojená s IoT	23
3.6.1 Zabezpečení	23
3.6.2 Ochrana osobních údajů.....	24
3.6.3 Digitální závislost	24
3.6.4 Soupeření mezi ekosystémy.....	24
3.7 Současnost a budoucnost IoT	25
3.7.1 Současnost	25
3.7.2 Budoucnost IoT	26
3.8 Poskytovatelé IoT v ČR	27
3.8.1 Jablotron	27
3.8.2 Fibaro	28
3.8.3 Somfy.....	29
3.8.4 Loxone	29
3.9 Typy chytrých domácností.....	30
3.9.1 Lokální varianta	30
3.9.2 Centralizované a decentralizované systémy	30
3.9.3 Hybridní systémy	31
3.10 Cloudová varianta	31

3.11	Hybridní varianta	32
3.12	Možnosti přenosu dat	32
3.12.1	Kabelová varianta	33
3.12.2	Bezdrátová varianta	34
3.12.2.1	Wi-Fi	35
3.12.2.2	Bluetooth	35
3.12.2.3	Zigbee	36
3.12.2.4	Z-wave	36
3.12.2.5	SigFox	37
3.12.2.6	LoRa	37
3.12.2.7	NB-IoT	38
3.13	Druhy budov	39
3.13.1	Nízkoenergetická budova	39
3.13.2	Pasivní budova	39
3.13.3	Nulová budova	40
3.13.4	Aktivní budova	40
3.14	Architektura IoT v domácnosti	41
4	Vlastní práce	43
4.1	Představení objektu	43
4.2	Typy zákazníků	46
4.3	Typový zákazník č.1 - nadšenec do technologií	46
4.3.1	Ovládání domácnosti	46
4.3.2	Kamerový systém	47
4.3.3	Zamykání	49
4.3.4	Stínění	50
4.3.5	Osvětlení	51
4.3.6	Regulace vytápění a chlazení	51
4.3.7	Multimédia	53
4.3.8	Čidla a senzory	53
4.3.9	Chytré spotřebiče	54
4.3.10	Náklady na realizaci typového zákazníka č. 1	55
4.4	Typový zákazník č. 2 – úsporný návrh domácnosti	56
4.4.1	Ovládání domácnosti	56
4.4.2	Kamerový systém	57
4.4.3	Zamykání	58
4.4.4	Stínění	59
4.4.5	Osvětlení	60
4.4.6	Regulace vytápění a chlazení	60
4.4.7	Čidla a senzory	61

4.4.8	Chytré spotřebiče	62
4.4.9	Náklady na realizaci typového zákazníka č. 2	63
4.5	Typový zákazník č.3 – alternativní varianta	64
4.5.1	Ovládání domácnosti	64
4.5.2	Kamerový systém	64
4.5.3	Zamykání	65
4.5.4	Stínění	65
4.5.5	Osvětlení	65
4.5.6	Regulace vytápění a chlazení.....	66
4.5.7	Multimédia.....	66
4.5.8	Čidla a senzory	66
4.5.9	Chytré spotřebiče	66
4.5.10	Náklady na realizaci typového zákazníka č.3.....	67
4.6	Finanční úspora domů po implementaci internetu věcí	68
5	Výsledky a diskuse	70
6	Závěr	72
7	Seznam použitých zdrojů	74
7.1	Literární zdroje.....	74
7.2	Internetové zdroje.....	75

Seznam obrázků

Obrázek 1 - schéma využití internetu věcí.....	14
Obrázek 2 - Kevin Ashton, duchovní otec pojmu „internet of things"	15
Obrázek 3 - chytrý termostat Nest	16
Obrázek 4 - jednoduché schéma IoT	17
Obrázek 5 - neuronová síť v automobilech	18
Obrázek 6 - schéma využití IoT v domácnostech.....	19
Obrázek 7 - smart city.....	20
Obrázek 8 - jednoduché schéma využití IoT ve zdravotnictví	21
Obrázek 9 - jednoduché schéma využití IoT v průmyslu	23
Obrázek 10 - tři v současnosti nejpoužívanější systémy v chytré domácnosti.....	25
Obrázek 11 - mikropočítač raspberry Pi	26
Obrázek 12 - monitor dechu NANNY	28
Obrázek 13 - chytrý bazénový systém Peraqua	29
Obrázek 14 - schéma zapojení chytrých domácností.....	31
Obrázek 15 - schéma cloudového řešení chytré domácnosti.....	32
Obrázek 16 - schéma přenosu dat M2M vs. IoT.....	33
Obrázek 17 - funkční rádus bezdrátových technologií využívaných v IoT.....	35
Obrázek 18 - schéma akčního rádusů systémů LoRa vs. Wi-Fi vs. data od mobilního operátora	38
Obrázek 19 - schéma fungování jednotlivých typů budov, zleva pasivní, nulová, aktivní .	41
Obrázek 20 - architektura IoT v domácnosti	42
Obrázek 21 - nákres typového domu	45

Obrázek 22 - iPad uchycený na stěně v rámu s integrovaným napájením	47
Obrázek 23 - uživatelské prostředí pro kamerový systém v homekitu.....	48
Obrázek 24 - chytrý zámek od firmy danalock.....	50
Obrázek 25 - google home smart hub od firmy Samsung	57
Obrázek 26 - kamerový systém od společnosti Toucan	58
Obrázek 27 - chytrý zámek od August Home.....	59
Obrázek 28 - chytré osvětlení od firmy GE.....	60
Obrázek 29 - chytré termo hlavice na topení od společnosti Netatmo	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 - rozpis jednotlivých místností a jejich užitná plocha	43
Tabulka 2 - náklady na realizaci u zákazníka č. 1	55
Tabulka 3 - náklady na realizaci u zákazníka č. 2	63
Tabulka 4 - náklady na realizaci u zákazníka č. 3	67

Seznam použitých zkratk

IoT – Internet of Things

HVAC – Heating, ventilation and air conditioning

1 Úvod

Neustále se zvyšující růst poptávky obyvatelstva po špičkových technologiích, pohodlném životě a zvyšující se spotřeba energií vede vývojáře a vědce k vývoji internetu věcí nejen v domácnostech, ale všude kolem nás. To má za následek, že mnoho zařízení, které používáme na denní bázi se v dnešní době dá připojit k internetu nebo propojit navzájem mezi sebou. Naše domovy jsou jedním z prvků internetu věcí, kde lze nejlépe demonstrovat jeho funkčnost a přidanou hodnotu pro jednotlivé uživatele.

Systémy inteligentních domů se můžou velice lišit. Internet věcí v domech může začínat několika kusy jednoduchých, na sobě nenapojených zařízení, které se snaží zjednodušit určité funkce v chytrých domech a mohou končit až spletitou soustavou inteligencí zařízení, které fungují jako náš druhý „mozek“ a můžou fungovat zcela autonomně.

Současný internet věcí dělíme do dvou vývojových větví. První větví je využívání internetu věcí pro běžného uživatele. Pod ní spadá zejména inteligentní domácnosti a autonomní vozidla. Druhou vývojovou větví jsou chytrá města, oblast zdravotnictví a také průmyslu. Zejména v oblasti průmyslu nachází internet věcí širokou škálu využití.

Téma této diplomové práce si její autor zvolil zejména z důvodu velkého zájmu o danou problematiku. Před časem se stěhoval do nového domova a v rámci rekonstrukce původních prostor se snažil v rámci možností udělat domácnost co nejvíce chytrou a automatizovanou. Druhým podnětem se stala touha zjistit, jak se finančně můžou jednotlivé varianty implementace internetu věcí do domácnosti od sebe lišit.

2 Cíl práce a metodika

Cílem práce bude analýza využitelnosti IoT v domácnostech, finanční analýza nasazení IoT ve vybrané domácnosti. Výsledkem analýz bude zefektivnění využívání energií v dané domácnosti.

Bude provedena finanční analýza nasazení IoT ve vybrané domácnosti a finanční komparace před a po nasazení technologií, jejichž účelem je zefektivnit využívání energií v dané domácnosti. Po komparaci bude vyhodnocen finanční plán a posouzeno, zda se vyplatí do chytré domácnosti investovat.

3 Teoretická část

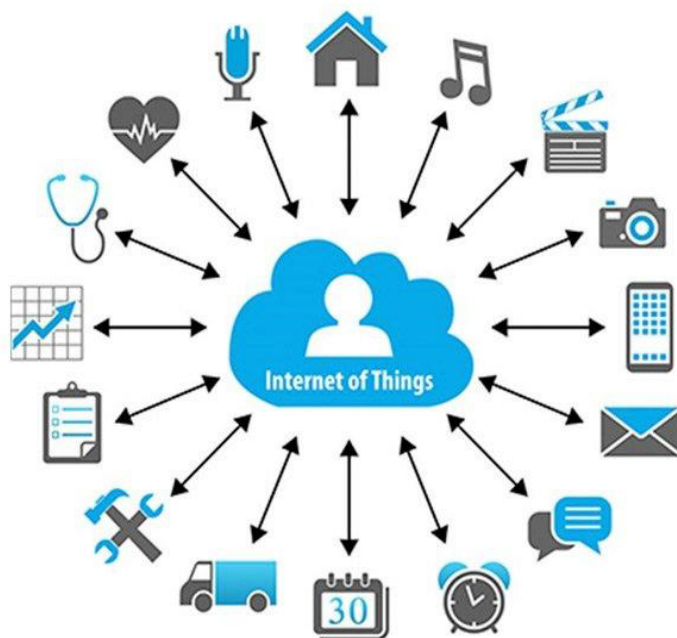
3.1 Definice IoT

Internet věcí, ve zkratce psaný IoT (Internet of Things) je soustava navzájem propojených výpočetních zařízení, mechanických a digitálních strojů, předmětů anebo dokonce zvířat a lidí, kterým jsou přiřazeny unikátní identifikátory (UID - user identifier) a schopnost přenášet jednotlivá data po síti bez potřeby jakékoliv interakce člověka s člověkem nebo člověka s počítačem.

Věcí v IoT může být například pacient s implantovaným kardiostimulátorem, hospodářská zvířata s implantovaným biočipem, automobily se senzory pro hlídání provozních kapalin nebo jakýkoliv přírodní či uměle vytvořený produkt, kterému lze přiřadit adresu internetového protokolu (IP adresu) a je přes něj možné přenášet datové pakety po síti.

Společnosti v mnoha průmyslových oblastech začínají čím dál tím více využívat IoT k efektivnějšímu fungování organizace, lepšímu porozumění zákazníkům (přesnější zjišťování potřeb zákazníků), pro lepší rozhodování a zvyšování hodnoty podniku. (Rouse, 2020), (Tripathy, 2018), (Burian, 2014)

Obrázek 1 - schéma využití internetu věcí



Zdroj: www.justcreative.com

3.2 Historie IoT

Termín Internet věcí je starý 16 let. Nicméně samotný nápad na inteligentní k síti připojené zařízení je tu s námi od 70. let minulého století. Tenkrát se tomuto nápadu říkalo "embedded internet". V překladu "vestavěný internet". Samotný pojem „internet věcí“ vytvořil Kevin Ashton v roce 1999 během svého angažmá ve společnosti Procter & Gamble. Ashton pracoval na pozici, kde se věnoval optimalizaci dodavatelského řetězce. Jeho cílem bylo zaujmout vedení společnosti novou technologií zvanou RFID (Radio Frequency Identification). Protože výraz internet byl v té době velice populární, tak nazval svůj projekt "Internet of Things". Přestože se mu povedlo některé vedoucí pracovníky Procter & Gamble zaujmout, tak výraz internet věcí upadl téměř v zapomnění na dalších bezmála deset let. (Tripathy, 2018), (Wilkins, 2020)

Obrázek 2 - Kevin Ashton, duchovní otec pojmu „internet of things“



Zdroj: www.twitter.com

3.3 Nástup IoT

Teprve v létě roku 2010 začala myšlenka IoT nabývat na popularitě. Vylezly na světlo světa informace, že služba StreetView od technologického giganta Google pořizovala

nejenom 360 stupňové snímky lokací kudy projížděla, ale také ukládala mnoho dat z uživatelských wifi sítí. Odborníci se shodli, že se jedná o začátek nové strategie Googlu, kdy data využije pro indexování internetu, ale také zejména indexování reálného světa. V témže roce Čínská lidová republika oznámila, že zařazuje internet věcí do strategických priorit pro svojí takzvanou "pětiletku".

V roce 2011 firma Gartner, která se zabývá průzkumem trhu, zařadila internet věcí na svůj seznam nových, objevujících se fenoménů. O rok později se na největší evropské internetové konferenci LeWeb stal internet věcí hlavním tématem této konference.

V říjnu 2013 společnost IDC vydala prohlášení, že v roce 2020 bude IoT trhem o hodnotě 8,9 bilionu USD.

Do masového povědomí se dostal termín internet věcí v roce 2014, kdy společnost Google koupila za 3,2 miliardy USD společnost Nest. Tato společnost byla spoluzaložena v roce 2010 Tony Fadellem, bývalým inženýrem Applu, který měl lví podíl na vzniku dnes již legendárního hudebního přehrávače iPod. Nest se zaryl do povědomí široké veřejnosti hned svým prvním výrobkem, chytrým termostatem. Jejich termostat je založen na strojovém učení, kdy po uvedení do provozu první týden nechává uživatele domácnosti ručně nastavit teplotu v domácnosti a po této době se na základě strojového učení návyků členů domácnosti reguluje teplota sama. Mezi další výrobky této společnosti patří Nest Cam nebo ne Nest Wifi. (Lueth, 2014), (Rouse, 2020), (Jones, 2019)

Obrázek 3 - chytrý termostat Nest



Zdroj: www.amazon.com

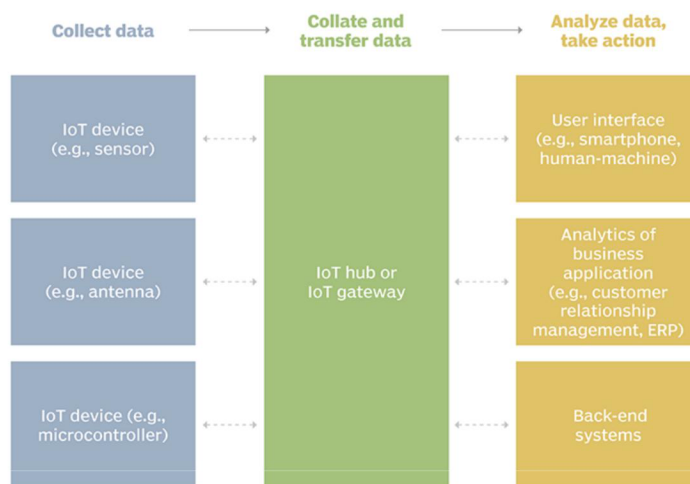
3.4 Funkční princip IoT

Veškerý ekosystém okolo IoT se skládá z inteligentních zařízení s webovým/aplikačním rozhraním, který využívají interní hardware uvnitř daného produktu. Je jím například procesor, senzory a čidla všeho druhu a komunikační hardware, který používají ke shromažďování a odesílání dat ze svého prostředí, kde jsou umístěna či jsou aplikována. Zařízení IoT sdílejí data ze senzorů, které shromažďují k připojené IoT bráně nebo jinému tomu určenému zařízení (v apple homekitu se jedná o apple tv/homepod/ipad), odkud se data odesílají buďto do cloudu a tam se zanalyzují i s alšími statisíci až miliony dat nasbíraných z obdobných situací od jiných zákazníků či se analyzují lokálně. Velice často také tyto zařízení komunikují navzájem mezi sebou ve vybrané domácnosti a pracují s daty jeden od druhého (například venkovní čidlo teploty zaznamení pokles venkovní teploty, tak dá pokyn chytrému termostatu uvnitř domácnosti, aby zapnul kotel na vytápění.)

Zařízení většinu času pracují bez potřeby lidského zásahu, avšak většinou může uživatel s těmito zařízeními komunikovat a doladit si je dle své představy.

(Lueth, 2014), (Tripathy, 2018), (Madza, 2018)

Obrázek 4 - jednoduché schéma IoT



Zdroj: www.techtarget.com

3.5 Sféry využití IoT

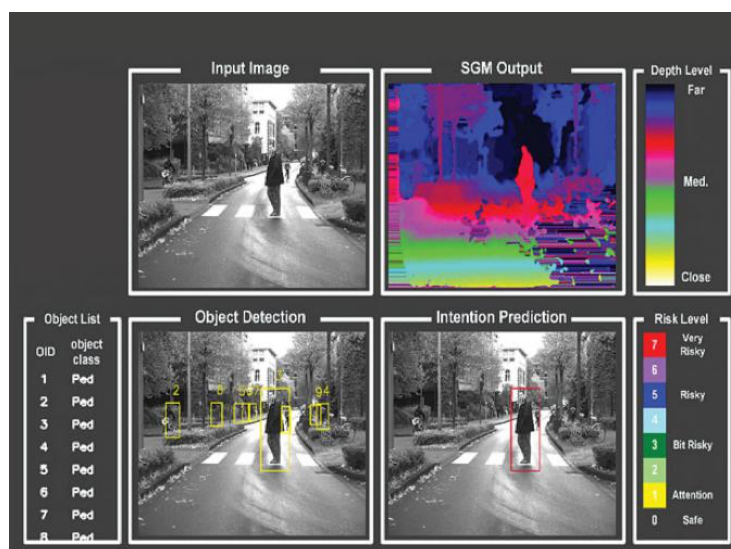
3.5.1 Autonomní vozidla

Jedním ze směrů, kam se IoT ubírá a urazilo obří kus cesty jsou autonomní vozidla, neboli automobily bez řidiče. Jsou to auta, která využívají kombinaci senzorů a kamer kolem celého vozidla, radarů a umělé inteligence k přepravě z bodu A do bodu B bez lidského činitele. Aby bylo možné auto kvalifikovat jako autonomní, tak musí být schopné jízdy bez jakékoliv nutnosti lidského zásahu na komunikacích, které nejsou nijak uzpůsobeny pro takového použití.

