



Implementace SMART technologií pro rodinný dům

Diplomová práce

Studijní program:

N6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor:

Manažerská informatika

Autor práce:

Bc. Vladimír Calda

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.

Katedra informatiky





Zadání diplomové práce

Implementace SMART technologií pro rodinný dům

Jméno a příjmení: **Bc. Vladimír Calda**
Osobní číslo: E18000354
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Zadávací katedra: Katedra informatiky
Akademický rok: **2019/2020**

Zásady pro vypracování:

1. SMART technologie v rodinných domech.
2. Zvýšení komfortu bydlení s využitím SMART technologií.
3. Snížování energetické náročnosti.
4. Limity a omezení při inovaci stávajících domů.
5. Návrh řešení inovace rodinného domu.
6. Zhodnocení a možnosti budoucího rozvoje.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

65 normostran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

- NICK, Vandome. 2018. *Smart Homes in easy steps*. 1. Wahroonga: In Easy Steps Limited. ISBN 9781840788259.
- KYAS, Othmar. 2017. *How To Smart Home: A Step by Step Guide for Smart Homes & Building Automation*. 5. London: Key Concept Press. ISBN 978-3-944980-12-6.
- YOUNG, Michael. 2018. *Smart Home: Digital Assistants, Home Automation, and the Internet of Things*. 1. Traverse City, Michigan: Independently published. ISBN 978-1980952336.
- PROQUEST. 2019 Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2019-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

konzultant: Roman Enderst, Smart One, IT specialista

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.
Katedra informatiky

Datum zadání práce:

31. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

31. srpna 2021

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

11. května 2020

Bc. Vladimír Calda

Poděkování

Zvláštní poděkování patří vedoucímu práce, panu doc. Ing. Janu Skrbkovi, Dr. za jeho odborné rady a vedení při tvorbě diplomové práce.

Anotace

Diplomová práce vznikla s cílem ucelit informace o přestavbě domu na chytrý. Teoretická část definuje možnosti komunikace mezi technologiemi, popisuje jednotlivá zařízení a upozorňuje na možné limity při přestavbě. Praktická část ukazuje na příkladu přestavby vzorového domu možnosti, jak docílit technologického, ale i ekonomického pokroku.

Klíčová slova

SmartHome, Technologie, Wifi, Energetická úspora

Anotation

The diploma thesis was created with the aim of consolidating information about the reconstruction of a house into a smart one. The theoretical part defines the possibilities of communication between technologies, describes the individual devices and draws attention to possible limits during the reconstruction. The practical part shows on the example of the reconstruction of a model house the possibilities of achieving technological as well as economic progress.

Klíčová slova

SmartHome, Technology, Wifi, Energy saving

Obsah

Seznam obrázků.....	13
Seznam tabulek.....	14
Seznam zkratk a cizích pojmů	15
Úvod	16
1. Komunikační standardy pro smart technologie v rodinných domech	17
1.1 Konektivita.....	20
1.2 Smíšená topologie	20
1.3 ZigBee	22
1.4 Z-Wave	24
1.5 Wi-Fi.....	28
2. Chytrá zařízení.....	34
2.1 Chytré asistentky	36
2.2 Bezpečí domácnosti – chytré zámky, kamery, alarmy, senzory a detektory	41
2.2.1 Chytré zámky.....	42
2.2.2 Bezpečnostní kamery.....	43
2.3 Chytré vytápění	44
3. Energetická náročnost domu	45
3.1 Zateplení budov	46
3.2 Vytápění	48
3.3 Solární energie.....	49
4. Inovace stávajících domů	51
4.1 Legislativní limity modernizace	52
4.2 Možnosti modernizace.....	53
5. Návrh řešení.....	56
5.1 Stávající stav.....	57
5.2 Rozpočet	58
5.3 Řešení domu	58
5.4 Elektrická energie	60
5.4.1 Postup	62
5.5 Tepelná energie.....	63
5.5.1 Termostat	63

5.6 Bezpečnost.....	64
5.6.1 Kameraný systém	64
5.6.2 Bezpečnostní systém	66
5.7 Domácnost.....	67
5.7.1 Domáci vysavač.....	67
5.7.2 Žaluzie	68
5.7.3 Osvětlení.....	69
5.7.4 Zábavní systém.....	70
5.7.5 Chytrá asistentka	70
5.7.6 Meteorologická stanice.....	71
5.8 Aplikace.....	72
6. Energetická úspora	73
6.1 Součinitel špičkového výkonu.....	74
6.2 PVGIS.....	75
6.3 Zhodnocení úspor	78
7. Zhodnocení návrhu	79
Závěr.....	81
Citace.....	82
Bibliografie.....	85

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mesh topologie.....	21
Obrázek 2: ZigBee topologie.....	23
Obrázek 3: Z-Wave protokoly	26
Obrázek 4: Časová osa chytrých asistentek.....	36
Obrázek 5: Ukázka tepelných mostů tvořena spárami panelovými bloky	47
Obrázek 6: Schéma domu.....	59
Obrázek 7: Schéma energetického systému	61
Obrázek 8: Schéma umístění kamer a čidel	65
Obrázek 9: Ukázka venkovních rolet	68
Obrázek 10: Meteostanice Netatmo	71
Obrázek 11: Ukázka prostředí Google Home aplikace	72
Obrázek 12: Ukázka aplikace PVGIS	75
Obrázek 13: Ukázka vypočtených výsledků aplikací PVGIS	77
Obrázek 14: Ukázka výroby jednotlivé měsíce	77

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Shrnutí rozdílů WI-FI verzí.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 2: klíčové vlastnosti hlasových asistentek</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 3: Výkonost jednotlivých typů panelů</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 4: Rozpis jednotlivých zařízení.....</i>	<i>81</i>

Seznam zkratk a cizích pojmů

CES	Největší veletrh v oblasti IT pořádaný každý rok v Las Vegas
Android	OS používaný na většině smartphonů
Bit	Je základní jednotkou dat
Calm technology	Technologie, která informuje, ale nezatěžuje uživatele svým chodem
Hertz	Je jednotkou frekvence v soustavě SI
kWh	kilowatthodina
kWp elektrárny	Kilowatt-peak jednotka špičkového výkonu fotovoltaické
IEEE	Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství
iOS	Mobilní OS vyvíjený společností Apple
LAN	Lokální síť, které pokrývá malé území
LED	Světelná dioda
LTE	vysokorychlostní přenos dat v mobilních sítích
Signal Hop	Součást přenosu signálu od zdroje k přijímači
SmartCities	Koncept využití moderních technologií k zvýšení úrovně života
Software	program, který provádí nějakou činnost
TCP/IP	Sada protokolů pro komunikaci v počítačové síti

Úvod

Tématem SMART (neboli chytrých) technologií jsem se zabýval již při zpracování bakalářské práce. Tato diplomová práce podrobněji a hlouběji popisuje významné součásti těchto technologií a na konkrétním příkladu realizace inovace staršího venkovského rodinného domu ukazuje současné možnosti modernizace běžné domácnosti, to znamená zvýšení komfortu bydlení v domech a domácnostech používajících tyto chytré technologie a také možnost snížení energetické náročnosti.