Technologie umělé inteligence pohání automobilové systémy uvnitř vozidla. Vývojáři autonomních vozidel využívají obrovské množství dat ze systémů rozpoznávání obrazu společně s neuronovými sítěmi a strojovým učním. Po takovéto analýze miliónů dat má za následek, že může vzniknout systém autonomního řízení. Jako příklad auta s autonomním řízením je opět společnost Google, která využívá kombinaci různých senzorů a kombinuje data získaná těmito senzory k identifikaci objektů kolem vozidla. Další společností, která je co se týče technologie autonomních vozidel nejdále je Tesla - firma založená v roce 2003 Elonem Muskem. Dle jeho slibů by měla být plně autonomní technologie hotova v horizontu nejbližších let.

(Madza, 2018), (Sinclair, 2018)

Obrázek 5 - neuronová síť v automobilech



Zdroj: www.spectrum.ieee.org

3.5.2 Chytrá domácnost

Nejtypičtějším příkladem využití IoT je domácnost. Jednak je to díky nejlepší finanční dostupnosti ze zmiňovaných využití, jednak je to snadná aplikovatelnost a také rozšíření všude kolem nás. IoT v domácnosti můžeme také nazvat jakousi automatizací celého bydlení. Mezi klady automatizace se řadí zvýšení pohodlí jeho uživatelům, zvýšení zabezpečení a nespornou výhodou je také větší efektivita využívání energií, kdy lze ovládat IoT v obydlí pomocí smartphonu nebo jiného síťového zařízení. Dalším kladem je kooperace mezi chytrými zařízeními uvnitř jedné domácnosti, kdy poté pomocí automatizace optimalizují preference členů domácnosti. V dnešní době je téměř každý spotřebič vybavený možností ho zapojit různou formou do IoT. Například chytré zámky a rolety, které poznají na základě přibližující se polohy uživatele telefonu, že mohou odemknout a otevřít rolety. Dalším příkladem může být chytrá lednice. Ta dokáže pomocí čidel a fotoaparátů rekognizovat svůj obsah a na základě toho Vám sestavit nákupní seznam chybějících potravin. Chytré osvětlení může zase poznat v jaké místnosti se zrovna nacházíte a dle toho regulovat osvětlení v jednotlivých částech bytu či domu.

(Madza, 2018), (Vandome, 2018)

Obrázek 6 - schéma využití IoT v domácnostech



Zdroj: www.beyondexclamation.com

3.5.3 Chytré město

Chytré město je v základu město, které využívá moderní technologie k poskytování služeb a k vyřešení městských problémů. Dělá věci jako je zlepšení dopravní obslužnosti, zlepšení sociálních služeb a podpora udržitelnosti města.

Pojem inteligentní města je sice nový, avšak myšlenka a realizace už velice stará. Za příklad lze uvést starověká římská města. Jejich způsob zavlažování a budování viaduktů na přesun vody po celém osídlení splňuje prvky chytrého města.

Chytré město si klade za cíl snížit plýtvání a nepohodlí obyvatel, zlepšit sociální a ekonomický aspekt města. (Madza 2018),

Obrázek 7 - smart city



Zdroj: www.medium.com

3.5.4 Zdravotnictví

Internet věcí může v dalších dekádách změnit diametrálně toto odvětví. Pomocí připojení k internetu mohou chytrá zařízení způsobit revoluci v diagnostice různých nemocí. Chytrá zařízení mohou shromažďovat nedocenitelná data, poskytnout hlubší vhled do jednotlivých problematik onemocnění a umožnit vzdálenou péči. Lze uvést hned několik případů, například léčba rakoviny. V červnu 2018 byla na konferenci zabývající se problematikou rakoviny prezentována studie léčby pacientů s rakovinou hlavy a krku. Vybraný vzorek měl manžetu s technologií Bluetooth, která snímala váhu a krevní tlak pacientů. Výsledky měření byly každý den zasílány lékařům k vyhodnocení. Pacientům, kteří využívali tento monitorovací systém zvaný CYCORE se oproti pacientům, kteří chodili na

týdenní bázi ke svému lékaři vyskytly méně závažné příznaky související s rakovinou a její léčbou. U této studie se ukázalo zlepšení kontaktu pacientů s lékaři a minimální zásah do jejich běžného života.

Další oblastí ve zdravotnictví je inteligentní nepřetržité monitorování glukózy a inzulínového pera, která jsou napojeny na aplikaci v telefonu a můžou data odesílat svému lékaři. Technologií a zařízení, která lze propojit s chytrým zařízením je celá spousta. Toto je pouze malý výčet technologií, které mění a budou měnit celé zdravotnické odvětví.

(Madza, 2018)

Obrázek 8 - jednoduché schéma využití IoT ve zdravotnictví



Zdroj: www.digitalsahitem.com

3.5.5 Průmysl

3.5.5.1 Logistika

Dalším z odvětví, kde se IoT začíná čím dál tím více prosazovat je průmysl. Například logistika. Ta může těžit z propojení IoT mezi různými zařízeními a systémy. Internet věcí dokáže odhalit neefektivnost v dodavatelských řetězcích daného podniku a pomáhá odstranit slepá místa v logistických procesech. Nasazení IoT do vozového parku spediční společnosti má za následek zefektivnění nasazování vozidel do logistického procesu. Může se sledovat jejich provozní stav, potřeba servisu a řada dalších informací, které umožní dopředu naplánovat výluky v jejich nasazení a sehnání náhradních vozidel. IoT může taktéž zefektivnit využívání pohonných hmot, kdy se dá z dat z jízd naplánovat na spotřebu paliva nejefektivnější trasa. (Tripathy 2018), (Greengard, 2015)

3.5.5.2 „Digitální dvojčata“

Přístup se nazývá digital twins neboli v překladu digitální dvojčata. Podniky si vytváří digitální/nehmotné kopie fyzických produktů, které vyrábí. Tyto digitální kopie jsou natolik přesné jejím hmotným protějškům, že je možné na nich nasimulovat jejich funkčnost, servisní intervaly během provozního cyklu výrobku nebo jejich celkovou trvanlivost a slabá místa, která se mohou ještě ve výrobním procesu vylepšit.

(Pallavi, 2017)

3.5.5.3 Sledování aktiv podniku

Tento trend se nastoluje v čím dál tím více podnicích. Firmy pomocí webových či mobilních aplikací získávají přehled o všech svých aktivech v reálném čase. Hlavním cílem je sledování důležitých aktiv jakými jsou suroviny či hotové výrobky z dodavatelského řetězce. Takovéto sledování aktiv může radikálně zoptimalizovat logistický proces, sledovat zásoby, polotovary a také odhalovat krádeže. IoT v této formě pomáhá výrobcům zefektivnit celý proces. Můžou například dávat do výroby přesně daný počet materiálu, který je potřeba k dokončení produktu a žádný prvek výroby jim nebrzdí finální kompletaci. Tím se zkrátí výrobní čas a může se vyprodukovat větší množství daného zboží. (Greengard, 2015)

3.5.5.4 Plánované opravy

Na základě připojení příslušenství založených na bázi IoT, které v sobě mají různě čidla či senzory (například pro sledování teploty, vibrací, napětí) k vybraným zařízením a získat údaje o údržbě. Díky tomuto zdroji informací je možné odhadnout aktuální kondici strojů, nastavit varovné signály a nastavit meze pro aktivaci opravných procesů. Podle těchto informací lze automatizovat servisní intervaly a předpovídat selhání dlouho předem. Navíc šetří náklady podniku, protože jsou tato opatření přijímána pouze tam, kde je to nezbytně nutné. Tento postup lze aplikovat i na letecké společnosti, které pomocí řady čidel dokáží zkrátit čas letadel na zemi na nezbytné minimum. Toto zefektivnění je pro ně klíčové, protože není-li letadlo ve vzduchu, tak společnosti nic nevydělává. (Greengard, 2015)

3.5.5.5 Vzdálené řízení výrobního procesu

Nejdůležitějším prvkem vzdáleného řízení výroby v systému průmyslové automatizace je vzdálená kontrola nad strojním zařízením ve výrobním procesu. Data získaná pomocí vzdálené správy poskytují podnikům daleko realističtější a rychlejší vhled do oblasti skutečné produkce. Nabízí to jakousi pomoc zaměstnancům při analýze firemních dat. Na tomto základě je IoT klíčovým nástrojem pro zajištění bezpečné a bezproblémové výroby a ledování zaměstnanců. (Greengard, 2015)

Obrázek 9 - jednoduché schéma využití IoT v průmyslu



3.6 Kontroverze spojená s IoT

3.6.1 Zabezpečení

Internet věcí umožňuje vzdálené kontrolování a ovládání prvků napříč již existující sítíovou strukturou což umožňuje přímou integraci fyzických věcí do cloudových systémů. Se vzrůstajícím počtem zařízení připojených k jedné síti, tak přímo úměrně roste riziko jejich zneužití či napadení ze strany hackerů. Jediný slabší prvek v síti stačí na napadení celé sítě. Problémem je chybějící šifrování u většiny zařízení, které postrádají jakoukoliv formu ověření či autorizace uživatele. Stejně tak i výrobci ještě pořádně nepochopili jaké může mít důsledky pořádně nezabezpečený software a firmware produktů. Ze studie společnosti HP z roku 2015 vyplynulo, že 60-80% zařízení spojených s IoT postrádala jeden či více prvků zabezpečení. (Bloomberg, 2016)

3.6.2 Ochrana osobních údajů

Sběr dat z těchto zařízení má dvě roviny. Jednou je sběr dat svých uživatelů pro zlepšení kvality a efektivity IoT zařízení a druhou rovinou jsou takzvaná BIG data, která mají pro společnosti vyrábějící hardware nebo poskytující cloudové služby navázané na tyto zařízení daleko větší hodnotu. Společnosti jako Nest nebo Allie Home těmito daty nejenom zlepšují své služby, ale také mají pro ně obchodní hodnotu. Sledují a sbírají data třeba o tom jaké pořady sledujete, jaké máte denní návyky, jak se chováte a na základě těchto dat mohou pomocí algoritmů na Vás cílit personalizovanou reklamu či dokonce tyto informace předávat i třetím stranám (Bloomberg, 2016)

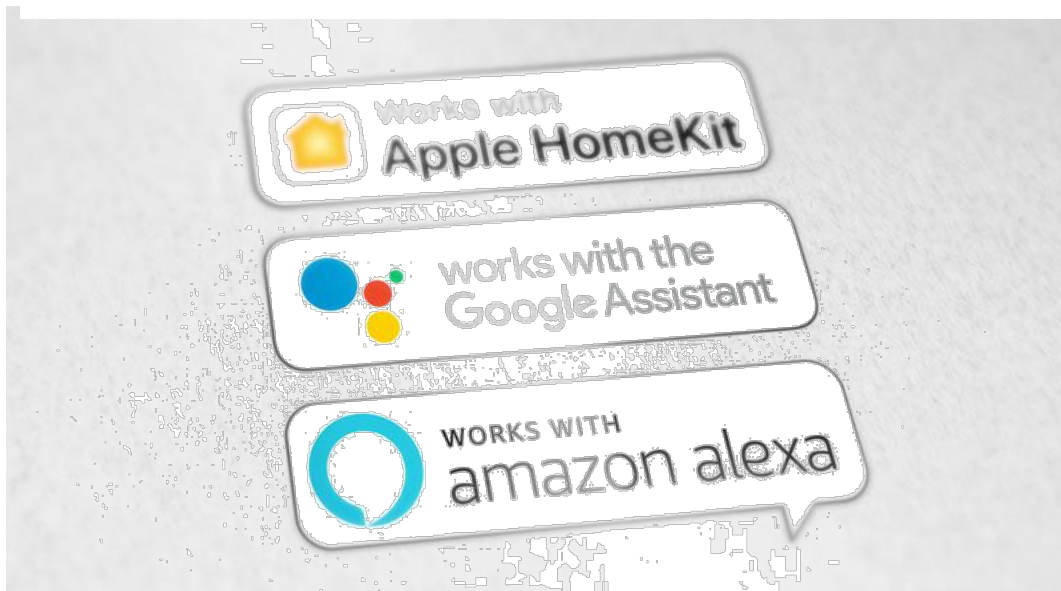
3.6.3 Digitální závislost

Stejně jako internet se stal pro mnohé novodobou závislostí, kdy trávíme na sociálních sítích, hrách, youtube, hodiny času, které bychom mohli věnovat rodině a přátelům, tak stejný vliv začíná mít i IoT. V situaci, kdy máme chytré osvětlení, spotřebiče, oblečení napojené na smartphony, tak mnoho lidí začíná propadat určité formě závislosti, která se může projevit i zdravotními problémy v podobě bolestí hlavy, únavě očí či bolestí zad. Řešení? Zkusit zkrátit čas věnovaný těmto vymoženostem moderního světa. (Bloomberg, 2016)

3.6.4 Soupeření mezi ekosystémy

Namísto, aby se výrobci a poskytovatelé chytrých řešení do domácností sjednotili, tak bohužel nastal pravý opak. Největšími hráči na poli chytrých domácností a jejich provázanosti jsou momentálně Google, Apple a Amazon. Každý z těchto firem má separátní řešení svých služeb a vývojáři výrobců periférií musí programovat každé řešení zvlášť. Stejný problém nastává s multimediálním systémem v automobilech. Na jedné straně máme řešení od googlu v podobě android auto a na straně druhé apple carplay. Zde také nastává často problém s výrobcí aut, kdy chybí podpora obou systémů v multimediálním systému auta a výrobci aut se spoléhají pouze na své interní uživatelské rozhraní, nebo podporu pouze jednoho ze dvou řešení od Apple či Googlu. (Bloomberg, 2016)

Obrázek 10 - tři v současnosti nejpoužívanější systémy v chytře domácnosti



Zdroj: www.homekitnews.com

3.7 Současnost a budoucnost IoT

3.7.1 Současnost

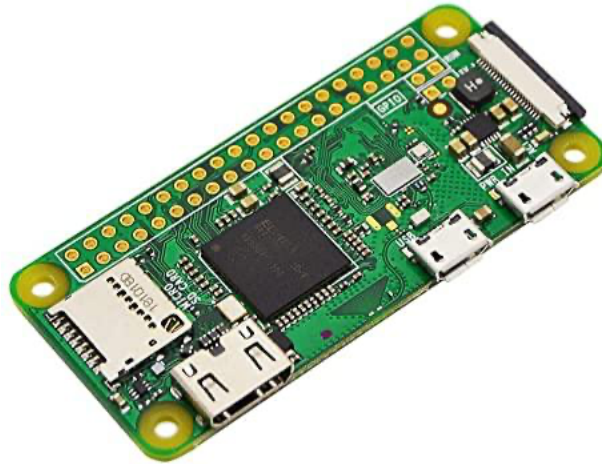
Jednou z hlavních myšlenek IoT je decentralizace. Raději než centralizovat výpočetní a úložné prostředky pouze na jednom místě, by měli být distribuovány všude tam, kde to dává smysl. Tato decentralizace je poháněna malými mikroprocesory s velice nízkým výkonem, aby dokázaly zvládnout výpočet na okrajích internetu a produkty s využitím NAND paměti, které umožňují vysokou úložnou kapacitou se zabráním malého prostoru. Jako příklad lze uvést počítače Raspberry Pi, IoT řešení založené na ARM procesorech s wifi a bluetooth konektivitou, 8 GB úložištěm a malou energetickou náročností.

Díky masivnímu nástupu oblíbenosti IoT se začaly objevovat nové architektury pro IoT. Jednou z nich je třeba proxy IoT produkt využívající přechodné zařízení. V této architektuře brána IoT slouží ke zprostředkování přístupu k internetu pro větší počet chytrých zařízení, které mohou používat rozdílné komunikační kanály (například Wifi, bluetooth nebo dokonce infračervený port). Tato brána slouží také jiným účelům, který je třeba jako zabezpečená brána pro přístup k lokálním zařízením IoT a jejich správa, včetně aktualizací. Tato architektura je velice populární v průmyslové oblasti, kde se klade klíčový důraz na zabezpečení koncových zařízení.

Rozšíření smartphonů a širokopásmového internetu změnila design IoT zařízení. Domácí chytrá zařízení se tak můžou velice snadno připojit k Wifi s dostatečnou šířkou

jejich pásma, aby podporovaly souběžně audio i video komunikaci. (Jones, 2019), (Burian, 2014)

Obrázek 11 - mikropočítač raspberry Pi



Zdroj: www.amazon.com

3.7.2 Budoucnost IoT

Nyní se nejspíše nacházíme v období největšího rozmachu IoT. Uznávaný časopis Forbes napsal, že se hodnota trhu s IoT do příštího roku, tedy roku 2021 bude pohybovat okolo 520 miliard amerických dolarů. To je dvojnásobek hodnoty tohoto trhu v roce 2017. Za pouhé 4 roky neuvěřitelný nárůst. Tento nárůst bude mít vliv nejen na toto odvětví, ale i na odvětví na něj navázaná. Cloudový trh se bude muset daleko rychleji zvětšovat, protože IoT je hodně závislé na cloudové infrastruktuře. Na cloud jsou poté navázaná datová centra. Zde se předpokládají masivní investice a budování datových center po celém světě, aby celou tuto infrastrukturu a potřeby klientů mohla obhospodařit.

Jedna z nejdůležitějších oblastí, která ovlivní rozvoj trhu s IoT je oblast bezpečnosti. IoT sektor začíná být čím dál tím častěji napadáno malwarem a podobnými útoky. Tento trend se dá pozorovat u jakéhokoliv odvětví IT. Jakmile začne nějaká služba získávat na popularitě, tak se začnou objevovat jedinci či organizované skupiny, které budou chtít ať z jakýchkoliv pohnutek napadnout slabá místa těchto služeb. Jako jiný příklad můžeme uvést operační systémy windows a macOS. Na Windows se zaměřuje daleko více útočníků z důvodu širší uživatelské základny této platformy oproti MacOS. Pro útočníky je lukrativnější se zaměřit na Windows, protože můžou ať už viry, malwarem, DOS útoky zaútočit na větší skupinu

uživatelů a šance na úspěch se jim přímo úměrně tím pádem zvyšuje. Jedním z problémů IoT je náchylnost k napadení. Jakmile zákazníkovo IoT řešení je napadeno v nejslabším bodě celého systému, tak má útočník dveře otevřené do celého okruhu.

Na základě mnoha studií a průzkumů zabezpečení se pracuje na strojovém učení, které bude aplikováno na slabá místa jednotlivých systémů. IoT se bude zcela určitě i nadále rozšiřovat a budou se hledat nové způsoby uplatnění v domovech, podnicích a městech. IoT se do budoucnosti stane méně závislým na trhu, ale bude více o aplikaci senzorů a strojovém učení, které bude sledovat nás a náš svět okolo. (Jones,2019), (Burian, 2014), (Wilkins, 2020)

3.8 Poskytovatelé IoT v ČR

3.8.1 Jablotron

Česká firma Jablotron byla založena těsně po sametové revoluci, konkrétně v roce 1990. Firma, která vznikla v Jablonci nad Nisou a začínala se 4 zaměstnanci se postupem času stala lídrem v řešeních chytré domácnosti nejen u nás, ale po celém světě. Jablotron má více polí působnosti. Pro oblast IoT má založenou dceřinou společnost Jablotron cloud services s.r.o., která funguje na trhu od roku 2016. Jejich prvním produktem, který by se dal nazvat IoT zařízením byl alarm. Vzali alarm a napojili ho na internet a tím dosáhl dosud nevídané funkcionality. Jablotron se soustředí primárně na aplikaci IoT do domácností. Mezi jejich produkty patří různé druhy alarmů, rekuperace, autosortiment, chytré ovládání zařízení, topení a ventilace anebo také dokonce monitor dechu s názvem NANNY. Ten je určený pro malé děti, kdy zařízení sleduje nádechy dítěte a v případě zástavy upozorní rodiče. Z hlediska topení a ventilace se jedná o monitoring a optimalizaci vytápění/chlazení v domácnosti pomocí inteligentních termostatů, kotlů a čidel. U vozidel poskytují čidla a senzory, které dokážou detekovat neoprávněný přístup do vozidla a informovat majitele vozidla skrze mobilní aplikaci. Umožňují také monitoring vozidel pro živnostníky anebo také firmy, kdy oprávněné osoby mohou monitorovat pohyb svého vozového parku v online čase a taktéž i v minulosti. Posledním řešením, které stojí za zmínku jsou chytré alarmy, které můžou plnit funkci jednak bezpečnosti, tak funkci zapojení na chytrou domácnost, kdy po nastavení denního chodu domácnosti můžou

spouštět třeba závlahu trávníku nebo vypínat a spínat vybrané spotřebiče. (jablotron.cloud, 2016)

Obrázek 12 - monitor dechu NANNY



Zdroj: www.jablotron.com

3.8.2 Fibaro

Společnost Fibaro je firma pocházející z Polska, která však působí na mezinárodním poli s chytrou domácností již 10 let. Je zastoupená na 6 kontinentech a vlastní více jak 150 patentů spojených s IoT. Fibaro se věnuje širokému spektru chytrých zařízení do domů či bytů. Její hlavní jednotku, která je tzv. centrálním mozkiem tohoto řešení je box s názvem Fibaro Home Center. Vyrábí ho ve třech verzích a tento přístroj se pomocí wifi či za pomoci kabelu napojí na Vaší domácí internetovou síť. Na tento „centrální mozek“ se pak připojují jednotlivá čidla nebo senzory. Inteligentní vypínače, bateriové detektory kouře, intercom, bezdrátové zásuvky, detektory pohybu, detektory zaplavení, termostatické hlavice, senzory na okna a dveře jsou jenom stručný výčet toho, co tato firma nabízí. Tyto zařízení jsou pak pomocí bluetooth či wifi napojené na Fibaro Home Center a z tohoto centra se

informace dostávají až přímo k uživateli do smartphonu, tabletu nebo notebooku kdekoliv po světě.

(mojefibaro.cz, 2021)

3.8.3 Somfy

Somfy je další mezinárodní firmou věnující se IoT pro domácnosti. Oproti prvním dvou výše zmíněných se specializuje na automatizaci stínících zařízení do obydlí. Poskytuje inteligentní rolety na zastínění oken nebo záclony napojené na inteligentní domácnost a také dokonce stínění teras a exteriérů, kdy mohou být automatizované markýzy a stínění pergol. Věnují se také inteligentním garážovým vratům, vjezdovým branám, chytrým dveřním zámekům a alarmům. Posledním segmentem, kterému se věnují je oblast chytrého osvětlení a vytápění. (somfy.com)

3.8.4 Loxone

Loxone je poslední firmou působící na českém trhu, která stojí za zmínění. Firma byla založená u našich jižních sousedů v Rakousku v roce 2008. Jejich nabídka se víceméně kryje s nabídkou ostatních výrobců zmíněných výše. Nabízí chytrá osvětlení, stínění, zabezpečení objektů a topení s klimatizacemi. Co je odlišuje od konkurence jsou chytrá zařízení pro sauny a bazény. Umožňují vzdálené ovládání saun, které zároveň propojují s hudbou dle vašeho přání. U bazénu umožňují monitorovat a regulovat hladinu pH, dopouštět vodu a filtrovat ji na dálku bez vaší přítomnosti. Toto vše opět napojují na centrální zařízení v domě, které je pak schopno Vám data ukazovat v reálném čase, chránit nemovitost či na dálku spouštět a vypínat zvolená zařízení. (loxone.com, 2021)

Obrázek 13 - chytrý bazénový systém Peraqua



Zdroj: www.loxone.com

PERAQUA
pooled family pleasure

3.9 Typy chytrých domácností

Veškerá funkčnost chytré domácnosti je na bázi výměny dat a informací mezi jednotlivými prvky chytré domácnosti a na tomto základě prvků, ať už se jedná o čidla, senzory, zámky, kamery, tak dochází k nějakým reakcím (činnostem). Zvolení správného řešení pro vybranou domácnost je klíčové pro správné a bezproblémové chování dané domácnosti.

Inteligentní domácnosti se dají rozdělit na tři typy. Na lokální variantu, poté na cloudové a poslední hybridní varianty.

3.9.1 Lokální varianta

U této varianty se tok dat a informací děje pouze na lokální bázi. Neposílají se nikam na servery či cloudové služby vybraných poskytovatelů, ale zpracovávají se pouze v té domácnosti, kde je chytrá domácnost implementována. Jakákoliv data se zpracovávají na zařízeních, která jsou k chytré domácnosti připojena. Avšak lokální řešení neznamená úplnou absenci možnosti připojit se z vnějšího prostředí. Tato možnost nadále existuje, ale funguje na principu vzdáleného připojení na jednotlivá zařízení v chytré domácnosti skrze aplikace výrobců zařízení. Pro toto vzdálené připojení je potřeba vlastnictví veřejné IP adresy, která bude povolena na daném zařízení, které chceme na dálku ovládat anebo bude tato adresa povolena na lokálním firewallu. (Whalen, 2019)

3.9.2 Centralizované a decentralizované systémy

V rámci lokální varianty existují dva typy systémů. Prvním z nich je centralizovaný systém, kdy jsou veškerá chytrá zařízení v domácnosti propojena s centrální hubem. Toto propojení funguje na principu master a slave (vedoucí a podřízený), jinými slovy, že vedoucí jednotka obdrží data/informaci od čidla, senzoru nebo zařízení, tu zpracuje, vyhodnotí ji a výsledek, který z toho vzejde pošle dané jednotce, která ji potřebuje a na základě této informace provede přijímací jednotka náležitou reakci. Její nevýhoda tkví v tom, že pokud je tato centrální jednotka vyřazena z provozu, tak celý systém chytré domácnosti přestane fungovat.

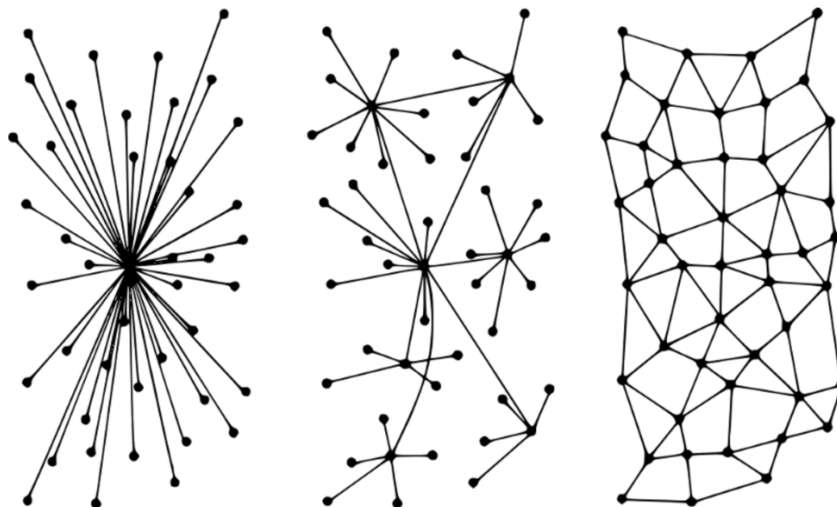
Naopak je tomu u decentralizovaného systému chytré domácnosti. V tomto funkčním mechanismu spolu nasazené jednotky komunikují na bázi peer-to-peer, jinými slovy navzájem

mezi sebou. Při tomto řešení je potřeba, aby každé ze zařízení obsahovalo svou řídicí jednotku. Tato varianta je sice finančně nákladnější, ale nehrozí jako u centralizovaného systému, že po vypovězení služby centrální jednotky se celý systém stane nefunkčním. V tomto případě odpadne pouze jeden prvek, ale zbytek dokáže fungovat nezávisle na odpadnuvším. Tím zde vzniká daleko větší spolehlivost a snižuje se míra rizika. (Whalen, 2019)

3.9.3 Hybridní systémy

Jak již z názvu vyplývá, tak v tomto případě se jedná o kombinaci obou výše zmíněných variant, kdy při jejich implementaci odpadají jejich nevýhody (snadná zranitelnost, vyšší cena) a nastupují pouze jejich výhody. Při hybridním řešení jsou vstupní jednotky připojeny peer to peer a výstupy z nich jdou do centrálního hubu. Díky tomuto systému je ošetřena spolehlivost chytré domácnosti a realizace není tak finančně náročná jako u decentralizovaného řešení. (Whalen, 2019), (Zambarano, 2021)

Obrázek 14 - schéma zapojení chytrých domácností



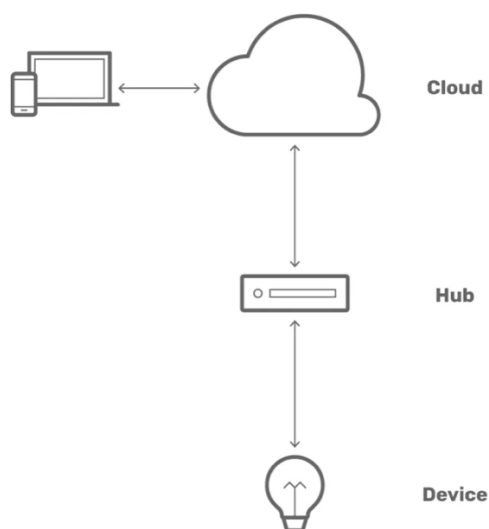
Zdroj: www.hivepower.com

3.10 Cloudová varianta

Jednou z dalších možných variant chytré domácnosti je cloudové řešení. Tato možnost je přesným protipólem lokálního nasazení. U cloudové chytré domácnosti jsou veškerá data odesílána zařízeními na server, zde proběhne jejich zpracování a poté jsou zaslány zpátky určenému zařízení, které provede na základě výsledku vypočítaným na cloudu odpovídající reakci. Největší výhodou cloudové varianty je ta, že servery mimo domov dokážou zpracovat

mnohem větší množství dat a v kratším časovém úseku než lokální centrální jednotka. Mezi nevýhody lze zařadit potřebu mít dostatečně kvalitní a rychlé připojení k síti s malou latencí. Pokud tento požadavek není naplněn, tak pozbývá cloudová varianta většího smyslu. (Behrtech, 2017)

Obrázek 15 - schéma cloudového řešení chytré domácnosti



Zdroj: www.staceyoniot.com

3.11 Hybridní varianta

Hybridní varianta je kombinací lokálního a cloudového řešení. Nejčastějším rozvržením tohoto řešení je takové, že v domácnosti se nachází centrální jednotka dohromady se sběrníci. Ty na základě náročnosti úkolu požadavek zpracují buďto lokálně nebo ho v případě větší výpočetní náročnosti zašlou na cloud, kde se zpracuje a pošle vyřešený zpátky. Nespornou výhodou této varianty je, že není závislé na internetovém připojení a v případě jeho absence nebo slabé konektivity lze pracovat i bez něj. Nabídka hybridních řešení je velice široká. Většinou se jedná o variantu založenou na centrální jednotce, která má také zabudovaný hardware pro cloudovou komunikaci a díky tomuto prvku lze přistupovat k chytré domácnosti pomocí internetu a na dálku ji ovládat. (Behrtech, 2017)

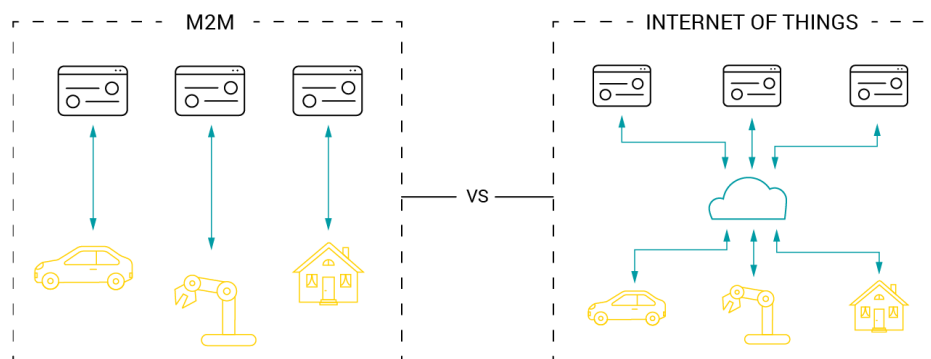
3.12 Možnosti přenosu dat

Nezbytným a nenahraditelným prvkem pro realizaci chytré domácnosti je propojení všech zařízení a senzorů takovým způsobem, aby mohly navzájem mezi sebou komunikovat a došlo

k výměně dat mezi nimi. Jak je uvedeno výše, tak komunikace probíhá přes centrální jednotku v domácnosti, sběrnici, kombinovanou formou anebo napřímo mezi zařízeními či za pomoci cloudu.

Před rozkvětem internetu věcí byly rané verze této technologie propojeny zejména skrze sběrnici nebo také centrální jednotku v domácnosti. Tento způsob implementace IoT se nazývá M2M řešení (machine to machine). V tomto případě zařízení spolupracovala na jednorázové a naprogramované bázi. V chytrých domácnostech současných i IoT v dalších odvětvích, kde se využívá tato technologie, tak zařízení spolu komunikují stále a neuspořádaně. Rozdíl v komunikaci pomocí těchto dvou metod je vyobrazen na obrázku níže.

Obrázek 16 - schéma přenosu dat M2M vs. IoT



Zdroj: www.avsystem.com

Nejenom kromě způsobů na jehož základě zařízení v chytré domácnosti komunikují, lze rozdělit možnosti komunikace v chytré domácnosti. Ve způsobu propojení je dělíme na kabelovou variantu a bezdrátovou variantu. Jejich podrobnější představení je uvedeno v dalších pasážích. (Sethi, 2017)

3.12.1 Kabelová varianta

První variantou propojení chytrých zařízení, čidel a senzorů v domácnosti je kabelové řešení. Toto řešení lze doporučit hlavně u budoucích projektů, rozestavěných a ještě nedokončených novostaveb či rekonstrukcí, protože její implementace si vyžádá četné stavební úpravy. Používají se zejména UTP kabely, jinými slovy ethernetový kabel, optické kabely a RS232 kabely. Výhodou UTP kabelu je, že skrze jeden kabel nejenom proudí datový tok, ale je i vyřešené napájení zařízení ke kterému vede. U pořízení UTP kabelů je potřeba dbát na kontrolu podporovaných přenosových rychlostí (existují UTP kabely s podporou přenosu

pouze 100 MB/s, ale pro některé případy je potřeba mít kabely s podporou 10 gigabitové připojení. Na závěr ještě hraje roli kvalita odstínění a dosah daných kabelů.