Hlavním cílem práce je návrh řešení modernizace staršího rodinného domu s využitím SMART technologií, dílčími cíli pak analýza možností aplikací SMART technologií pro stávající rodinné domy, analýza některých legislativních limitů pro realizaci modernizace a ekonomické aspekty inovace.

1. Komunikační standardy pro smart technologie v rodinných domech

Akronym SMART, což anglicky znamená chytrý či inteligentní je nyní velmi používané slovo ve spojení s nejrůznějšími technologiemi, ale co to ve skutečnosti znamená?

Překvapivě může být definování toho, co je to chytrá technologie docela obtížné. Stačí pouhé připojení k internetu? Měla by být vestavěna nějaká umělá inteligence? Či schopnost učit se z okolních podnětů? Je to řízení procesů a zařízení nějakou aplikací? Nebo je to kombinace všech těchto aspektů?

Článek na webu Media.com (MALIK, 2017) definuje tři základní druhy inteligentních technologií.

- Inteligentní zařízení s nějakým stupněm automatizace, která lze snadno programovat pomocí intuitivního uživatelského rozhraní. Například chytrý kávovar, který naprogramujete na výrobu kávy v určitou dobu. Připojení k síti není nutné.
- Inteligentní zařízení připojená k síti, která jsou dálkově ovládána nebo monitorována prostřednictvím Bluetooth, LTE, Wi-Fi, drátových nebo jiných způsobů připojení. Příkladem by mohla být inteligentní žárovka, inteligentní bezpečnostní kamera, inteligentní lednička nebo třeba smartphone.
- Zařízení IoT (Internet of Things – internet věcí) jsou softwarově definované produkty, které jsou kombinací produktu, aplikace, analytiky a internetu či jiných sítí. Wikipedie IoT definuje, jako síť fyzických zařízení, domácích spotřebičů a dalších přístrojů, které jsou vybaveny elektronikou, softwarem, senzory, pohyblivými částmi a síťovou konektivitou, která umožňuje těmto zařízením se propojit a vyměňovat si data. Každé z těchto zařízení je jasně identifikovatelné díky implementovanému výpočetnímu systému, ale přesto je schopno pracovat

samostatně v existující infrastruktuře internetu. Vytvářejí větší hodnotu než samostatná či pouze připojená zařízení. Je to proto, že jsou více škálovatelná, upgradovatelná, automatizovaná a připravená na budoucnost.

Experti z Gartner Research (Egham, 2019) odhadují, že Internet věcí bude v roce 2020 zahrnovat přibližně 5,8 miliard zařízení.

Jiný možný pohled spatřuje v inteligentních technologiích víc než jen běžné odesílání a přijímání zpráv, tradiční uživatelské hledání informací a prosté zapínání a vypínání věcí. Místo toho je požadováno mnohem více interakce a kontroly pomocí internetu či lokálních sítí.

Takový pohled se týká takových zařízení jako telefonů, televizorů, spotřebičů, automobilů, osobních asistentů atd. Uživatele láká myšlenka používat inteligentní technologii k ovládání všeho od svých domácích bezpečnostních systémů až třeba po termostaty. V dnešním, rychle se rozvíjejícím technologickém světě pojem „chytrý“ znamená nejčastěji druhý a třetí bod předcházející definice tedy především připojení zařízení do sítě.

Chytrý dům je vlastně zastřešující nadstavbou pro řadu inteligentních technologií. Z jeho samotného názvu vyplývá, že je to mnoho SMART zařízení svázaných dohromady. Automatizace existuje již celá desetiletí. Inteligentní technologická éra však přidává další možnosti. Propojená technologie mimo jiné šetří energii a zvyšuje bezpečnost domu. Zachytává úniky vody dříve, než se stanou katastrofálními. Usnadňuje práci v kuchyni či úklid domácnosti. A umožňuje měnit třeba osvětlení, hudbu nebo výběr pořadů v televizi tak, aby odpovídaly náladě uživatele. Hlasem aktivované osobní asistenty v inteligentních reproduktorech, které dokážou propojit celou širokou škálu inteligentních technologií, tvoří jeden z mostů na cestě k inteligentnímu domu a dnes je mnoho nejnovějších inteligentních domácích zařízení kompatibilních s hlasovými asistenty. Zatím jsem uvedl samé klady a lákavé možnosti SMART technologií, ale tak jako vše, mají i tyto technologie svoji druhou stránku a tou je otázka bezpečnosti. Poměrně často se i v seriózních médiích objevují články o tom, že některá z chytrých zařízení sbírají data třeba o provozu v domácnosti či v domácí Wi-Fi síti a tato data pak sdílejí na internetu. Například článek *Your Roomba May Be Mapping Your Home, Collecting Data That Could Be Shared* (Astor, 2017) popsal

takové chování u chytrých robotických vysavačů Roomba. Samostatným rizikem je možnost hackerských útoků. Společnost Eset zabývající se vývojem antivirových programů a také zabezpečením proti hackerským útokům doporučuje na svých stránkách v článku (Eset.com, Jak zabezpečit chytrou domácnost, 2019) dodržovat několik bodů:

- Aktualizovat, pokud možno automaticky, software chytrých zařízení
- Před nákupem chytrých zařízení ověřovat podporu výrobce
- Domácí Wi-Fi síť rozdělit na segmenty
- Mít nainstalovaný další ochranný software renomované firmy

V každém případě bude otázka bezpečnosti a soukromí ve spojení s chytrými domácnostmi stále aktuálnější.