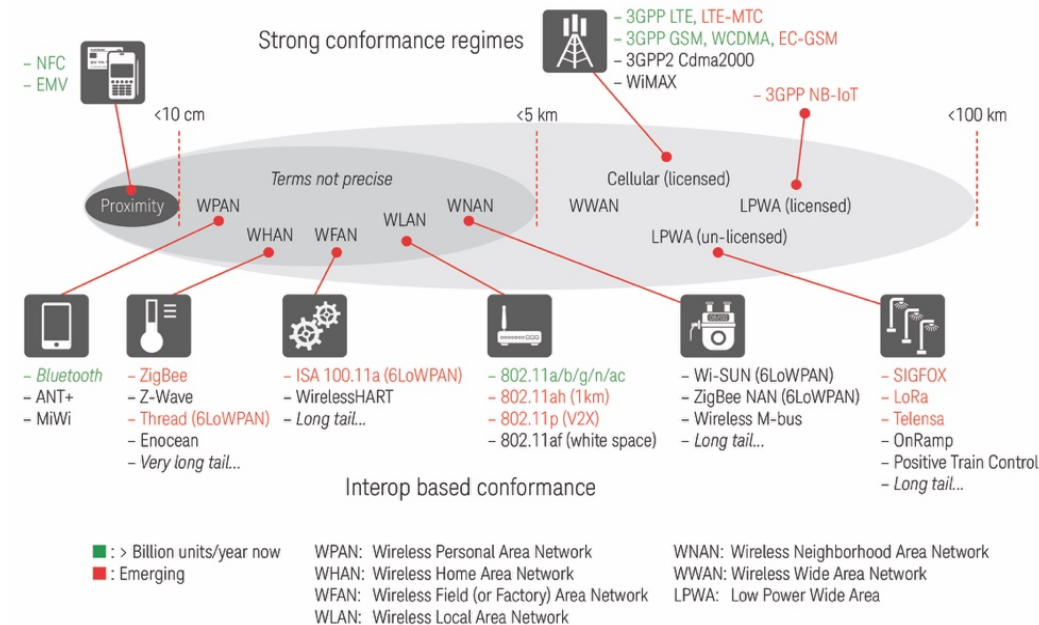
Výhodami kabelového propojení je jeho spolehlivost, bezpečnost, oproti bezdrátovému řešení také rychlost přenosu a možnost zařízení rovnou napájet skrze UTP kabely. Mezi nevýhody lze řadit vyšší náklady na realizaci, potřebu stavebních úprav (pokud se nejedná o novostavbu) a s tím spojená náročnější instalace. V poslední řadě se lze také setkat s chybějící podporou u vybraných zařízení, čidel a senzorů. Mnoho výrobců zvolilo cestu bezdrátového řešení a není zde možnost zvolit drátovou variantu. (Whalen, 2019)

3.12.2 Bezdrátová varianta

Dalším řešením, jak propojit prvky chytré domácnosti je bezdrátová varianta. Tato možnost v současné době převažuje nad kabelovou instalací, protože jednak je snazší na nasazení v chytré domácnosti a jednak pro výrobce lehčí na vzájemné propojení jejich výrobků. Zařízení v této variantě jsou vybavena jednou nebo často i kombinací více bezdrátových technologií.

U výrobců a uživatelů chytrých domácností je nejrozšířenější technologie wi-fi, poté bluetooth a v neposlední řadě také technologie zigbee a z-wave, které se stávají čím dál tím populárnější díky své energetické efektivnosti. Oproti wi-fi a bluetooth spotřebovávají daleko méně elektrické energie. Využití najdou zejména v chytrých čidlech a senzorech. Všechny zmíněné technologie mají společného jmenovatele a tím je omezená vzdálenost fungování, zejména bluetooth, zigbee a z-wave spadají pod síť s označením PAN (Personal Area Network. Pro užití na větší vzdálenost (rozlehlejší objekty či velké areály) jsou určeny technologie SigFox, LoRa a NB-IoT. Na obrázku níže lze vidět náskres funkčního rádiusu jednotlivých technologií.

Obrázek 17 - funkční rádius bezdrátových technologií využívaných v IoT



Mezi výhody bezdrátového řešení chytré domácnosti patří jednoduchá a relativně rychlá instalace, jednoduchá rozšiřitelnost i absence potřeby stavebních úprav. Naopak mezi nevýhody patří menší bezpečnost, hlídání stavu baterií a jejich výměna, občas také nižší spolehlivost, která je ovlivněna internetovým připojením či rušivými signály v zastavěných oblastech. (Behrtech, 2017)

3.12.2.1 Wi-Fi

Technologie wi-fi je nejrozšířenější a nejpoužívanějším protokolem pro přenos dat na světě. Používá se zejména pro přenos velkých balíků dat. Tento protokol sice dosahuje ze všech nabízených variant nejvyšších přenosových rychlostí, ale je zároveň vykoupena velkou energetickou náročností a krátkým dosahem. Nejnovější verze tohoto standardu se nazývá wi-fi 6. Jako předchozí wi-fi 5 pracuje v pásmech 2,4 a 5 GHz, avšak u druhého pásma došlo ke zvýšení rychlosti až téměř na 10 gigabitů za sekundu, což je třináásobný nárůst oproti předchozímu standardu. Wi-fi je využívána hlavně u zařízení, které jsou napájeny přímo ze sítě, protože u bateriových zařízení by díky své spotřebě nedávala příliš smysl. Nejčastějším využitím wi-fi je šíření internetového signálu z routeru v domácnosti. (Behrtech, 2017)

3.12.2.2 Bluetooth

Společně s wi-fi se jedná o nejrozšířenější bezdrátový standart. Do povědomí všech uživatelů se dostal díky telefonům, které tuto technologii využívají už více jak 15 let pro

přenos souborů mezi sebou či pro propojení s dalšími periferiemi. Nejnovější verzí bluetooth je verze 5.2, která se oproti předešlým verzím věnuje větší implementaci do internetu věcí. Klade si za cíl větší zabezpečení chytrých zařízení v domácnostech. Jelikož se začíná uživatelská základna uživatelů využívající IoT rozšiřovat, tak se zavedlo end to end šifrování přenášených dat skrze tento protokol. Bluetooth disponuje vyšší přenosovou rychlostí a dosahem oproti předchozím verzím. Zařízení spolu navzájem komunikují na frekvenci od 2,400 do 2,483 GHz. (Behrtech, 2017)

3.12.2.3 Zigbee

Zigbee je levný, nízkenergetický a bezdrátový síťový standart zaměřený na zařízení napájená z baterií pro bezdrátovou kontrolu v aplikacích určené na ovládání domácnosti či monitoring. Tato technologie poskytuje komunikaci s nízkou latencí. Zigbee čipy jsou nejčastěji implementovány do rádií a mikročidel. Pracuje v nejčastějších rádiových pásmech, které jsou používány převážně v průmyslu, vědeckých a lékařských odvětvích. Prvním je pásmo 2,4 GHz používané po celém světě. Poté také v pásmech 784 MHz používaný v Číně, 868 MHz v Evropě a 915 Mhz v USA a Austrálii. Kromě těchto lokálních pásem využívají všechny regiony výše zmíněné 2,4 GHz pásmo pro komerční využití. Zigbee pracuje v rychlostech 20 kbit/s do 250 kbit/s. Technologie je postavena na fyzické vrstvě a přístup k řízení zařízení je zpřístupněn ve standartu IEEE určený pro bezdrátové osobní sítě (WPAN) s nízkou rychlostí. Tento standart obsahuje čtyři klíčové prvky: síťovou a aplikační vrstvu, vrstvu od výrobce zařízení a vrstvu zigbee pro kterou se používá zkratka ZDO. Tato vrstva je zodpovědná za kontrolu při sledování jednotlivých rolí zařízení v celém ekosystému, správu požadavků na připojení k síti a taktéž kontrolu a zajišťování bezpečnosti zařízení. Síťová vrstva Zigbee podporuje hvězdicovité i stromové síťové nastavení. Každá síť musí mít jedno koordinátorské centrální zařízení. Dalším prvkem, který definuje Zigbee technologii je zařízení, které provádí bezpečnou, šifrovanou komunikaci za pomoci kryptografických klíčů. (Behrtech, 2017)

3.12.2.4 Z-wave

Tato technologie, stejně jako zigbee je bezdrátovým komunikačním protokolem pro internet věcí v domácnosti. Pro svoji komunikaci napříč zařízeními využívá nízkenergetické rádiové vlny, přes které lze ovládat vše od spotřebičů přes osvětlení, termostaty, bezpečnostní

systemy až po zámky. Stejně jako ostatní komunikační standardy lze ovládat z-wave skrze internet. Centrální řídicí systém slouží jako ovladač celé chytré domácnosti, ale také slouží jako spojovač v komunikaci směrem ven. Z-wave technologie se vyhýbá oproti zigbee využívání pásma 2,4 Ghz, které je již momentálně velice zaplněné dalšími zařízeními. V Evropě funguje nejčastěji na pásmu 868,42 MHz. V ostatních koutech na světě se frekvence pohybují v pásmu od 865,2 MHz do 926 MHz. Popularita z-wave neustále roste. Na svých počátcích bylo registrováno 6 certifikovaných zařízení využívající tuto technologii, v roce 2012 jich bylo již 1000 a v roce 2018 více jak 2400. Do aliance Z-wave, která sdružuje výrobce zařízení, které používají tuto technologii patří již více jak 700 firem. Mezi nejznámější patří General Electric nebo Honeywell. Na rozdíl od zigbee jsou čipy od z-wave k dispozici pouze od jednoho výrobce a tím je Silicon labs. Jednou z mála nevýhod této technologie oproti výše zmíněné je maximální počet podporovaných zařízení. U zigbee je počet zastropován 65 000 zařízeními, kdežto u z-wave je toto číslo mnohonásobně menší, konkrétně 232. (Behrtech, 2017)

3.12.2.5 SigFox

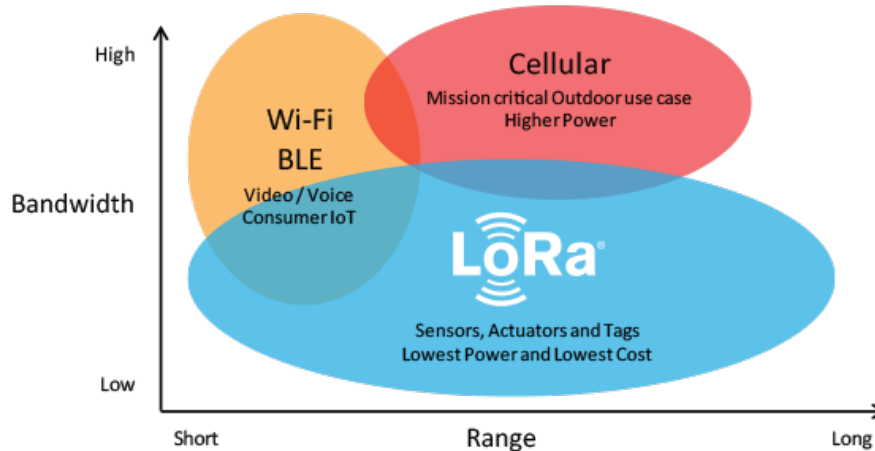
Sigfox je úzkopásmová či ultra úzkopásmová technologie, která využívá standartní metody rádiového přenosu nazvanou phase-shift keying, ve zkratce uváděno jako BPSK a funguje na velmi úzkém funkčním frekvenčním spektru, zároveň je velmi bezpečná díky kódování části přenášené zprávy. Je také velice nenáročná na koncová zařízení, kdy se jedná o velice levné moduly. Specifikem u komunikace skrze Sigfox je, že je nejefektivnější, pokud směřuje signál nahoru z koncového zařízení, které předává informace do centrální stanice. Komunikace může probíhat obousměrně, avšak z centrální stanice zpět do koncového bodu probíhá se sníženým datovým tokem. Je to způsobené tím, že přijímač v koncovém bodě není tak kvalitní jako na základně. Technologie SigFox funguje na frekvenci 868 MHz. (Behrtech, 2017)

3.12.2.6 LoRa

LoRa je zkratkou z angličtiny pro dlouhý rozsah (Long Range). Jedná se o techniku Modulace rozprostřeného spektra odvozeného z jiné technologie s názvem CSS (Chirp spread spectrum), Tato platforma funguje na vysofrekvenční bázi s dlouhým dosahem a s důrazem na nízkou spotřebu energie. Zařízení běžící na technologii LoRa využívají otevřený komunikační

protokol LoRaWAN, který umožňuje fungování v internetu věcí. Využití tohoto standartu se neomezuje pouze na chytré domácnosti, ale také pro chytrá města, inteligentní zemědělství, inteligentní měření a zlepšení logistiky. Se 167 miliony zařízeními se jedná o jeden z nejrozšířenějších standartů v oblasti IoT. Mezi výhody patří obrovský dosah, který je na venkově až 48 kilometrů. V hustě zalidněných oblastech pochopitelně méně, ale i zde je velice efektivní. Baterie v zařízeních dokážou ve vybraných případech vydržet až 10 let. Důraz je zde kladen také na bezpečnost, která je zabezpečena end to end šifrováním certifikace AES128. (Behrtech, 2017)

Obrázek 18 - schéma akčního rádiusu systémů LoRa vs. Wi-Fi vs. data od mobilního operátora



Zdroj: www.semtech.com

3.12.2.7 NB-IoT

Poslední zmíněnou technologií je Narrowband Internet of Things, používaná ve zkratce NB-IoT. Jedná se o standart rádiové technolgie LPWAN, který vyvinula společnost 3GPP. Zaměřuje se převážně na vnitřní pokrytí, nízké náklady na provoz, stejně jako LoRa na dlouhou životnost baterií a velký počet připojených zařízení. Tato technologie využívá část standartu LTE, který je využíván zejména pro internetové mobilní připojení, ale na rozdíl od LTE využívá pouze úzkopásmové 200kHz rozhraní. Díky využívání této technologie a využití SIM karet uvnitř zařízení je tato technologie velice vhodná pro využití uvnitř budov. (Behrtech, 2017)

3.13 Druhy budov

Z hlediska členění budov existuje hned několik možností jejich zatřídění, kromě jejich velikosti, stavebního slohu nebo materiálu z kterého jsou vyrobeny, tak je zde z hlediska chytrých domácností nejdůležitější členění. Tím je zatřídění budov z hlediska spotřeby energií. V níže uvedených podkapitolách jsou uvedeny jednotlivé druhy a podmínky, které se musí splnit, aby v dané kategorii mohli figurovat.

3.13.1 Nízkoenergetická budova

Nízkoenergetická stavba je běžná stavba, jejíž spotřeba energie se pohybuje mezi 15-50 kWh na metr čtvereční za rok. Tento typ budovy je definován v české technické normě ČSN 730540 2. Dále je uveden v normalizační normě pod označením TNI 730329, kde se uvádí další parametry, která takto označená budova musí splňovat. Mezi ně patří součinitel prostupu tepla, neprůvzdušnost obálky a podobně. Jedná se o nejzákladnější standart, který mezi budovami můžeme najít. Díky zpřísnování unijních norem pro novostavby dojde často dojde k tomuto označení budovy, aniž by to majitel nebo stavební firma plánovala.

(Tywoniak, 2013)

3.13.2 Pasivní budova

Samotný název pasivní dům vychází z principů využívání pasivních tepelných zisků v budově. Jedná se o získávání energie ze slunečního záření, které prochází skrz okna či zasklené plochy v budově a o vnitřní zisky, jejichž teplo se získává z vyřazování lidí a spotřebičů. Díky kvalitní tepelné izolaci se tyto přirozené zisky neztrácí nebo ztrácejí jenom minimálně a během roku stačí k udržení příjemného klima v domě. Tohle všechno zajišťuje nejenom vyšší kvalitu bydlení, ale také se zvyšuje hodnota budovy. Podmínkami pro splnění tohoto standartu jsou tři věci. První je měrná roční spotřeba tepla pro vytápění, která nesmí překročit 15kWh na metr čtvereční. Druhou je neprůvzdušnost obálky budovy. Ověření se provádí tlakovou zkouškou, při níž se během přetlaku či podtlaku padesáti jednotkami Pascala nesmí vyměnit více jak 60 % vnitřního objemu vzduchu. Poslední, třetí podmínkou je celková spotřeba primární energie. Jedná se o energie, které jsou vzpjaty s celkovým provozem budovy včetně domácích spotřebičů. Hodnota spotřeby nesmí přesáhnout 120 kWh na metr čtvereční za rok. Primární distribuce definuje množství spotřebované energie při výrobě určitého zdroje, ale také se ztrátami spojené s jeho distribucí. Jenom pro ilustraci si uveďme

názorný příklad. Vezměme rodinný dům o výměře 100 metrů čtverečních. Roční spotřeba pasivního domu při maximální spotřebě 15 kWh na metr čtvereční činí 1500 kWh. Pokud chceme vytopit místnost o podlahové ploše 15 metrů čtverečních, tak spotřebujeme 150 W. Pro zajímavost a srovnání, tak „spotřeba“ člověka v klidovém stavu je přibližně 80 W nebo počítačové sestavy je kolem 100 W. (Tywoniak, 2013)

3.13.3 Nulová budova

V případě nulové budovy se jedná o takovou stavbu, jak již název znovu napovídá, která dosahuje nulových energetických nákladů. V praxi se do této kategorie budov počítají takové, které mají spotřebu energie do 5kWh na metr čtvereční za rok. Aby se vykompenzovala spotřeba pro vytápění, spotřebiče a chlazení, tak se využívá energie z obnovitelných zdrojů. Za použití například tepelného čerpadla, solárních panelů či rekuperace energie se dá docílit takového stavu, že si dům „vyrobí“ takové množství energie, aby pokryla čerpanou. (Kuhnová, 2016)

3.13.4 Aktivní budova

Posledním typem budovy je aktivní nebo se také používá termín plusová. Je to taková stavba, která je zcela nezávislá na cizí energii. Veškerou energii si vyrobí a pokud jí má přebytek, tak ji dokonce vrátí do sítě a tím jí zpeněží. Netýká se to pouze energie na vytápění a ohřev vody, ale energie také pro veškeré spotřebiče v domácnosti. Oproti pasivnímu konceptu obydlí si aktivní budova klade jiné cíle. U pasivní budovy hraje prim splnění nízkých energetických standardů a za hlavní cíl si klade ochranu přírody. U investorů či majitelů aktivní budovy je nejdůležitější pohodlí jejich uživatelů a až sekundární cíl je ohled na přírodu. Na obrázku níže se aktivní budova nachází napravo. Základní kostru tohoto typu budov činí důraz na prosklení budovy (zdroj tepla zcela zadarmo), využívání solárních panelů a větrných turbín. Často se také využívá bateriových zásobníků, které získanou energii během slunečních nebo větrných dnů dokážou uložit a využít v období, kdy těchto zdrojů je poskromnu (typicky například v zimních měsících).