1.1 Konektivita

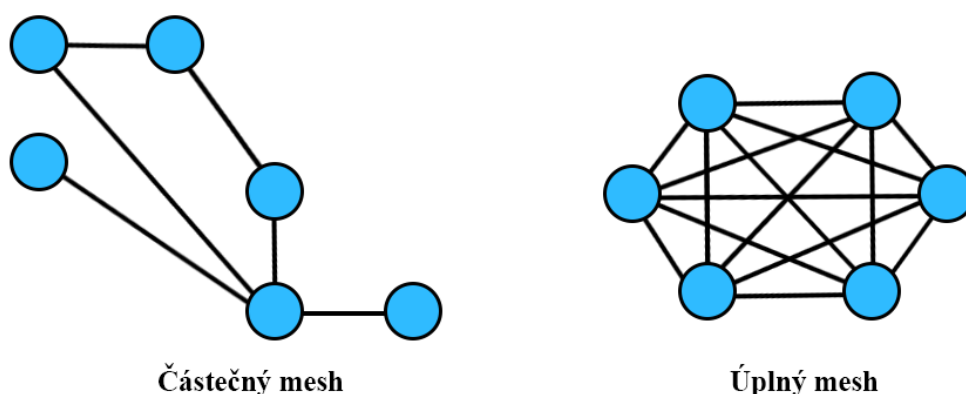
Podle definice uvedené v úvodní části, nejdůležitějším a nezbytným základem pro SMART technologie je konektivita, tedy propojení nejrozličnějších chytrých přístrojů s ústřední řídicí jednotkou a následně pak propojení do internetu...

Senzory musejí umět komunikovat se svými vlastními zařízeními, tato zařízení s centrální řídicí jednotkou a v případě, že požadujeme schopnost propojení do internetu, bude propojena řídicí jednotka s internetem. Topologie této sítě musí být odolná proti výpadku jednotlivých členů sítě. Aby si všechny prvky chytré domácnosti spolu rozuměly, je třeba, aby podporovaly stejný komunikační protokol, kterých je pro použití v chytrých domácnostech několik. Jakou topologii tedy SMART technologie používají a jaké jsou nejrozšířenější komunikační protokoly pro chytrou domácnost?

1.2 Smíšená topologie

Smíšená nebo také vícecestná topologie či síť (anglicky „mesh network“) je síť ve které jsou některé prvky přímo propojeny s více než jedním dalším prvkem v síti. Je stále častěji používanou topologií pro propojení v chytrých domácnostech. Její výhodou je redundance (doslova nadbytečnost) jednotlivých spojení, která je dána hustotou uzlů sítě. Tato redundance potom umožňuje snadné obnovování spojení a rekonfiguraci sítě po poruše. Každé zařízení může plnit úlohu přijímače i směrovače, to znamená, že umí vysílat své vlastní zprávy, dále cizí zprávy přijímat a přeposílat jiným zařízením a tím je pak zajištěno bezproblémové předávání zpráv mezi jednotlivými členy sítě a také automatické přidávání nových členů prostřednictvím stávajících členů sítě. U prvků s větším významem pro síť nebo u kterých je požadována vyšší odolnost proti výpadku, se navrhuje větší počet připojení do sítě. Díky možnosti využít alternativních cest při předávání dat lze také rovnoměrněji rozvrstvit zatížení jednotlivých uzlů sítě (traffic balancing). V případě topologie úplný mesh lze spojení mezi dvěma prvky sítě realizovat vždy, jsou-li tyto prvky schopny komunikace, a téměř vždy u topologie neúplný mesh.

V síti je třeba zajistit směrování (routing), neboli výběr vhodné cesty k cíli, dále zajistit změnu cesty při výpadku některého z uzlů (dynamický routing) a zabránit zacyklení. Standardizací technologie sítí mesh se zabývá mezinárodní standard IEEE 802.11s.



Obrázek 1: Mesh topologie

Zdroj: vlastní zpracování

Nejpoužívanější a nejrozšířenější bezdrátové komunikační protokoly používané v technologiích pro chytrou domácnost jsou ZigBee, Z-Wave a také Wi-Fi. Všechny protokoly podporují topologii sítě mesh. Centrální jednotka, tzv. hub, odesílá a přijímá od ostatních chytrých zařízení datové pakety tak, že data přeskakují (tzv. hop) ze zařízení na zařízení až dosáhnou centrální jednotky. Tím je možné komunikovat na delší vzdálenosti, než pouhá dosažitelnost bezdrátového signálu. Tyto protokoly představují kompletní řešení pro smart technologie, neboť obsahují ucelené definice protokolů pro síťovou, transportní a aplikační vrstvu. Pomocí těchto platforem lze vytvořit celou škálu zařízení, jako jsou například ovladače, senzory, huby, routery, které jsou schopny pracovat v síti mesh a stát se kostrou smart technologií pro inteligentní dům.

1.3 ZigBee

ZigBee je bezdrátová komunikační technologie, jejíž standard patří do rodiny síťových standardů IEEE 802, konkrétně IEEE 802.15.4 a je platný od listopadu 2004. Její primární určení je propojení zařízení s malým výkonem v bezdrátových sítích PAN (Personal Area Network) do vzdáleností cca. 75 metrů. Díky použití multihop směrování zvládá i bez přímého bezdrátového spojení jednotlivých zařízení komunikaci na větší vzdálenosti. O vývoj se stará Zigbee aliance založená v roce 2002. Na rozvoji tohoto standardu podílí firmy sdružené v tzv. ZigBee alianci, například Amazon, Texas Instruments či Silicon Labs. Zigbee vytváří jednotný standardizovaný jazyk pro spolupráci všech chytrých zařízení v síti. Nejnovější verze Zigbee je vystavěna na verzi ZigBeePro, která přidáním síťových a aplikačních vrstev rozšířila původní standard IEEE 802.15. Pracuje v bezlicenčních pásmech (generální povolení) přibližně 868 MHz, 902–928 MHz a 2,4 GHz. Přenosová rychlost činí 20, 40, 250 kbit/s. Využívá bezpečnostní schéma AES-128 (Advanced Encryption Standard) na síťové i tak na aplikační úrovni. Aby bylo možné implementovat standard ZigBee i do málo výkonných mikrokontrolérů, nezabere struktura protokolů více než 30 kB programové paměti. (Vojtáček, 2009).