(Kuhnová, 2016)

Obrázek 19 - schéma fungování jednotlivých typů budov, zleva pasivní, nulová, aktivní



Zdroj: www.construction21.org

3.14 Architektura IoT v domácnosti

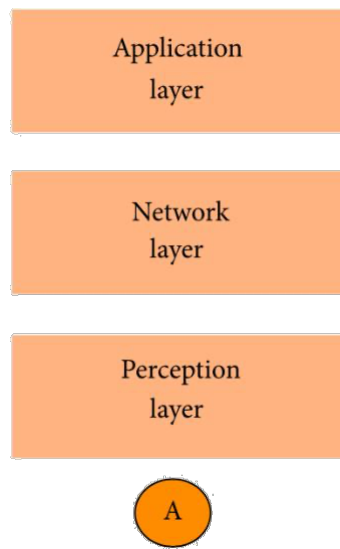
Bohužel neexistuje jednotný a všemi schválený systém řešení IoT. Existuje několik různých řešení od několika vývojářů nebo firem. Nejrozšířenější a nejzákladnější architekturou je třívrstvá architektura. Obsahuje tři vrstvy. Vrstvu vnímání, konektivní vrstvu a aplikační vrstvu. Vrstva vnímání je fyzická vrstva, která obsahuje senzory a čidla pro snímání okolního prostředí. Detekuje fyzické změny nebo inteligentně monitoruje objekty v prostředí.

Konektivní vrstva zodpovídá za připojení k dalším chytrým zařízením, síťovým zařízením a serverům. Tato vrstva také slouží pro přenos a zpracování dat z čidel.

Třetí, poslední vrstvou je aplikační, která ručí za poskytování už převzatých dat z předchozích vrstev uživateli. Na bázi chytré aplikace, webu či i informačních SMS.

(Sethi, 2017), (Kamal, 2017)

Obrázek 20 - architektura IoT v domácnosti



Zdroj: www.hindawy.com

4 Vlastní práce

4.1 Představení objektu

Pro demonstrační dům na kterém bude ukázáno využití prvků chytré domácnosti a zařízení, která jsou nejefektivnější a nejúspornější co se týče spotřebované energie byla vybrána dřevostavba typu bungalov od firmy MS Haus s.r.o.. Konkrétně se jedná o dům s označením Bungalov MS 16 Ekonomy.

Je určen pro plnohodnotné bydlení tří až čtyřčlenné rodiny. Nachází se zde velký obývací pokoj propojený s kuchyní, kuchyň je doplněná praktickou spíží. Jsou zde dva dětské pokoje, ložnice, koupelna s vanou i sprchovým koutem, technická místnost a samostatná druhá toaleta. Dům disponuje také vnitřní garáží a vnějším krytým parkovacím stáním. V tabulce níže jsou rozepsané jednotlivé místnosti domu i s jejich užitnou plochou + přiložený půdorys domu. (www.ms.haus.cz, 2019)

Tabulka 1 - rozpis jednotlivých místností a jejich užitná plocha

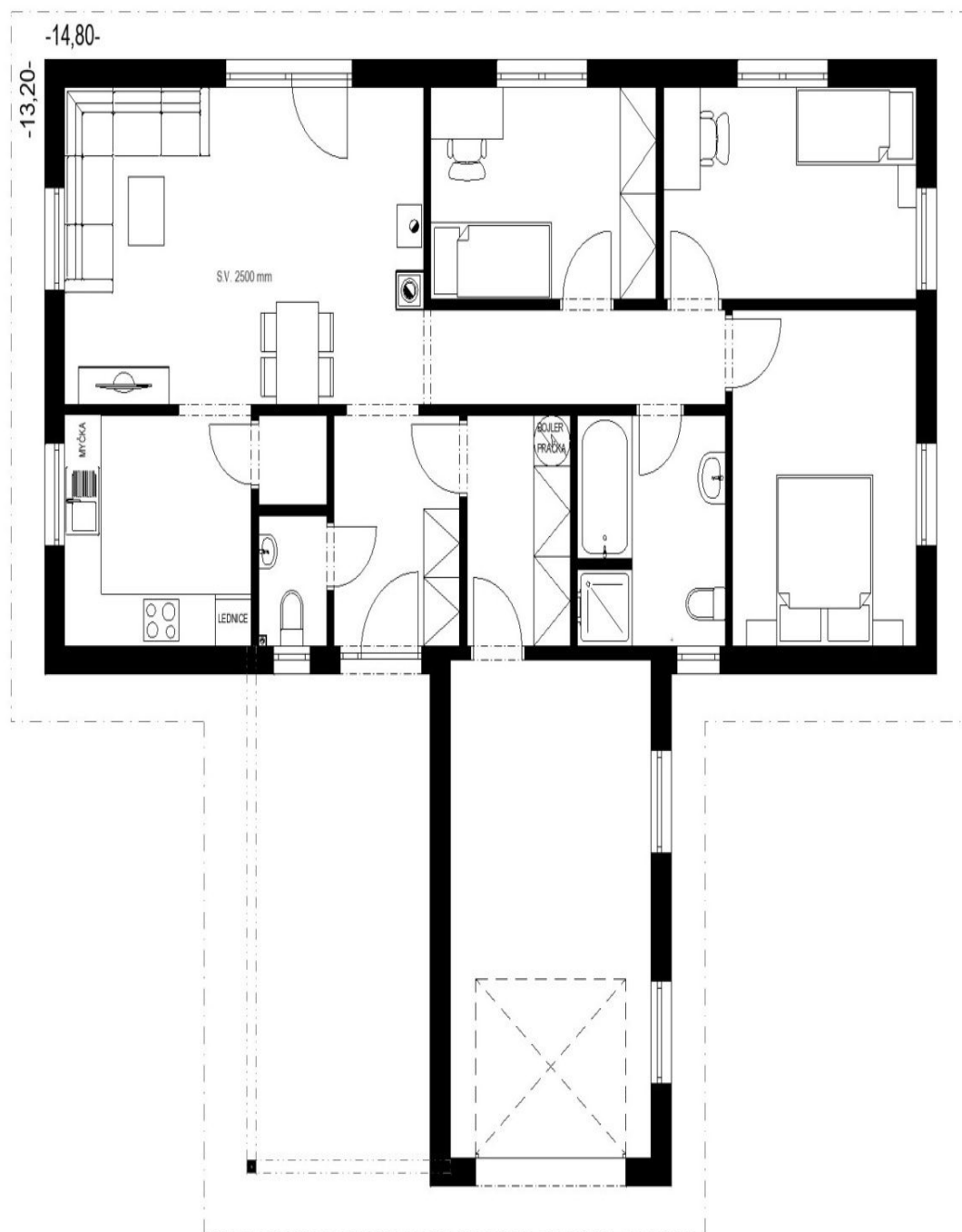
název místnosti	užitná plocha
obývací pokoj	22,10 m ²
kuchyň	8,50 m ²
ložnice	12,00 m ²
dětský pokoj č. 1	9,30 m ²
dětský pokoj č. 2	10,40 m ²
chodba	5,60 m ²
toaleta	1,70 m ²
koupelna	6,50 m ²

technická místnost	4,60 m ²
zádveří	5,90 m ²
garáž	19,50 m ²
spíž	1,20 m ²
Celková užitná plocha	107,30 m²

Zdroj: vlastní zpracování, údaje o užitných plochách čerpány z www.ms-haus.cz

Bungalov je o dispozici 4+1, zastavená plochá činí 149 metrů čtverečních z něhož zbývá 107 m² užitné plochy.

Obrázek 21 - náčrt typového domu



Zdroj: www.ms-haus.cz

4.2 Typy zákazníků

Pro finanční kalkulaci nákladů chytré domácnosti byly vybrány 3 typy uživatelů. První uživatelem je nadšenec do technologií, který chce mít svoji domácnost vybavenou tím nejlepším a uživatelsky nejpřívětivějším, co trh nabízí. Druhým uživatelem je osoba, která by ráda měla chytrou domácnost, avšak nechce do ní příliš investovat. Nazvěme ji šetrivým zákazníkem. Poslední, třetím uživatelem bude někdo mezi předchozími dvěma. Uživatel, který není tak citlivá na cenu, ale zároveň nechce jako první uživatel do domácnosti investovat mnoho peněz. Všechny uvedené ceny u níže uvedených uživatelů byly čerpány z webu www.amazon.com nebo případně www.alza.cz. U nadšence do technologií se šlo po produktech, který mají tu nejlepší výbavu, nehledělo se u výběru na cenu. U šetrivého uživatele se naopak hledělo v prvním místě na cenu a až poté na kvalitu a množství funkcí. U třetího zákazníka se jednalo o kompromis mezi prvníma dvěma uživateli. Bylo třeba dávat pozor, aby zařízení podporovali chytrou domácnost od amazonu, protože ta je ze zkušeností se všemi třemi platformami nejméně rozšířená.

4.3 Typový zákazník č.1 - nadšenec do technologií

4.3.1 Ovládání domácnosti

Nejdůležitějším rozhodnutím z hlediska chytré domácnosti je zvolení komunikačního řešení, skrze které budou prvky IoT komunikovat. Volba padla na řešení od společnosti Apple v podobě homekitu. Homekit sice není to nejlevnější možné řešení, které se na trhu nabízí, ale uživatelům dané domácnosti, kteří jsou dlouholetými spokojenými uživateli přináší komfort, jednoduchost a bezpečnost, spojenou s produkty na které jsou zvyklí a jsou díky tomu výhodnější než se snažit dělat řešení na platformě od googlu či amazonu.

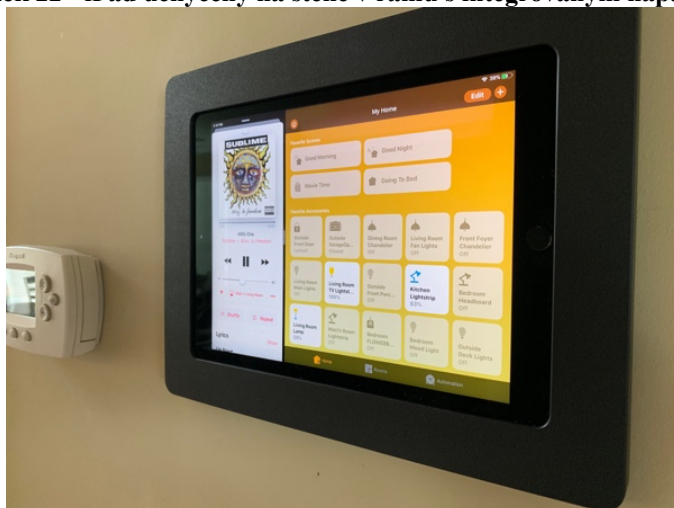
Když je uživatel doma, tak stačí mít v mobilu staženou pouze aplikaci s názvem apple home a pomocí ní může ovládat prvky své chytré domácnosti, které spolu mezi sebou komunikují na bázi wifi nebo bluetooth.

Změna nastává chce-li uživatel ovládat svá zařízení, když je mimo svůj domov. Zde bude potřeba využít jednoho ze tří zařízení od Applu, které to umožňují. Prvním je apple TV 3. nebo 4. generace, která běží minimálně na tvOS 9 nebo novější verzi. Dalším je tablet Apple iPad s iOS 10 nebo vyšší verzí softwaru. Posledním možností je Apple homepod, chytrý reproduktor od Applu, který homekit podporuje od samého začátku, tudíž není potřeba řešit verzi operačního systému na kterém běží. To stejné platí i pro uživatele, kteří chtějí

nastavit automatizaci domácnosti v podobě nastavení rozsvícení světel, sepínání topení, klimatizace a podobně.

Jak bylo výše zmíněno, tak homekit zařízení komunikují nejčastěji skrze technologii wi-fi, případně skrze bluetooth. V tom případě by nejvhodnějším umístěním tohoto hubu byla chodba mezi obývacím pokojem a klidovou částí domu. Je to z toho důvodu, aby nebyla potřeba nasazení wi-fi či bluetooth opakovačů na zesílení signálu. Nejelegantnějším a nejjednodušším z možných zařízení je iPad. Na obrázku níže lze vidět, jak se dá iPad namontovat do rámečku na stěnu, který v sobě má zároveň schované napájení tabletu. Vstupní investice do ovládání domácnosti činí 13 tisíc. Na 10 tisíc vyjde základní iPad na kterém chytrá domácnost a případně její automatizace poběží a na 3 tisíce rám pro jeho uchycení na stěnu a jeho současné nabíjení. (O'Driscoll, 2016)

Obrázek 22 - iPad uchycený na stěně v rámu s integrovaným napájením



Zdroj: www.amazon.com

4.3.2 Kamerový systém

Nedílnou součástí chytré domácnosti je bezpečnostní systém, který ochrání nebo případně zaznamená vniknutí cizí osoby do objektu. Existuje řada „chytrých“ kamerových systémů, které dokážou monitorovat prostor okolo domu, ale většinou se jedná o řešení, kdy má výrobce vlastní aplikaci a lze kamery ovládat pouze skrze ni. Daleko menší je nabídka kamer, které plně komunikují skrze homekit s Vaší domácností + možnost ovládat je na dálku i když je uživatel vzdálen. Jako nejlepší poměr cena/výkon vyšlo řešení od logitech. Kamera jejíž celé označení je Logitech 961-000490 Circle View Weatherproof Wired Home Security

Camera TrueView Video je mnohými weby hodnocena jako nejlepší venkovní kamera pro apple homekit.

Kamery budou pořízeny čtyři a umístění se plánuje na každou světovou stěnu domu z důvodu pokrytí všech zákoutí kolem domu a tím záznamenání potencionálních pachatelů. Kvůli zvýšení bezpečnosti se plánuje zapojení kamerového systému na systém UPS, aby i v případě výpadku proudu či záměrného odstřižení od energií mohly kamery neustále fungovat. Záznam z těchto kamer není třeba zaznamenávat na fyzický rekordér v domě, ale bude ukládán na cloudové úložiště, kde bude dostupný záznam z kamer dle vymezené velikosti místa na cloudu.

Obrázek 23 - uživatelské prostředí pro kamerový systém v homekitu



Zdroj: www.9to5mac.com

4.3.3 Zamykání

Jedním z důležitých prvků bezpečné a chytré domácnosti je zámek. Nejprověřenější a nejrenomovanější firmou je firma Danalock, která má velké zkušenosti na poli chytrých zámků.

Pro modelovou domácnost byl vybrán zámek Danalock V3. Disponuje nejvyšším stupněm zabezpečení AES 256 a komunikuje pomocí platformy Bluetooth smart. Velkým benefitem je možnost jej nainstalovat do veškerých dveří. Kromě zámků je ještě potřeba dokoupit cylindrickou vložku od téže firmy, aby vše fungovalo, tak jak má. Do domu se dostane snadno skrze telefon nebo apple watch. Důležitým prvkem tohoto zámku je také šifrování dat. Odemykání probíhá skrze algoritmus AES 256, který poskytuje absolutní bezpečnost při přenosu signálu z telefonu/hodinek do cílového zařízení čili danalock zámku. Po obdržení příkazu chytrý zámek otočí speciální cylindrickou vložkou a ponechá dveře otevřené po dobu pěti vteřin. Pokud se v aplikaci nastaví zámek ve výchozím stavu jako zamknutý, tak se dveře opět po 180 vteřinách automaticky kompletně zamknou. To je dobré pro ty uživatele, kteří občas zapomenou za sebou dveře zamknout. Už se tak nikdy nestane, že by byl dům nezamknutý.

Je zde také možnost dalším uživatelům domácnosti přidělovat různé úrovně přístupu, komfortně na dálku otevřít návštěvníkům dveře nebo lze také nastavit při odchodu automatické zamknutí vložky. Tento model chytrého zámku podporuje také protokol z-wave, který umožňuje přímou integraci do homekit chytré domácnosti a pomocí něhož lze ovládat tyto chytré zámky přes internet z celého světa nebo je programovat na další akce, které se spustí při odemknutí dveří (například rozsvícení světel od/do určité denní hodiny, zapnutí topení a tak dále). Poslední nespornou výhodou je výdrž baterií v tomto zařízení. Danalock VS využívá vlastní baterie a nepotřebuje žádný externí zdroj. Baterie jsou dodávány společně se zařízením a mají životnost jeden rok nebo až 9 tisíc cyklů. V aplikaci domácnost bude uživatel dopředu informován, že se blíží jejich vybití a vyzve ho k jejich výměně za nové baterie. Cena za chytrý zámek + vložku k němu je 5 500,-.