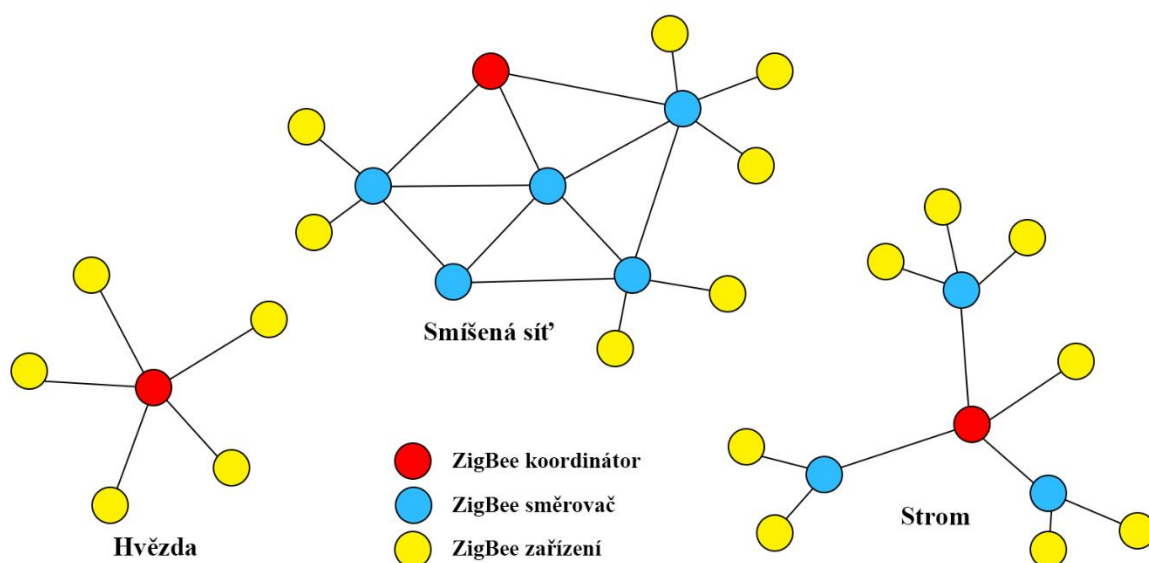
Protokol se skládá ze tří základních vrstev. Vrstvy standardu IEEE 802.15.4, která se skládá z fyzické podvrstvy PHY a podvrstvy přístupu k přenosovému médium (MAC), nad nimi je definována síťová vrstva (NWK) a aplikační vrstva (APL). Síťová vrstva realizuje připojení k síti, zabezpečení a směrování paketů. Aplikační vrstva (APL) zajišťuje potřebné služby. Skládá se z aplikační podvrstvy (APS), ZigBee objektů a uživatelských aplikačních objektů.

Protokol podporuje vytváření sítí propojených zařízení, umožňuje rozšíření sítě na více bezdrátových uzlů a tím zvětšit dosažitelnou oblast se stabilní a spolehlivou komunikací. Existuje několik topologií podporovaných protokolem ZigBee, přičemž nejčastěji používanými konfiguracemi jsou topologie hvězda - star, strom – tree a smíšená síť – mesh.

V ZigBee sítích jsou rozlišovány tři druhy zařízení:

- řídicí jednotka - koordinátor – v každé síti musí být alespoň jedna řídicí jednotka, stará se o samotné řízení a tvorbu sítě, jako například přidávání a odebírání prvků sítě, přidělování síťových adres apod.
- směrovač - router - umožňuje přeposílání dat na další zařízení,
- koncové zařízení - device - nejrůznější inteligentní zařízení. Obsahují funkce pro komunikaci s řídicí jednotkou nebo routerem.

Pro tvorbu ZigBee sítí je nejčastěji využívána topologie hvězda, smíšená síť, nebo strom. Jak tyto topologie vypadají, je ukázáno na obrázku níže. Červeně je znázorněn typ prvku koordinátor, modře směrovač a žlutě koncová zařízení.



Obrázek 2: ZigBee topologie

Zdroj: vlastní zpracování

1.4 Z-Wave

Dalším kompletním a patrně dosud také nepoužívanějším komunikačním řešením pro Smart Home technologie je Z-Wave, obsahující definice protokolů pro síťovou, transportní a aplikační vrstvu. Vývojem technologie Z-Wave se zabývá tzv. Z-Wave aliance, která byla založena roku 2005 a je složena z předních světových výrobců chytrých technologií pro smart home a také různé podnikové aplikace. Technologii jako první vytvořila společnost Zensys, která v roce 2005 spojila síly se společnostmi Intermatic, Leviton, Wayne Dalton, Danfoss a Universal 18 Electronics a vytvořily Z-Wave Alianci. Postupně se do společnosti připojilo víc než 700 dalších členů. (Z-wave aliance, 2019)

Pro tuto platformu jsou k dispozici všechny potřebné prvky sítě jako senzory, řídicí moduly, brány a směrovače, pracující v Z-Wave síti pro chytrou domácnost nebo kancelář. Technologie Z-Wave umožňuje využívat mesh síťovou topologii.

V jednom segmentu Z-Wave sítě může být nejvýše 232 prvků či též uzlů. Prvky jsou dvojího typu: kontrolery (řídicí jednotky, huby) a podřízené uzly. Je-li potřeba připojit více prvků, je nutné připojit další řídicí jednotku, která se musí aplikačně propojit s původním hubem. Kontrolery mohou být ve formě rozhraní v počítačích nebo fyzických dálkových ovladačů. Další prvky sítě jako například různé vypínače, kamery, stmívače, pohybové senzory jsou podřízené uzly. Po zaznamenání nějaké události se zdrojové zařízení, které chce vysílat tzv. iniciátor, pokouší nalézt nejrychlejší aktivní cestu a obejít možné překážky. Nalezená trasa signálu může být delší, než přímá cesta iniciátor-příjemce. Síť funguje dynamicky, takže další zařízení mohou být zapojena nebo odebrána kdykoliv. Systém zpětného upozornění, pak informuje všechny prvky sítě o změně v síti.

Pro vytvoření nejrychlejší cesty k doručení zprávy používá zdrojové směrování, které funguje na linkové vrstvě. Vysílající prvek sítě pošle nejprve tzv. broadcast (neboli záplavovou) zprávu, aby zjistil cestu k příjemci. Pokud je cílový prvek dosažitelný, je odesílajícímu prvku vrácena informace v podobě cesty. Každé zařízení v Z-Wave síti má svůj vlastní identifikační kód. Identifikační kód zařízení je rozdělen na dvě části. První část je čtyřbajtový identifikátor totožný pro všechny členy konkrétní sítě. Tímto identifikátorem je tak definována vlastní síť. Druhá část identifikačního kódu je identifikátor uzlu. Ten

kontroler přiřadí každému uzlu při párování prvku sítě. Zároveň platí, že řídicí jednotka má vždy nejnižší číslo 1 a další uzly mají čísla následující. (Silicon Labs, 2018)

Po zapojení tohoto člena do sítě přiřadí řídicí jednotka (hub nebo též kontroler) identifikační kód novému zařízení, určí, kde se v síti nachází, a následně definuje cestu pro zprávy. Takový způsob komunikace by mohl členům v síti alokovat mnoho paměti, proto Z-Wave aliance vytvořila hierarchický systém mezi prvky sítě, kdy některá zařízení mají postavení iniciátora zprávy a jiná zauímají podřízenou pozici a mohou pouze reagovat na zaslané zprávy. (BADENHOP a spol, 2017) Jiné standardy používané pro technologie smart home využívají pásma 2,4GHz a 5GHz, která jsou však často přetížena. Z-Wave zařízení používají bezlicenční frekvenční pásmo ISM (Industrial, Scientific and Medical) s frekvencí mezi 868.4 MHz a 956 MHz. Celý svět je pak rozdělen na jednotlivé regiony, přičemž v rámci Evropské unie jsou dány dva kanály na frekvenci 868.4 MHz s rychlostí 9.6/40 kbit/s a šířkou pásma 300 kHz a na frekvenci 869.85 MHz s rychlostí 100 kbit/s a šířkou pásma 400 kHz. Tím je šance na rušení na rozdíl od například WI-FI mnohem nižší. (Z-Wave Global Regions, 2018)

Protokol Z-Wave se nazývá jako Z-Wave Protocol Stack a skládá se z pěti vrstev tzv. layers. Vrstvou na nejnižší úrovni, jejímž hlavním úkolem je řídit samotný přenos dat mezi vysílačem a přijímačem a také modulovat a kódovat přenášená data je vrstva fyzická, která je úzce spojená s tzv. MAC vrstvou zajišťující korektní přístup k přenosovému médium. Využívá k tomu takzvaný mechanismus předcházení kolizí. Ten hlídá, aby uzel v síti nezačal vysílat data, posílá-li již data jiný uzel v síti. Další vrstvou je vrstva transportní, která má na starosti přijímání a odesílání datových rámců a také zabezpečuje spolehlivost přenosu. K zabezpečení spolehlivosti přenosu využívá kontrolní součty na konci každého transportního rámce, dále případné opakování přenosu a ACK pakety na potvrzení správného přijetí rámce. Nad touto vrstvou je vrstva síťová, která spravuje bezchybné směrování rámců a zároveň dohlíží nad topologií sítě a nepřetržitou aktualizací routovacích tabulek udržovaných v řídicí jednotce. Nejvyšší úroveň protokolu Z-Wave je vrstva aplikační. Ta má na starosti samotný datový obsah (tzv. payload) datového rámce. (rfwireless-world.com, 2018)

Z-Wave protokoly



Obrázek 3: Z-Wave protokoly

Zdroj: Vlastní zpracování

Z-Wave zahrnuje široký ekosystém inteligentních produktů a služeb, které hladce fungují mezi značkami a verzemi. Tato interoperabilita, která je charakteristickým znakem technologie Z-Wave od roku 2002, je dosahována a udržována certifikací Z-Wave, testovacím programem spravovaným konsorciem Z-Wave alliance. Certifikace Z-Wave zajišťuje, že všechny produkty Z-Wave spolupracují navzájem bez ohledu na značku, včetně zpětné kompatibility mezi verzemi. Proces certifikace zahrnuje technické testování, programy uniformity značek a vymáhání certifikačních standardů. To zajišťuje výrobcům, integrátorům a koncovým uživatelům, že jejich produkty a služby budou spolupracovat se všemi certifikovanými produkty Z-Wave. Ekosystém Z-Wave zahrnuje více než 3 000 interoperabilních produktů od více než 700 předních světových značek. Tyto produkty spolupracují díky přísnému vymáhání certifikace Z-Wave, prováděného v nezávislých testovacích laboratořích a pod dohledem Z-Wave aliancí.

Na původní Z-Wave certifikaci navazuje nový certifikační program Z-Wave Plus, který má uživatelům pomoci identifikovat produkty, které využívají nedávno zavedenou hardwarovou platformu Z-Wave „Next Gen“, známou také jako Z-Wave řady 500 nebo 5. generace a ověřit si, jestli je zařízení certifikováno. Zařízení certifikovaná pro Z-Wave Plus mají vybranou sadu rozšířených funkcí, které zvyšují užitek pro koncového uživatele a instalaci a nastavení Z-Wave zařízení ještě zrychlují a usnadňují. Těmito funkcemi je například zvýšený dosah v síti, prodloužení životnosti baterie, možnost aktualizace firmware tzv. vzduchem (Over The Air) pomocí bezdrátové sítě a přidání dalších RF kanálů. (Z-Wave alliance, 2020)

Do výroby se již pomalu dostává nová série Z-Wave 700, která byla představena na veletrhu elektroniky CES 2018 (Consumer Electronics Show). Zařízení této série budou mít certifikaci Z-Wave Plus V2. Z-Wave aliance se pokouší uvedením této modernizované série vytvořit z chytré domácnosti, tedy domácnosti vybavené jednotlivými, byť spolupracujícími technologiemi na domácnost inteligentní, která by se vyznačovala i některými rysy umělé inteligence, která by kromě ještě větší spolupráce mezi jednotlivými akčními prvky sítě a senzory měla i dále celou síť, a tedy i domácnost, zefektivnit. Běh umělé inteligence vyžaduje mnohem vyšší výkon zapojených zařízení. Tento výkon poskytují novější verze procesorů řady ARM® Cortex-M. ARM Cortex-M je skupina procesorových jader RISC ARM licencovaných společností Arm Holdings. Tato jádra jsou optimalizována pro levné a energeticky efektivní mikrokontroléry, které již byly zabudovány do desítek miliard zařízení. Tyto procesory umožňují běh komplexnějších aplikací bez nutnosti použití koprocessoru. (ARM, 2020) Z-Wave 700 přináší také nízkoeenergetickou komunikaci a automatickou správu napájení a zajišťuje tak dlouhou životnost baterie v jakémkoli zařízení. Nyní je možný provoz s knoflíkovými články, díky čemuž mohou být senzory s malými rozměry zabudovány prakticky kdekoli v inteligentních prostředích, aniž by byla po desetiletí nutná údržba baterií. Další významným vylepšením je i zvětšení dosahu zařízení. S nová generace Z-Wave rozšiřuje přímý dosah až na vzdálenost 100 metrů a v mesh síti až na 400 metrů. (Silicon Labs, 2020)