Obrázek 24 - chytrý zámek od firmy danalock



Zdroj: www.danalock.com

4.3.4 Stínění

Dalším důležitým prvkem chytré a zároveň energeticky efektivní chytré domácnosti jsou programovatelné žaluzie. Žaluzie plní dvě hlavní funkce. Tou první je soukromí a tou druhou a podstatnější je chránění před slunečními paprsky. Díky tomu se dá zamezit prohřátí místností za horkých dní a tím pádem ušetřit nezanedbatelnou sumu za chlazení domova. Naopak v období, kdy je potřeba vytápnout domácnost, tak se dá roztažených žaluzií využít k prohřátí obydlí a ušetřit finance za vytápění. Pro naši vybranou domácnost byla zvolena technologie od společnosti Somfy, která je jedním z největších výrobců inteligentních žaluzií v Evropě i Americe. Tato firma není výrobcem žaluzií jako celku, ale vyrábí motorizované motory, které žaluzie pohání a jsou kompatibilní se stovkami stínících rolet od výrobců třetích stran se kterými Somfy uzavřelo partnerství. Vybrán byl model Somfy roll up WireFree. Jak již název napovídá, tak tento typ rolety je napájen z baterie. Existují dvě varianty fungování této rolety. První je určena pro zákazníky, kteří jí nechtějí mít nebo nemají možnost ji mít zapojenou k ústřednímu ovládacímu systému chytré domácnosti. V tom případě stačí pořídit k žaluzii ovladač, kteří ji pomocí bluetooth ovládá. Druhou možností je připojení k chytré domácnosti. Napáruje se k centrálnímu hubu a lze na ní nařídit řadu automatizací. Může se například nastavit stahování a vytahování žaluzií po odchodu/příchodu domů nebo lze synchronizovat jejich funkčnost na denní dobu. S východem slunce se žaluzie vytáhnou, naopak se západem se stáhnou. Nejzajímavější variantou je nastavení automatizace na venkovní teplotu či úroveň svitu slunce do obydlí. S určitým, předem nastaveným limitem se žaluzie stáhnou a tím zachovají v domácnosti příjemné klima, naopak při chladnějších měsících se roztáhnou a díky tomu pomůžou k prohřátí domácnosti. Tento model žaluzie podporují všechny tři nejpoužívanější systémy chytré domácnosti, jimiž jsou apple homekit,

google assistant a amazon alexa. Co se týče finanční stránky, tak samotné zařízení od Somfy vyjde na 1500,- Kč s DPH za kus a je potřeba počítat s kompatibilním stínícím prvkem, který se ke skeletu připojí. Tam se ceny pohybují okolo 500 Kč s DPH.

4.3.5 Osvětlení

Jednou z věcí, kde se dá dosáhnout určité finanční úspory v porovnání s domácností, která nemá nasazenou chytrou domácnost versus nasazenou, je chytré osvětlení. Lídrem ve výrobě inteligentního osvětlení je společnost Philips se svými výrobky pojmenovanými Philips Hue. Na trhu jsou již od roku 2012 a jsou považovány za lídra a etalon v tomto sektoru. Zapojení jejich výrobků nefunguje napřímo z každé žárovky do vybraného hubu od apple, google či amazonu, ale skrze prvek nazvaný bridge, který přebírá informace z centrálního hubu a distribuuje je do vybraných Hue zařízení. Stejně jako pro žaluzie, tak i pro osvětlení je možnost využití automatizace. Lze využít napojení na čidla pohybu a díky nim se bude svítit pouze v místnostech, kde je v nastaveném časovém intervalu zaznamenaný pohyb. Dalším možným scénářem pro nastavení automatizace je spínání světel dle denní doby v napojení na východ/západ slunce. Možností je také nastavení spínání a vypínání světel na základě příchodu a odchodu z domácnosti. Samozřejmě se jedná jenom o hrubý výčet možností, které automatizace a chytré osvětlení skýtá. Jak se říká, fantazii se meze nekladou. Novinkou pro Philips Hue je po aktualizaci na nejnovější verzi iOS 14 inteligentní úpravu teploty barev v závislosti na denní době. Během rána pro příjemnější probuzení vyzařují svítidla teplé barvy světelného spektra, naopak během dne svítí chladnějšími odstíny, které dodávají energii a večer intenzitu světla snižuje, aby se členům domácnosti lépe usínalo. Pro naši vybranou typovou domácnost bylo vypočteno množství potřebné k zajištění pokrytí celé domácnosti. Cena včetně daně vychází přibližně na 50 000 Kč.

4.3.6 Regulace vytápění a chlazení

Optimalizace vytápění a chlazení je činitelem, který dokáže v chytré domácnosti uspořit zdaleka nejvíce peněz, proto mu bude v typu domácnosti č.1, kde není prioritou ušetřit na realizaci, ale mít domácnost co možná nejvíce vyladěnou a zautomatizovanou, kladen velký důraz. Automatizace je v tomto případě klíčová. Pomocí chytrého termostatu, který je napojen na centrální zařízení v domácnosti dokáže vyvažovat nejen teplotu domácnosti po celý den, týden, sezónu či rok, ale také čerstvost vzduchu. Pro automatizační systémy tohoto typu se používá anglická zkratka HVAC, což je zkratka pro heating, ventilation and air

conditioning (v překladu vytápění, ventilace a chlazení). Potřeba těchto tří věcí není pro majitele domácností stejná. Mění se v závislosti na denní době, dni v týdnu a venkovní teplotě. Systémy HVAC jsou nejeftivnější v okamžiku, kdy jsou nastaveny na míru konkrétním potřebám členů dané domácnosti. Automatizaci lze využít například ke snížení vytápění a chlazení v momentě, kdy jsou uživatelé v práci nebo ve škole. Mírné temperování radiátorů lze nastavit uvnitř domu, pokud nikdo není doma, aby se ušetřila spotřebovaná energie, ale zároveň nechcete dopustit, aby se v domácnosti díky velkým výkyvům teplot tvořila vlhkost a plísně. Poté lze také nastavit zvýšení teploty chvilku předtím, než se odpoledne/večer vrátí členové domácnosti domů. Samozřejmostí je možnost volby jiného režimu na víkendy a svátky, kdy denní režim bývá jiný. Na trh se začínají dostávat chytré termostaty, kterým se nemusí od uživatele naprogramovat určité chování manuálně, ale pomocí strojového učení po dobu pár týdnů se naučí chování uživatele z nasbíraných dat z dalších prvků chytré domácnosti jakými jsou senzory pohybu, zámky, kamery, garážová vrata apod. . Toto učení se denním návykům obyvatel jde ruku v ruce se sledováním vnějších vlivů v podobě venkovních teplot, roční době anebo východu a západu slunce. Důležité je říct, že i s těmito možnostmi má uživatel stále plnou kontrolu nad ovládáním tohoto inteligentního systému. Může kdykoliv vstoupit do jeho nastavení a upravit si, jak mu přijde vhodné. Třeba v případě dovolené. V tento moment by chytrý termostat fungoval dle zaběhnutého režimu, který by v dané situaci postrádal smysl a zbytečně by vytápěl či chladil, když nikdo není doma.

Dalším zajímavým prvkem efektivního HVAC systému jsou senzory obsazení, které se využívají i na provozně ekonomické fakultě. Ve školním systému jsou využívány spíše pro demonstraci, co internet věci dokáže, ale také pro monitorování vytíženosti sedaček v oblasti fakulního bistra (pokud je provoz na fakultě v běžném režimu). Avšak v chytré domácnosti je využití daleko praktičtější. Tyto senzory detekují, když se někdo nachází v místnosti nebo je prázdná a na základě toho regulují výkon topení a chlazení.

Dalším scénářem jsou roční období. Pro přechodné roční období jako jsou jaro a podzim. Správně nastavená automatizace dokáže vyrovnat výkyvy teplot a udržovat v domě konstantní a příjemné klima. Systém může být také chytře naprogramován na využívání takzvaného „nočního proudu“. Časové rozmezí tohoto proudu se liší lokalita od lokality. Někde nastává každý den v nočních hodinách, jinde třeba naopak po celé víkendové dny. V tyto denní pasáže lze nastavit automatizaci prakticky na cokoliv. Může to být v případě vytápění a chlazení využito k vytopení domu či nachlazení domu na horké letní dny nebo se

může v tuto denní dobu spouštět ohřev bazénu. Bylo naměřeno, že takto zautomatizovaný dům dokáže srazit náklady na vytápění o 10-12 % a až 15 % nákladů na chlazení.

Závěrem je potřeba zmínit finanční stránku takového systému. Cena realizace se liší firma od firmy, ale v průměru se pohybuje pro náš typový dům v rozmezí 60-70 tisíc korun včetně daně a zahrnuté práce techniků při instalaci.

4.3.7 Multimédia

Z hlediska multimédií může být chytrá domácnost opatřena hned celou řadou zařízení. Pro ozvučení byl vybrán systém multiroom audio. Tato technologie umožňuje dvě možnosti poslechu. Uživatel má na výběr z poslechu stejné hudby v celém domě, kdy se hudba spouští na základě přítomnosti dané osoby v místnosti. O něco komplikovanější možností, jak toho dosáhnout je napojení na senzory v místnostech, které detekují přítomnost uživatele a reproduktory spustí. Jednodušší cestou je technologie, kterou nabízí například firma Sonos. Ta spouští hudbu v místnostech na základě přítomnosti mobilního telefonu v blízkosti reproduktoru v místnosti. Technologie od Sonosu, pokud započítáme implementaci do každé obytné místnosti v domě vychází na 30 tisíc Kč včetně DPH.

Stejně jako existuje technologie multiroom audio, tak pro video se využívá technologie nazvaná multiroom video. Jedná se o centrální variantu, kdy hlavním prvkem je maticový digitální přepínač, který podporuje distribuci vstupního signálu na jakémkoliv výstupu (obrazovce). Z tohoto přepínače se do ostatních místností vede ethernetový kabel, který se zapojí do koncového zařízení. Výhodou tohoto řešení je, že se například rozkouká vybraný film nebo seriál na televizoru v obývacím pokoji, ale v průběhu sledování se uživatel přemístí například do ložnice a film mu bude pokračovat přesně v místě, kde ho přestal sledovat v obývacím pokoji. Mírnou nevýhodou je naopak potřeba jednotlivá zařízení v domě propojit kabely a toto řešení patří mezi finančně náročnější. Pro náš typový dům byla instalace vyčíslena na 10 tisíc Kč včetně DPH.

4.3.8 Čidla a senzory

Nedílnou součástí chytré domácnosti jsou čidla a senzory. Jak již bylo uvedeno v kapitolách výše, tak jsou velice důležité pro propracovanou automatizaci domácnosti. Můžou monitorovat teplotu venku i uvnitř budovy a na základě těchto dat plynule regulovat optimální teplotu v domácnosti, která zároveň bude šetřit finanční prostředky majitelů.

Dalším uplatněním jsou senzory obsazenosti jednotlivých místností, kdy lze pomocí nich spouštět spotřební elektroniku nebo zapínat/vypínat vytápění místností. Dále lze uvést třeba čidla vlhkosti, která mohou mít napojení na vytápění domu, ale také na ventilaci a mít vlhkost v domě, která je často problémem, pod kontrolou. Posledním hlavním uplatněním čidel a senzorů je bezpečnost. Mohou monitorovat pohyb v domě a jeho okolí před nezvanými hosty. Finančně je tato kategorie chytré domácnosti nejméně nákladná. Čidla a senzory do typového domu vychází na 10 tisíc Kč včetně DPH.

4.3.9 Chytré spotřebiče

Posledním prvkem chytré domácnosti, který dotvoří celek, jsou inteligentní spotřebiče. Z hlediska spotřebičů se jedná zejména o kávovary, trouby, lednice, myčky na nádobí, pračky a sušičky.

V rámci kávovarů se pracuje ve většině případů s technologií bluetooth, kterou jsou kávovary připojeny ke zbytku domácnosti. Jedním ze scénářů uplatnění chytrého kávovaru je například v přípravě kávy přímo z pohodlí postele. Uživatel vstane a může na dálku aktivovat přípravu kávy. Druhým scénářem je návrat domů, kdy ještě z práce či ze školy si může předem uživatel aktivovat přípravu kávy a domu dorazí k hotové kávě. Takovéto kávovary, které také zvládnou celou řadu druhů káv se pohybují v cenové hladině kolem 20 tisíc Kč včetně daně.

Z hlediska výběru chytré lednice je výběr velice úzký. Jediným výrobcem, který se věnuje pořádně produkci inteligentních lednic je společnost LG. Za pomoci chytré aplikace LG Smart ThinQ je možné chladničku ovládat na dálku chytrým telefonem. Dá se provádět diagnostika lednice, upravovat teplota uvnitř, spouštět funkci expresního mrazení nebo u dražších modelů je možný i monitoring potravin uvnitř a když nějaká potravina chybí, tak může uživatele upozornit na jeho absenci, aby ji při další návštěvě obchodu pořídil. Lednice s těmito chytrými funkcemi se pohybují stejně jako kávovary okolo 20 tisíc Kč s DPH.

Stejně jako u lednic je na trhu pořádně zavedeno pouze LG, tak u myček nádobí je lídrem společnost Candy. Zde chytrost tkví ve spolupráci s aplikací Simply-Fi v nich si uživatel nastaví typ nádobí, který se v myčce nachází, úroveň jeho znečištění a úroveň obsazenosti místa uvnitř. Myčka na základě těchto údajů dokáže doporučit nejvhodnější mycí cyklus. Pro uživatele, kteří se zajímají o spotřebu energií, tak v aplikaci lze sledovat čerpání energií. Také zde lze nastavit odložený začátek mytí. To se hodí zejména u domácností, které

využívají noční proud. Myčky Candy vylepšené o tyto chytré funkce se dají pořídit za 10 tisíc Kč.

Předposledním spotřebičem, kde se využívá chytrých funkcí jsou pračky. Zde je oproti předchozím výrobkům konkurence daleko větší. Na výběr je ze značek LG, Samsung, Bosch, Candy a dalších. Chytré funkce tkví také v odloženém startu pračky, upravování režimu praní, diagnostice chyb nebo zapnutí pračky na dálku. Cena těchto chytrých praček je okolo 13 tisíc Kč.

Na závěr zde jsou sušičky prádla. Pro ně platí to stejné jako u výše uvedených praček. Může se u nich také monitorovat spotřeba energií pro lepší představu o jejich energetické náročnosti. Cena se pohybuje na hranici 20 000 Kč.

4.3.10 Náklady na realizaci typového zákazníka č. 1

Tabulka 2 - náklady na realizaci u zákazníka č. 1

cena včetně DPH v Kč	
Ovládání domácnosti	
iPad	10 000
držák tabletu na zeď	3 000
Kamerový systém	
4x Logitech TrueView Home Security camera	18 000
UPS zálohování	5 000
roční platba za cloudový backup	2 000
Zamykání	
2x Danalock V3	11 000
Stínění	
12x Somfy Roll up	18 000
12x stínící roleta	6 000
Osvětlení	
Philips Hue soustava chytrého osvětlení	50 000
Regulace vytápění a chlazení	
HVAC systém	70 000
Multimédia	
Audio multiroom	30 000
Video multiroom	10 000

Čidla a senzory	
čidla a senzory	10 000
Chytré spotřebice	
kávovar	20 000
pečicí trouba	20 000
lednice	16 000
myčka na nádobí	10 000
pračka	13 000
sušička	20 000
CELKEM	330 000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, informace o cenách čerpány z www.amazon.com

4.4 Typový zákazník č. 2 – úsporný návrh domácnosti

Druhý typ domácnosti je z opačného spektra. V tomto případě je zákazník velice citlivý na cenu, avšak také by rád měl chytrou domácnost, která by mu zejména šetřila energie. Nebrání se však ani prvkům, které mu zpříjemní jeho každodenní život. Snahou tedy v tomto typu domácnosti bude nabídnout prvky chytré domácnosti za co možná nejnižší cenu. Všechny ceny níže uvedených výrobků byly vypočteny z průměrných cen na českých, popřípadě zahraničních e-shopech. U typového zákazníka č. 2 byla cena nejdůležitějším faktorem při výběru zařízení.

4.4.1 Ovládání domácnosti

U druhého typového domu bylo zvoleno centrální zařízení v podobě Samsung SmartThings hub třetí generace, který je nejlepší cenově dostupnou možností pro google home řešení. Kromě google home/google asistenta podporuje technologii Zigbee a Z-Wave, která umožňuje připojení ke stovkám až tisícům chytrých zařízení napříč touto platformou. Navíc umožňuje stažení aplikace pojmenovanou stejně jako zařízení, SmartThings, kde si lze nastavit širokou škálu možných scénářů pro zařízení v domácnosti. Ve své třetí generaci obsahuje integrovanou Wi-Fi, takže oproti předešlým generacím není potřeba tento hub připojovat přímo k routeru. Díky tomu ho lze umístit, stejně jako iPad u prvního typové domu, na nejlepší možné místo v domě, aby bylo v dosahu nejenom wi-fi signálu, ale hlavně bluetooth, který nemá takový dosah jako wi-fi a ostatní standardy. Potencionální nevýhodou oproti předešlým verzím je absence baterie, takže když dojde k výpadku elektrické energie, je chytrá domácnost nepoužitelná. Avšak jde tomu předejít napojením hubu k zálohové energii

v podobě UPS, který toto chytré zařízení udrží napájené i při výpadku proudu. Cena tohoto zařízení od samsungu je 2500,- Kč včetně DPH. (Black, 2017)

Obrázek 25 - google home smart hub od firmy Samsung



Zdroj: www.samsung.com

4.4.2 Kamerový systém

Z pohledu bezpečnosti byla vybrána cenově nejdostupnější venkovní kamera od společnosti Toucan. Je odolná vůči povětrnostním podmínkám, které venku panují a lze ji používat bez přívodu jakéhokoliv datového nebo napájecího kabelu, což ušetří finanční prostředky pro její realizaci. Disponuje rozlišením 1080p full HD, což je plně dostačující pro ochranu majetku a identifikaci případného narušitele domova a svůj záznam dokáže online streamovat do mobilního telefonu anebo zálohovat na cloudové úložiště. Pro splnění základní bezpečnosti bude stačit jedna kamera, zbytek domu bude chráněn finančně dostupnějšími čidly a senzory. Toucan Wireless Outdoor kamera vyjde na 2 000,- Kč včetně DPH a bohatě splní účel pro tuto typovou domácnost.