1.5 Wi-Fi

Doposud se v sítích chytrých domácností nejčastěji používal tento protokol pro spojení uživatele pomocí jeho chytrého telefonu a centrální jednotky (hubu, kontroleru) nebo k propojení kontroleru na internet, ale nově jednak díky rozšíření prvků tzv. mesh Wi-Fi a také díky podpoře Wi-Fi nejrůznějšími prvky chytrých technologií i přímo k budování inteligentních domácností. Například nedávno vzniklý (2017) standard IEEE 802.11ah nazývaný také Wi-Fi HaLow, který těží z nižší energetické náročnosti jeho provozu, umožňuje vytváření velkých skupin stanic nebo senzorů, které spolupracují při sdílení signálů, a podporuje tak přímo koncept internetu věcí (IoT). (Wi-Fi Alliance, 2020) Standard IEEE 802.11ax nazývaný nově Wi-Fi 6 by měl zvýšit rychlost přenosu dat a zvýšit kapacitu sítě. Na světě je momentálně více než devět miliard Wi-Fi certifikovaných zařízení a více než polovina veškerého internetového provozu je zprostředkována Wi-Fi sítěmi. (Wi-Fi Alliance, 2020)

Název Wi-Fi označuje skupinu standardů IEEE 802.11x které popisují bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích. Původně byl standard IEEE 802.11 publikován v roce 1997 organizací IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) pro řešení problematiky komunikace pro právě vznikající bezdrátové sítě. Výhodou této technologie je to, že je již v řadě domácností běžně používána, je levná a výkonná a je proto vhodná pro budování domácí počítačové bezdrátové sítě. Samotný název Wi-Fi vytvořila Wi-Fi aliance (původně Wireless Ethernet Compatibility Alliance) (Wi-Fi Alliance, 2020), což je obchodní sdružení, které určuje, zda Wi-Fi technologie a certifikované Wi-Fi produkty odpovídají určité normě. Wi-Fi aliance vlastní a kontroluje "Wi-Fi Certified" logo a registrovanou značku, která je udělována pouze takovým zařízením, které prošly testováním. Ne všechna zařízení, které jsou „IEEE 802.11 kompatibilní“, jsou odeslána k certifikaci do Wi-Fi aliance – často kvůli ceně, která je spojena s certifikačním procesem. Nepřítomnost Wi-Fi loga nemusí nutně znamenat, že zařízení není kompatibilní s Wi-Fi zařízeními.

Původně v roce 1997 stanovený standard IEEE 802.11 nazývaný často jako 802.11 legacy byl velmi rychle nahrazen dalšími verzemi, nicméně přispěl k nastartování masového rozvoje bezdrátových zařízení a jím zavedené principy platí stále. Maximální rychlost této první verze byla 2 Mb/s. Kromě rádiového pásma 2,4GHz měla síť 802.11-1997 implementovánu i možnost použití infračerveného záření. Tato možnost sice nyní nemá žádnou konkrétní implementaci i nadále ale součástí je standardu.

Další dva nové standardy, které přišly v roce 1999, se významě odlišovaly od první generace a to nejenom rychlostmi, ale i modulacemi, které používaly. Jako první byl představen standard s označením 802.11a. Na rozdíl od 802.11 legacy pracoval v 5 GHz pásmu a jeho maximální rychlost byla až 54 Mb/s. Pásmo 5GHz také přináší výhodu menší pravděpodobnosti rušení jinými zařízeními. Ve 2,4GHz pásmu totiž operují například bluetooth, bezdrátové telefony nebo také i mikrovlnné trouby. Nevýhodou je pak nemožnost komunikovat se zařízeními v 2,4GHz pásmu.

Vedle 802.11a byl 802.11b s rychlostí až 11 Mb/s přímou náhradou 802.11 a byl koncipován jako pokračování předchozí technologie. Pracuje ve 2,4GHz a tím zajišťuje pro 802.11a chybějící kompatibilitu se zařízeními standardu 802.11. Z těchto důvodů se standardem běžných osobních a domácích zařízení stalo využití 802.11b zatímco zařízení využívající 802.11a vzhledem k vyšší ceně našla uplatnění spíše v korporátním sektoru.

V roce 2003 byl ratifikován standard 802.11g, který rychlost 54 Mb/s přinesl i do 2,4GHz pásma. Další velkou změnu přinesl až standard 802.11n z roku 2009, který se vyvíjel dlouhých sedm let. Dokáže pracovat jak v pásmu 2,4GHz i v pásmu 5GHz a s maximální rychlostí kterou tento standard dosahuje 600 Mb/s byl jako první bezdrátový standard schopen konkurovat technologii Fast Ethernet (802.3u). Jedním z hlavních přínosů byla možnost použít vysílání MIMO (multiple-input multiple-output), tedy možnost využití více antén pro přenos dat současně. Tento koncept umožňuje použití až čtyř antén, které pak vytvářejí více datových toků souběžně ve stejném pásmu a použitím tzv. prostorového multiplexování pásmo efektivněji využívají a násobí tak maximální možnou rychlost přenosu dat. Čtyři antény (tedy MIMO 4x4) umožní dosáhnout až uvedených 600Mb/s, když dosud jen s jednou anténou a jedním kanálem 20MHZ se dosahovalo maximální propustnosti 150 Mb/s.(Hiertz a spol. 2010)