Obrázek 26 - kamerový systém od společnosti Toucan



Zdroj: www.amazon.com

4.4.3 Zamykání

O bezpečnost v domě, kde je kladen velký důraz na cenu se bude starat zámek od společnosti August Home s jejich modelem AUG-SL04-M01-S04. Umožňuje plnou integraci do google home domova. Přes aplikaci lze zamknout nebo odemknout dveře. Má možnost nastavení bezklíčového vstupu do domu pomocí NFC. Jednoduše se přidělí danému zařízení přístup do domu a pokud je to host, který potom do budoucna již nemá mít přístup, tak se mu přes aplikaci přístup přes jeho zařízení přístup odstraní. S nasazením tohoto zámku neodpadá možnost používat i klasické klíče, ta možnost tu stále oproti jiným chytrým zámkům zůstává. Pomocí automatizace se může zámek odemykat a zamykat při rozpoznání příchodu či odchodu z domova. Také lze nastavit, že při jakékoliv situaci se mohou dveře uzamknout automaticky po uplynulém časovém intervalu. Zámek od tohoto výrobce vychází cenově na 5 000 Kč i s daní.

Obrázek 27 - chytrý zámek od August Home



Zdroj: www.amazon.com

4.4.4 Stínění

V rámci stínění byly vybrány inteligentní žaluzie od firmy IKEA s názvem modelu FYRTUR. Podporují plnou integraci do ekosystému Google Home. Jdou ovládat přes toto rozhraní nebo samostatnou aplikaci od IKEA. Žaluzie jdou rozřadit do několika skupin, kdy se třeba žaluzie v odpočinkových místnostech chovají podle nastavené automatizace a zbytek žaluzií naopak podle jiného scénáře. Výhodou také je, že tyto žaluzie fungují bez potřeby přivádět k nim napájení či datový kabel, fungují zcela bezdrátově a baterie v nich se udává, že by měla vydržet rok při běžném používání. Aplikací bude navíc zákazník dopředu upozorněn, že se blíží vybití baterií a je na čase je vyměnit. Cena i se stínícím materiálem se pohybuje okolo 2 tisíc korun za kus.

4.4.5 Osvětlení

Z hlediska osvětlení se nabízí celá variace možných osvětlení pro chytrý dům. Avšak s ohledem na cenu byla vybrána chytrá světla od firmy General Electric s pojmenováním C-Life. Ke svému propojení s chytrou domácností používají technologii bluetooth a mohou se napárovat buď k chytrému reproduktoru v domácnosti anebo přímo k centrálnímu hubu, který v našem případě plní Samsung smarthings hub. Bluetooth, jak bylo zmíněno dříve není dokonalý standart, omezený je zejména svým dosahem, ale v tomto případě bohatě dostačuje a navíc cena je velice příznivá. Balení po 2 kusech C-Life žárovek stojí 500,- Kč včetně daně. Varianta s podporou barevného spektra RGB vyjde na 900,- Kč.

Obrázek 28 - chytré osvětlení od firmy GE



Zdroj: www.amazon.com

4.4.6 Regulace vytápění a chlazení

Kvůli omezenému rozpočtu na realizaci chytré domácnosti bude u tohoto typu domácnosti realizována pouze regulace vytápění a jeho napojení na google home. Realizace

v podobě HVAC systému by cenu na implementaci neúměrně navýšil. Pro potřeby nízkonákladové realizace postačí výrobek od společnosti Netatmo. Balení termostatu a tří hlavic, které se nasadí na topná tělesa stojí 9 tisíc Kč včetně DPH. K tomu bude potřeba koupit na pokrytí celého domu navíc balení dalších tří kusů hlavic za dalších 5 tisíc. I u této varianty regulace vytápění lze ovládat vytápění na dálku například z práce, školy nebo i z druhého konce planety. Existuje také automatizace, kdy se termostat učí denní návyky členů domácnosti pro pracovní dny, víkendové dny a svátky a dle toho dohromady si senzory optimalizují teplotu v domě. Také lze přímo v aplikaci výrobce sledovat spotřebu energií. Příjemným bonusem pro uživatele je hezký design termostatu a hlavic.

Obrázek 29 - chytré termo hlavice na topení od společnosti Netatmo



Zdroj: www.amazon.com

4.4.7 Čidla a senzory

U čidel a senzorů bude situace s hledáním nejlevnější varianty nejlehčí. Mnoho firem na čínských webech nabízí čidla do domácností i venkovní čidla za velice nízké ceny. To stejné platí u senzorů. Pro velikost našeho domu bude stačit rozpočet 3 tisíc. U dovozu z čínských webů se musí počítat s delší dodací lhůtou a poměrně často s horší kvalitou dílenského zpracování. Avšak svůj účel splní.

4.4.8 Chytré spotřebiče

Pokud se mají stlačit náklady na realizaci chytré domácnosti, tak se to bude muset projevit i na spotřebičích. V první variantě byly vybírány hi-tech spotřebiče se spoustou funkcí, které nemají žádné kompromisy.

U kávovaru bylo vybráno zařízení od společnosti Nespresso, model Krups, který dělá kávu za pomoci kapslového systému. Kávovar lze pomocí integrovaného bluetooth a wi-fi na dálku spouštět nebo provádět jeho údržbu a diagnostiku. Kávovar stojí 4 700,- Kč s daní.

V rámci vestavných trub se chytré funkce minimalizují na diagnostiku zařízení, kdy v případě poruchy upozorní majitele na problém. Přídavné funkce v ovládání spotřebiče na dálku začíná až na vyšších částkách. Cena za základní model činí 5 500,- Kč.

Lednice to mají podobně jako výše uvedené vestavné trouby. Jednak za nižší cenu nelze očekávat nejnižší náklady na provoz chladničky a velkou kapacitu uvnitř, ale také se chytré funkce minimalizují na chytrou diagnostiku, kdy v případě závady dokáže lednice „říct“ co s ní je za problém a pak pouze stačí kontaktovat servisní středisko s žádostí o opravu vadného komponentu. Lednice s chytrou diagnostikou od LG začínají na 10 tisících korunách.

Situace u dostupných praček je o něco lepší. Nejlevnější pračky značky Candy ovládají hned řadu chytrých funkcí. První je aplikace My Statistic. Na základě této aplikace a funkcionality v ní, lze jednoduše a snadno spravovat nejoblíbenější programy používané při praní a díky radám a tipům z předešlých praní zefektivnit využívání pračky. Druhou funkcí je technologie smart touch, která umožňuje stahování nových funkcionalit do spotřebiče a také chytrá diagnostika jako u předešlých zařízení. Takto vybavená pračka se dá pořídit za 6 tisíc korun.

Posledním chytrým spotřebičem je sušička. Jedná se také o výrobek od značky Candy. Využívá aplikaci simply-fi, která se připojuje k chytré domácí síti za pomoci wifi nebo bluetooth. Uživatel si může skrze ji pouštět hlasové tipy a triky, zobrazovat statistiky sušení a spotřeby energie, stahovat nové hlasové tipy anebo přidávat pro sušičku nové sušící cykly. Cena sušičky je 8 700,- Kč.

4.4.9 Náklady na realizaci typového zákazníka č. 2

Tabulka 3 - náklady na realizaci u zákazníka č. 2

cena včetně DPH v Kč	
Ovládání domácnosti	
Samsung Smarthings hub	3 000
Kamerový systém	
Toucan Wireless Outdoor	2 000
Zamykání	
August Home AUG-SL04-M01-S04	5 000
Stínění	
6x IKEA Fyrtur	12 000
Osvětlení	
40x balení GE C-Life	20 000
Regulace vytápění a chlazení	
Netatmo starter kit	9 000
Netatmo topné hlavice	5 000
Čidla a senzory	
čidla a senzory	3 000
Chytré spotřebice	
kávovar Nespresso	4 700
pečicí trouba Candy	5 500
lednice LG	10 000
pračka Candy	6 000
sušička Candy	8 700
CELKEM	88 900 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, informace o cenách čerpány z www.amazon.com

4.5 Typový zákazník č.3 – alternativní varianta

Třetí zákazník byl vybrán jako alternativní varianta k předešlým dvěma. Je to zákazník, který nechce realizovat domácnost co možná nejlevněji a zároveň nechce překročit rozpočet čtvrt milionu jako první typový zákazník. Zároveň by chtěl využívat domácnost, která bude fungovat na třetím nejpoužívanějším systému a tím je chytrá domácnost od společnosti Amazon, zaměřená na hlasový ovládání pomocí hlasové asistentky Alexa.

4.5.1 Ovládání domácnosti

Pro domácnost poháněnou řešením od společnosti Amazon byl vybrán výrobek přímo od této firmy. Nazývá se Amazon Echo Dot a prodává se již ve své 4. generaci. Kompatibilní je jak s operačním systémem Android, tak iOS. Komunikace napříč zařízeními probíhá skrze rozhraní Bluetooth nebo Wi-Fi v pásmech 2,4 GHz a 5 GHz. Zařízení je potřeba napájet z elektrické sítě. Ovládání hubu a reproduktoru v jednom probíhá taktéž skrze hlasové pokyny. Mírnou nevýhodou je absence češtiny, funguje pouze na anglické příkazy. Cena tohoto reproduktoru činí 1300,- Kč. (McGuire, 2021)

4.5.2 Kamerový systém

Kamerový systém bude zajištěn produktem Amazon Cloud Cam, která nabízí snadnou integraci do chytré Amazon domácnosti. Je vybaven snímačem o rozlišení full HD 1080p a přisvětlovací LED diodou pro natáčení záznamu i za horších světelných podmínek. Vychytávkou, která zdobí tuto kameru je funkce oboustranného audia. Z telefonu můžete mluvit na příchozí osobu ke dveřím, naopak ona může také mluvit na osobu na druhé straně. Uživatel si může také nastavit notifikace, jakmile kamera zaznamená pohyb. Kamera poskytuje napojení a synchronizaci s amazon cloudem. Záleží, jaké předplatné u této služby zákazník zvolí. Zcela zdarma je ukládání záznamu z kamer po dobu 24 hodin a navíc dostává notifikace o pohybu na kameře. Vyšší předplatné, které stojí ročně 1500,- Kč, tak umožňuje uživateli navíc funkci, kdy strojové učení dokáže detekovat, jestli se na kameře jedná o osobu či něco jiného. Rozšířené předplatné umožňuje k obrazu i audio detekci. To je užitečné v případě rozbití okna nebo spuštění alarmu na detekci kouře. Navíc přináší možnost nastavení pouhých pohybových zón, které kamera zabírá. Typickým příkladem je kdy kamera zabírá prostor před hlavními dveřmi, ale zároveň i prostor na ulici. Posledním předplatným je profesionální verze, která navíc přináší podporu až 10 připojených kamer. Ten stojí ročně

4500,-. Kamery budou u typového zákazníka č. 3 použity dvě. Jedna k přednímu vchodu a druhá k francouzskému oknu na zahradu. Cena jedné kamery vychází na 3000,- Kč včetně DPH.

4.5.3 Zamykání

Bezpečnost bude v typové domácnosti č. 3 obstarávat chytrý zámek od společnosti Nuki s modelem Combo 2.0. Tento zámek funguje trošku odlišně oproti Danalock zámku v první domácnosti. Umožňuje odemykání pomocí aplikace a detekci telefonu v blízkosti zámku, kdy dveře odemkne jako danalock. Situace se mění v případě osobní nepřítomnosti v domácnosti. Pokud chce zákazník odemknout svému hostovi nebo komukoliv jinému, tak musí mít v blízkosti zámku zapojený Nuki bridge, který umožňuje odemknout dveře i na dálku. Tento zámek se navíc pyšní certifikací airbnb, která umožňuje jeho nasazení v pronajímaných bytech a domech skrze tuto platformu. Pro třetí typový dům bude použité jedno balení. Cena činí 6500,- Kč.

4.5.4 Stínění

Pro stínění oken byla vybrány žaluzie od firmy Lutron. Ty disponují kvalitním zpracováním, možností je ovládat kdekoliv ať již je člověk doma nebo nikoliv a oproti ostatním systémům disponují inteligentním systémem zatahování a vytahování, kdy na základě senzorů, který jsou umístěny ve vrchním systému žaluzií dokážou samostatně dle intenzity slunečního svitu regulovat úroveň svého zatažení či vytažení. Kromě podpory chytrého domova od amazonu podporují i google home a apple homekit. Žaluzie se prodávají jako celek, ovládací mechanismus i stínící materiál jsou součástí balení a jeden kus vychází na 1100 Kč.

4.5.5 Osvětlení

V rámci chytrého osvětlení byl opět vybrán systém od firmy Philips. Jejich výrobky značky Hue poskytují v rámci své kategorie nezpochybnitelnou jedničku. Jednak z hlediska šířky nabídky, kdy existuje celá řada osvětlení od klasických žárovek před LED pásky až po různá dekorativní osvětlení, tak i svojí kvalitou zpracování a také možností různých konfigurací v rámci automatizace u chytré domácnosti. Navíc integrace do amazon ekosystému je velice podařená. Cena stejně jako u prvního typu domácnosti bude 50 000,- Kč.

4.5.6 Regulace vytápění a chlazení

Regulace vytápění bude řešena termostatickými hlavicemi od firmy Immax. Hlavice ke správnému fungování potřebují pouze připojenou krabičku neo bridge, která se spáruje se zbytkem domácnosti. Hlavice fungují na bezdrátovém standartu Zigbee nebo wi-fi. Skrze ovládání chytré domácnosti nebo aplikaci přímo od výrobce je možnost plánovat vytápění a automatizovat ho. K vytápění v typové domácnosti bude potřeba 6 hlavic, takže bude zapotřebí pořídit základní balení 2 hlavic a neo bridge a dalších čtyř hlavic. Celková cena bude činit 7 tisíc Kč.

4.5.7 Multimédia

V této domácnosti bude využito ozvučení za pomoci chytrých reproduktorů Amazon echo 3. generace, který budou umístěny po jednom do každé obytné místnosti. Reprodukory jdou mezi sebou provázat a lze nastavit, aby v jeden moment hráli všechny po celém domě nebo pouze v místnostech ve kterých se nachází jejich členové. Výhodou je integrace hudební aplikace spotify ze které si reproduktor bere skladby. Reproduktor je se zbytkem domácnosti propojen pomocí wi-fi a komunikuje v obou nejpoužívanějších pásmech 2,4 GHz a 5GHz. Kromě funkce reproduktorů ovládá toto zařízení i hlasové příkazy přes systém Alexa. Cena za jeden kus se pohybuje okolo hranice 1 000,- Kč. V typovém domě č.3 jich bude použito šest.

4.5.8 Čidla a senzory

Čidla a senzory byly opět vybrány, stejně jako u úsporné varianty z čínského eshopu aliexpress. Jak již bylo uvedeno u typového zákazníka č. 2, tak poskytují ideální poměr ceny a výkonu a pro běžnou domácnost bohatě dostačují. Když nějaké čidlo nebo senzor odejde, tak se objedná znovu. Cena těchto doplňků se bude znovu pohybovat kolem 3 tisíc Kč. Implementace do chytré domácnosti od amazonu také není problém.

4.5.9 Chytré spotřebiče

Kávovar byl vybrán jako kompromis mezi nespreso kávovarem a velice vybaveným kávovarem Delonghi v prvním typu domácnosti. Kávovar je od značky Nivona. Model se

nazývá Caferomantica 600 a chytrý prvek přidává bluetooth rozhraním, kdy se může kávovar obsluhovat z jakékoliv části domu a uživatel přijde k hotové kávě. Cena činí 15 000,- Kč.

Z hlediska vestavných trub byla vybrána trouba Bosch HBH635BB1, která jako i jiné zařízení dokáže detekovat poruchy a informovat o tom uživatele. Trouba je navíc energeticky úsporná, spadá do A+ energetické třídy. Cena trouby činí 15 000,- Kč.

Lednice byla vybrána opět z dílny LG, která disponuje funkcí smart diagnosis. Ta dokáže detekovat vadný komponent v lednici a upozornit uživatele na nutnost opravy. V rámci chytré domácnosti se bude hodit eco friendly režim, který když se spustí například před odjezdem na dovolenou, tak sníží chlazení lednice na minimum, protože počítá s tím, že lednice bude po celou dobu zavřená. Cena za lednici bude činit 12 000,- Kč.

Myčka na nádobí byla zvolena Candy H CG 3C7LFX, která disponuje taktéž chytrými prvky. Funguje při spárování s aplikací simply-fi a lze ovládat pomocí této aplikace anebo také přes hlasového asistenta alexa. Myčka stojí 8 000,- Kč.

Pro pračku a sušičku byl vybrán set těchto dvou zařízení od společnosti LG. Firma LG má k těmto domácím spotřebičům aplikaci Smart ThingQ, která umožňuje sledování spotřeby energie, oba spotřebiče lze ovládat na dálku z domova i mimo něj a také jako ostatní zařízení lze provést diagnostiku spotřebičů v případě problému. Cena je 27 000,-.

4.5.10 Náklady na realizaci typového zákazníka č.3

Tabulka 4 - náklady na realizaci u zákazníka č. 3

cena včetně DPH v Kč	
Ovládání domácnosti	
Amazon Echo Dot 4. gen.	1 300
Kamerový systém	
Amazon Cloud Cam	6 000
Zamykání	
2x Nuki Combo 2.0	13 000
Stínění	
12x Lutron žaluzie	13 200
Osvětlení	

Philips Hue soustava chytrého osvětlení	50 000
Regulace vytápění a chlazení	
Immax tepelné hlavice + bridge(hub)	7 000
Multimédia	
6x Amazon echo 3. gen.	30 000
Čidla a senzory	
čidla a senzory	3 000
Chytré spotřebice	
kávovar	15 000
pečicí trouba	15 000
lednice	15 000
myčka na nádobí	8 000
set pračka + sušička	27 000
CELKEM	179 500 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, informace o cenách čerpány z www.amazon.com

4.6 Finanční úspora domů po implementaci internetu věcí

Jedním ze zajímavých přínosů chytré domácnosti, kromě pohodlí a bezpečnosti, je potencionální úspora na energiích. Bylo zjištěno, že typový dům, který má užitnou plochu 107 m² má roční spotřebu za vytápění bezmála 7 MWh. Běžná cena z dostupných dat od českých prodejců elektřiny za 1MWh činí v České republice 4800,-. Tím se dostává typový dům za náklady na vytápění na roční cenu 33 600,-.

U typového zákazníka č. 1, který využívá HVAC systému, tak mohou činit roční úspory za vytápění 10 %. To je roční úspora 3360,- při nákladech na realizaci 70 000,-. Doba návratnosti investice je necelých 21 let. U HVAC systému se musí brát ve zřetel, že to není systém na pouhé efektivní vytápění, ale celá vytápěcí soustava, která se nasadí nejspíše jenom v případě budování nového domu nebo rozsáhlé investice. HVAC systém se stará také o chlazení domácnosti a o vlhkost v domě.

U zbylých dvou typů zákazníků č. 2 a 3 bylo využito podobného systémů na regulaci a automatizaci vytápění. Byly použity termo hlavice + chytrý termostat nebo bridge na připojení ke zbytku domácnosti. Zde je proklamovaná úspora na vytápění 25 % ročně. To

znamená roční úsporu 8400,-. V případě typu zákazníka č.2 je tedy doba návratnosti investice lehce přes rok a půl. U zákazníka typu č. 3 se vynaložená investice na úspoře za vytápění vrátí za necelý jeden rok.

5 Výsledky a diskuse

Diplomová práce se zabývala velice aktuální problematikou, a to internetem věcí. V teoretické části, na samém začátku byl definován tento pojem a co vše si lze pod ním představit. Poté byla stručně uvedena historie vzniku IoT a jeho nástupu do povědomí širší veřejnosti. Byly rozřazeno jeho nejčastější využití, kdy své uplatnění nenajde pouze v chytrých domácnostech, kterým se převážně tato diplomová práce věnovala. Využití najde také v oblasti automobilismu, chytrého města, ale také ve zdravotnictví a průmyslu. V průmyslu bylo rozčleněno využití do několika podkapitol.

Byly zmíněny také kontroverze, která jsou s IoT spojeny. Jedná se zejména o oblast zabezpečení, ochrany osobních údajů, digitální závislosti u určitých věkových skupin a soupeření napříč ekosystémy různých společností, které ne vždy je ku prospěchu věci.

Poté byla představena aktuální situace na trhu s IoT a predikce, kam se bude nejspíše tato technologie dále rozvíjet v následujících letech.

Dále byly představeni čtyři největší poskytovatelé internetu věcí na českém trhu, jimiž jsou firmy Jablotron, Fibaro, Somfy a Loxone. Každá z firem se svým způsobem provedení chytré domácnosti liší a každá z nich přidává něco svého, originálního.

V další kapitole byly rozčleněny typy chytrých domácností na varianty přenosu dat. Některé domácnosti pracují pouze na lokální úrovni a data z domácnosti nikam neposílají, ale díky tomu jsou omezeny jejich možnosti než u variant, které buďto pracují lokálně i cloudové, v tom případě se nazývají hybridním systémem, anebo čistě na cloudovém řešení, kdy veškeré operace jsou zpracovány vzdáleně a poté zpět posílány uživateli.

V poslední části teoretické části byla věnována pozornost druhu budov, které se dají postavit. Téma to je velice blízké zejména při snaze ušetřit na nákladech za energie. Na závěr byla ukázána architektura IoT, která se nejčastěji používá v chytré domácnosti.

Na samém začátku praktické části byla představena vzorová budova, na které se budou prvky chytré domácnosti nasazovat. Poté byly definovány tři typy zákazníků dle rozdílných požadavků. Prvním typem byla osoba, která nebrala ohled na cenu realizace a chtěla mít svoji domácnost co možná nejvybavenější chytrými prvky, preferovala využívání chytré domácnosti na platformě Apple HomeKit. Tento typ požadavků se podepsal na celkové ceně za realizaci, která činí 330 000,- Kč. Nejnákladnější položkou byly domácí chytré spotřebiče, které celkově vyšly na 99 000,- Kč. Druhou nejnákladnější položkou byl systém HVAC (Heating, ventilation and air conditioning), který hlídá efektivní spotřebu energií

v domácnosti. Ten stál 70 000,- Kč a třetí nejdražší položkou byl systém osvětlení od společnosti Philips za 50 000,-. Dále byly vyčíslen ovládací systém chytré domácnosti, kamerový systém, zamykání, stínění oken, multimédia a senzory. Jako celek vyšla tato domácnost na již zmíněných 330 000,- Kč.

Druhou domácností byl typový zákazník z opačného spektra. Jeho cílem bylo srazit náklady na nasazení chytré domácnosti na nezbytné minimum. Proto při výběru zařízení byla prioritou co nejnižší cena. Tato domácnost fungovala na google home řešení a nejnákladnější položkou byly opět spotřebiče, které stály 34 900,- Kč. Druhou nejdražší položkou bylo osvětlení pomocí inteligentních žárovek GE C-life. 40 balení vyšlo na 20 000,- Kč. Třetí položkou byly netatmo chytré termo hlavice a termostat od téže značky. Potřebné množství hlavice a termostatu vyšlo na 14 000,-. Celkově realizace této domácnosti vyšla na už více přijatelných 88 900,-.

Posledním typem byl alternativní zákazník. Který by se dal zařadit doprostřed obou předchozích zákazníků. Chtěl využívat chytré domácnosti pod záštitou amazonu, preference nebyla co nejnižší cena, ale měl podmínku, aby cena implementace nepřekročila částku čtvrt milionu. To se podařilo a výsledná částka činí 179 500. Nejvíce si z této částky vzaly opět domácí spotřebiče v ceně 80 000,- Kč. Následovány osvětlením Philips Hue v ceně 50 000,- Kč. Třetí nejdražší položkou byly žaluzie od firmy Lutron o 12 kusech. Stály 13 200,-.

Na závěr teoretické části byly spočítány náklady na vytápění ve vybraném domě. Dle ceny zařízení, který mají přímou souvislost s šetřením energií byla vypočtena doba návratnosti investice. Nejrychleji se vrátí vynaložená investice u typového zákazníka č. 3, kde to nezabere ani celý rok. Naopak u prvního zákazníka to bude trvat bezmála 11 let. Musí se ovšem zohlednit, že u prvního zákazníka se jedná o komplexní systém, který obsahuje nejenom hlavice a termostat, ale mnoho dalších zařízení. Předpokládá se také delší trvanlivost tohoto systému než u zařízení použité v dalších dvou domácnostech. Dá se tedy vyvozovat, že oběma cesty jsou správným řešením a každý z nich si najde svého zákazníka.

6 Závěr

Diplomová práce se věnovala internetu věcí se zaměřením na jeho využití v domácnostech.

V Teoretické části byla věnována pozornost internetu věcí jako celku. Byl definován pojem internet věcí, jeho historii, současnosti i možné budoucnosti. Období nástupu internetu věcí mezi širší veřejnost. Ukázány nejčastější využití tohoto fenoménu v podobně autonomních vozidel, chytrých měst, zdravotnictví a průmyslu. Průmysl byl dále rozčleněn na dílčí využití v oblasti logistiky, plánování oprav, vzdáleného řízení výrobního procesu a dalších možností. Byly také zmíněny kontroverze, které se s internet věcí spojují. Dále byly vyjmenovány čtyři největší poskytovatelé kompletního řešení IoT pro domácnosti v České republice. Byly rozděleny typy chytrých domácností na jednotlivé varianty dle práce s daty a podle možnosti přenosu dat. Zejména bezdrátová varianta přináší hned několik možností, jak mohou zařízení mezi sebou komunikovat. Základními možnostmi je komunikace skrze wi-fi a bluetooth. Dalšími ne úplně známými jsou technologie zigbee, z-wave, SigFox, LoRA, a NB-IoT. Na závěr se teoretická část věnovala architektuře IoT, která se používá v domácnostech a typům budov dle jejich závislosti nebo nezávislosti na energiích zvenčí. Bylo zjištěno, že některé typy budov i za pomoci využívání chytré domácnosti mohou být zcela nezávislé na okolním prostředí a dokonce mohou svojí vyrobenou energii vracet zpátky do veřejné sítě, protože jí vyprodukují takové množství, které ani nevyužijí.

Praktická část diplomové práce se věnovala aplikaci IoT v domácnostech. Byla vybrána demonstrační budova, na které se aplikovaly jednotlivé prvky. Budova měla tři potencionální uživatele. Prvním byl uživatel, který je velkým příznivcem technologií. Jeho požadavkem bylo mít svou domácnost co možná nejvíce osazenou zařízeními, které mohou zpříjemňovat jeho běžný život, šetřit energie. Neměl stanovený finanční limit na tuto realizaci. Jeho domácnost vyšla na 330 000,- a bylo poté zjištěno, že návratnost vynaložené investice na prvky domácnosti, které mu ušetří peníze na energiích se mu vrátí za necelých 21 let. To je sice dlouhá doba, ale předpokládá se, že životnost komponent nasazených v tomto systému domácnosti bude delší než tato doba.

Druhým typem zákazníka byl šetřivý zákazník, který byl přesným opakem prvního uživatele. Tento zákazník toužil po chytré domácnosti, ale ne za každou cenu. Cílem proto bylo udělat chytrou domácnost co možná nejlevněji. Za využití zařízení pracující s google home řešením se docílilo celkové ceny za realizaci ve výši 88 900,-. Doba návratnosti investice na zařízení pro úsporu energií je lehce přes rok a půl.

Třetím zákazníkem byl takový, který byl situován jako kompromisní varianta mezi prvními dvěma zákazníky. Nechtěl za chytrou domácnost vynaložit více jak čtvrt milionu korun, ale zároveň nehleděl tak na finanční stránku jako druhý zákazník. Pro jeho potřeby byla zvolena domácnost, která běží na systému od společnosti Amazon. Cena za tuto realizaci činí 179 500,-. Peníze vynaložené na zařízení šetřící energie se zákazníkovi vrátí za necelý rok.

Závěrem je potřeba vzít v potaz relevanci výrobcí proklamovaných úspor na energiích u druhého a třetího zákazníka a potažmo i prvního klienta. Jsou uváděny vyšší hodnoty úspor než u propracovaného systému HVAC, takže se dá předpokládat, že se při reálném používání nebude dosahovat takových úspor jako výrobci uvádí. Dalším faktorem, který výrobci nezmiňují je to, že každá budova se chová jinak a má jiné ztráty energií než výrobci uváděná ideální varianta. Navíc systém HVAC nefunguje pouze jako regulátor teploty v domácnosti, ale jako komplexní systém, který se stará taktéž o vlhkost vzduchu a také o čerstvost vzduchu. Každá z tří variant má své pro a proti. U první varianty to bude určitě vysoká cena, která stojí hodně za zvážení. Druhá varianta nabízí zákazníkům chytrou domácnost, která umí také mnoho věcí, avšak za rozumné peníze. Třetí varianta je už dražší, ale určitě si najde své zájemce. Svoji úlohu zde bude také hrát osobní preference klientů. První domácnost funguje na systému homekit od Applu, která bude blízká uživatelům Apple ekosystému. Druhá varianta funguje na google home a třetí na Amazonu.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Literární zdroje

MCGUIRE, Gregory, 2021. *Alexa User Manual: The Illustrated Alexa User Guide - Hacks, Tips & Skills for All Amazon Alexa Devices, Including Other Smart Home Integrations*. USA: Independently published. ISBN 979-8589831672.

BLACK, Kyle, 2017. *Google Home: Ultimate Guide to Quickstart Your Google Home Experience*. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 1543242103.

O'DRISCOLL, Gerard, 2016. *Apple's HomeKit Smart Home Automation System Handbook: Discover How to Build Your Own Smart Home Using Apple's New HomeKit System*. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 1523211849.

GREENGARD, Samuel, 2015. *The Internet of Things*. USA: The MIT Press. ISBN 9780262527736.

KAMAL, Raj, 2017. *Internet of Things : Architecture and Design Principles*. Indie: McGraw Hill Education. ISBN 9352605225.

ZAMBARANO, Lawrence, 2021. *Programming Your Home: Everything You Need To Know To Make Your Home Smart: Electrical Engineering*. USA: Independently Published. ISBN 979-8720361099.

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

TRIPATHY, Anuradha, 2018. *Internet of things (IoT): technologies, applications, challenges and solutions*. Indie: CRC Press. ISBN 9781138035003.

SINCLAIR, Bruce, 2017. *IoT Inc: how your company can use the internet of things to win in the outcome economy*. New York: McGraw-Hill Education. ISBN 9781260025897.

BURIAN, Pavel, 2014. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5137-5.

WILKINS, Neil, 2020. *Internet of Things: What You Need to Know About IoT, Big Data, Predictive Analytics, Artificial Intelligence, Machine Learning, Cybersecurity, Business Intelligence, Augmented Reality and Our Future*. USA: Independently published. ISBN 9781393312970.

7.2 Internetové zdroje

Loxone, 2021. *Www.loxone.com* [online]. Praha: loxone [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/>

Produkty Somfy, 2020. *Www.somfy.cz* [online]. Praha: somfy [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.somfy.cz>

Představujeme systém FIBARO, 2020. *Www.mojefibaro.cz* [online]. Praha: fibaro [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://www.mojefibaro.cz/system/>

Bungalow MS 16 Ekonomy (4+1 s garáží), 2019. *Www.ms-haus.cz* [online]. ČR: ms-haus [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.ms-haus.cz/ms-16-ekonomy.html>

WHALEN, Hannah, 2019. Can Your Smart Home Live Without the Cloud? *Homealarmreport.com* [online]. USA: home alarm report [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://homealarmreport.com/smart-home/smart-devices-work-locally/>

JONES, Tim, 2019. IoT: Past, Present, and Future. <https://www.mouser.com/blog/iot-past-present-future> [online]. USA: mouser, 2019 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.mouser.com/blog/iot-past-present-future>

BEHRTECH, 2017. 6 Leading Types of IoT Wireless Tech and Their Best Use Cases. *Www.behrtech.com* [online]. USA: Behrtech [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://behrtech.com/blog/6-leading-types-of-iot-wireless-tech-and-their-best-use-cases/>

KUHNOVÁ, Erika, 2016. *Pasivní, aktivní, nulový dům. Víte, co přesně tyto pojmy znamenají?* [online]. Praha: JAGA MEDIA [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/pasivni-aktivni-nulovy-dum-vite-co-presne-tyto-pojmy-znamenaji/>

TYWONIAK, Jan, 2013. *NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ BUDOBY* [online]. Praha: www.izolace-info.cz [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/pasivni-domy/9575-nizkoenergeticke-a-pasivni-budovy-a.html#.YGIKKC27pao>

SETHI, Pallavi, 2017. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. *Hindawi.com* [online]. Indie: [hindawy](http://hindawy.com) [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/jece/2017/9324035/>

MADZA, Afa, 2018. Internet of Things (IoT): Concepts, Concerns & Applications. *Medium.com* [online]. USA: medium.com [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: https://medium.com/@The_Mad_Zaafa/internet-of-things-iot-concepts-concerns-applications-c0647473b461

LUETH, Knud, 2014. Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation. *Iot-analytics.com* [online]. USA: [iot-analytics](http://iot-analytics.com) [cit. 2020-11-5]. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>

ROUSE, Margaret, 2020. Internet of things (IoT). *Techtarget.com* [online]. USA: [techtarget](http://techtarget.com), 2020 [cit. 2020-11-5]. Dostupné z: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>

BLOOMBERG, Jason, 2016. 7 Reasons Why the Internet of Things Is Doomed. *Wired.com* [online]. USA: [Wired](http://Wired.com) [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.wired.com/insights/2014/07/7-reasons-internet-things-doomed/>

Kdo jsme, 2016. *Jablotron.cloud* [online]. Jablonec nad Nisou: - [cit. 2020-11-12]. Dostupné z:

https://www.jablotron.cloud/?gclid=Cj0KCQiAwMP9BRCzARIsAPWTJ_HEP1LUqHRinroF1Upe58MDVVQ7d4YpRsMBsOara21e_CUvSp4HHp8aAh-xEALw_wcB