V roce 2013 byl pak publikován standard IEEE 802.11ac, který navazuje na 802.11n a vyšších přenosových rychlostí se snaží dosáhnout dalšího rozšíření šířky pásma. vedle pásem 20 MHz a 40 MHz přidává nyní také možnost využít i šířku pásma 80 MHz a 160 MHz. Z důvodů možného ovlivňování jiných bezdrátových zařízení, využívajících například technologie jako Bluetooth nebo Zigbee operuje 802.11ac pouze v 5GHz pásmu. Standardem jsou také rozšířeny možnosti technologie MIMO. Byl navýšen počet možných současných přenosů ze 4 na 8 a také přibyla možnost vysílat tyto přenosy na více koncových zařízení najednou (tzv. Multiple Users nebo MU-MIMO). (Intel 2020)

Práce na dokončení a uvedení standardu 802.11ax nyní teprve probíhají, k jeho konečnému schválení by mělo dojít v první polovině tohoto roku (2020). Už v současné době se však na trhu dá narazit na řadu zařízení, která tento standard podporují, protože se nečekají žádné jeho velké změny. Tato zařízení vycházejí ze současného znění normy a dá se očekávat, že budou fungovat i s její finální podobou. Standard navržen tak, aby fungoval ve všech případných pásmech mezi 1 a 6 GHz, jakmile budou k dispozici pro použití v 802.11, kromě již přidělených pásem 2,4 a 5 GHz. Zařízení podle tohoto standardu mohou dosahovat teoreticky až 11 Gb.

Nová verze standardu by měla, na rozdíl od těch předcházejících verzí, které cílily více na zvyšování rychlosti a kapacity, spíše vylepšit celkovou propustnost a také spolehlivost při zvýšeném počtu různých zařízení v . Předpokládá se, že propustnost by mohla proti verzi 802.11ac stoupnout až čtyřikrát. Tato verze standardu by se měla také více přiblížit novému směru, totiž podpořit nejrozumnější energeticky úsporná zařízení, internet věcí, nejrozumnější nositelnou elektroniku, tedy přístroje s nižším výkonem, ale s požadavkem velké výdrže.

V roce 2018 oznámila Wi-Fi aliance nový systém pojmenování jednotlivých generací Wi-Fi standardů, který má být srozumitelnější pro uživatele. Místo kombinace čísel a písmen přichází Wi-Fi aliance s číslováním. Změna se bude týkat posledních tří generací standardů:

- Wi-Fi 6 pro zařízení podporující standard 802.11ax
- Wi-Fi 5 pro zařízení podporující standard 802.11ac
- Wi-Fi 4 pro zařízení podporující standard 802.11n

Označení generace má být podle Wi-Fi Alliance vždy celé číslo, tedy pojmenování podobná jako „Wi-Fi 5.x“ nebo „Extended Wi-Fi 5“ nebudou možné. Název by měl označovat jen tu poslední generaci standardů, kterou zařízení podporuje (pokud tedy bude podporovat 802.11n 2.4 GHz a 802.11ac 5 GHz, má být označeno jako Wi-Fi 5). Pro starší standardy, jako je 802.11g, 802.11a a 802.11b, se nový systém využívat nebude, protože se v praxi už příliš nepoužívají. (Wi-Fi Alliance, 2020)

Shrnutí rozdílů verzí

Standard	802.11n	802.11ac	802.11ax
Frekvence	2,4 + 5 GHz	5 GHz	2,4 + 5 GHz
Kanály	40 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz
Modulace	64 QAM	256 QAM	1024 QAM
Kódování	OFDM	OFDM	OFDMA
Podpora MIMO	(3x3) DL MIMO	4x4 DL MIMO	8x8 DL+UL MIMO
Šířka subnosné	312,5 kHz	312,5 kHz	78,125 kHz
Teoretická max. přenosová kapacita jednoho streamu	150 Mb/s (40 MHz, 1 SS)	433 Mb/s (80 MHz, 1 SS)	600,4 Mb/s (80 MHz, 1 SS)

Tabulka 1: Shrnutí rozdílů WI-FI verzí

Zdroj: <https://www.lupa.cz/clanky/wi-fi-6-prichazi-co-je-pod-poklickou-noveho-standardu/>

Jako dodatek ke standardu bezdrátové sítě IEEE 802.11-2007 především pro podporu internetu věcí (IoT) byl publikován v roce 2017 standard IEEE 802.11ah. Protokol se nazývá Wi-Fi HaLow a vyslovuje se jako „HEY-Low“. Využívá pásma osvobozená od 900 MHz pro poskytování sítí Wi-Fi s rozšířeným dosahem na rozdíl od konvenčních sítí Wi-Fi provozovaných v pásmech 2,4 GHz a 5 GHz. Také těží z nižší spotřeby energie, umožňuje vytvoření velkých skupin stanic nebo senzorů, které spolupracují při sdílení signálů, a podporuje tak koncept internetu věcí (IoT). Nízká spotřeba energie v protokolu konkuruje Bluetooth a přináší další výhodu vyšší rychlosti přenosu dat a širšího rozsahu pokrytí. Rozsah Wi-Fi HaLow je téměř dvojnásobkem dosahu dnešních Wi-Fi a bude nejen schopen dále přenášet signály, ale také poskytovat robustnější připojení v náročných prostředích, kde je důležitá schopnost snadněji proniknout stěnami nebo jinými překážkami. (Wifi Alliance, 2020).

1.6 Internet věcí

V roce 1999 navrhl britský technolog Kevin Ashton definovat síť, která by spojovala nejenom lidi, ale i nejrůznější objekty, které je obklopují. Tuto síť nazval „Internet věcí“ (anglicky **Internet of Things**, zkratka **IoT**).

Existuje mnoho definic internetu věcí, například John Seely Brown (1997, s. 13) píše: „*Budou vynalezeny budíky, mikrovlnné trouby, dálkové ovladače, sterea, TV systémy, hračky. Propojte je dohromady a jsou technologií umožňující všudypřítomné programování. Připojte je k Internetu a máte propojeny miliony informačních zdrojů se stovkami nosičů informačních systému ve vašem domě. Hodiny, které zjistí správný čas po výpadku proudu, mikrovlnné trouby stahující nové recepty, dětské hračky, které jsou stále svěží s novým softwarem a slovníky, barva, která se čistí od prachu a upozorní vás na vetřelce, zdi, které selektivně tlumí zvuky, to je jen pár možností.*“

Název sítě IoT navozuje dojem, že se pojem síť týká pouze internetu, tedy globální celosvětové sítě propojených lokálních počítačových sítí a serverů, která umožňuje vzájemnou komunikaci prostřednictvím TCP/IP protokolů, ale to zdaleka není všechno. Internet věcí může být klidně i lokální síť LAN, ve které si mohou nejrůznější zařízení vyměňovat data navzájem a kde potom následná výměna a posílání zpráv jsou pak

realizovány přes Internet. Věcí je pak z hlediska IoT nějaký objekt (může být fyzický nebo také virtuální), obsahující například nejrůznější elektroniku, programové vybavení a senzory, kterými zkoumá a sbírá vnější údaje a má nějaký určený účel. Z tohoto pohledu jde tedy o systém či zařízení, které aktivně a autonomě sdílí data (například osobní počítač nesdílející data věcí z pohledu Internetu věcí není), tato data pak jsou buď kabelem či bezdrátově sdílena s dalšími věcmi nebo systémy. Základem Internetu věcí jsou tak data, která tyto věci poskytují. Internet věcí tedy představuje koncept, v rámci kterého si fyzické a virtuální objekty (věci) vyměňují data přes síť Internet.

IoT vychází ze všeobecného konceptu Ubiquitous computing takzvaných všude přítomných počítačů. Firma Cisco, která je v dnešní době jeden z největších hráčů na trhu počítačů a sítí, jej představuje jako Internet všeho „Internet of Everything“, kde počítače, senzory, lidé a procesy jsou všude přítomné. Cisco odhaduje, že až 99 % fyzických objektů, které se mohou jednoho dne připojit, je stále nepřipojených. (Evans, 2012)

2. Chytrá zařízení

Základní požadavky na chytré technologie v rodinných domech by se daly shrnout do několika bodů:

1. Schopnost komunikace mezi jednotlivými prvky chytré domácnosti.
2. Služba by měla být vždy k dispozici, měla by být všudypřítomná. Mělo by být možno získat aktuální informace o stavu komponent chytré domácnosti a to i prostřednictvím připojení k Internetu bez ohledu na to, kde se uživatelé nacházejí.
3. Mít soustavný přehled o stavu domácích zařízení díky monitoringu fyzických i logických senzorů.
4. Uživatelé jsou schopni ovládat jednotlivé články systému chytré domácnosti prostřednictvím různých komunikačních prostředků, například počítačem nebo mobilním telefonem a zároveň na nich můžeme kontrolovat výsledky našich zásahů.

Chytrých zařízení, která lze použít v domácnosti a tím zvýšit komfort života uživatelů, bezpečí jich samých i jejich vlastních domovů, je celá řada. Pro vytvoření základního přehledu o nejružnějších oblastech chytrého bydlení, ve kterých na ně můžeme narazit, zde vypíši jen některé příklady skupin těchto zařízení tak, jak jsou výrobci či prodejci nabízeny. Seznam je částečně převzatý z Využívání Smart Grid v domácnostech - MPO 2016.

Velké spotřebiče – pračky, myčky, ledničky, mrazničky, boilers, klimatizace,...

Malé spotřebiče – vysavače, žehličky, kuchyňské roboty, čističky a zvlhčovače vzduchu atd.

Osvětlení – světelné zdroje a svítidla včetně příslušenství, LED pásy, LED žárovky,...

Elektronika – televize, satelitní a digitální technika, audio, video, kamery, lze sem zařadit i tablety, někdy bývají označovány jako samostatná skupina.

Chytré telefony – rozsáhlá nabídka nejružnějších značek a typů

SmartLocks, bezpečnostní kamery... – chytré zabezpečení zahrnující inteligentní zámky, alarmy, webkamery s Wi-Fi připojením, dětské chůvy atd.

SmartToys – chytré hračky – drony, chytří roboti.

SmartHealth – vybavení pro kontrolu zdravotního stavu s nastavením a zápisem dat do mobilních zařízení. Jsou to měřiče tlaku, tepu, spánku, nebo sportovních aktivit, ale i osobní váhy.

SmartWearables – obsahuje veškerou nositelnou elektroniku, která umožňuje fotit, natáčet, měřit, monitorovat nebo zlepšovat sportovní výkon. Řadíme sem chytré hodinky a fitness náramky, akční kamery, chytré brýle, ale také elektroniku SmartPet pro čtyřnohé mazlíčky.

Virtuální realita – její smysl spočívá v co nejvěrohodnějších simulacích reálných situací. Soudobá technologie dovoluje poměrně dobře ošálit zrak a sluch tak, aby si mozek myslel, že jde o realitu. Základem každého zařízení virtuální reality je velký displej se speciálními čočkami a řadou pohybových senzorů. Virtuální realita se zatím používá primárně k promítání videí a hraní počítačových her. Existuje však mnoho dalších odvětví, která ji využijí.

SmartCar – obsahuje široký sortiment multimediálních zařízení s technologií, pomocí které se snadno připojí k mobilnímu zařízení. Jsou to handsfree sady, autorádia nebo audio přehrávače s technologií, která je propojí s chytrým telefonem nebo tabletem.

Konektivita – propojení chytrých zařízení, centrální řídicí jednotky, internetu...

Ovládání - v současnosti jsou tři nejpoužívanější způsoby ovládání chytré domácnosti. První možností je používat pro to určenou aplikaci mobilním telefonem. Druhým je hlasová komunikace, nejčastěji prostřednictvím reproduktorů s chytrou inteligencí (tzv. asistentek). Třetí možností je dotykový panel, který bývá součástí kompletních soustav zařízení.

(Čepová, 2016)

2.1 Chytré asistentky

Posledních 10 let zažil způsob ovládání zařízení chytrých domácností prostřednictvím takzvané chytré hlasové asistentky (či, pro korektnost, také asistenta) doslova raketový rozvoj. Z omezeného použití v několika prodejnách se nyní hlasoví asistenti integrují do každé části života lidí. Hlasová asistentka je software, který může být integrován v různých zařízeních, jako jsou mobilní telefony, tablety či různé specializované ovládací panely. Největší rozšíření v použití pro ovládání chytré domácnosti však dosáhly takzvané chytré reproduktory. Krátký přehled o překotném rozvoji hlasových technologií a asistentek v uplynulém desetiletí ukazuje následující obrázek.



Obrázek 4: Časová osa chytrých asistentek

Zdroj: Vlastní zpracování

2010 - Siri vznikla jako nezávislá mobilní aplikace pro telefony iPhone. Společnost Apple odhalila v Siri potenciál a v roce 2010 jí koupila. Počínaje iPhone 4S integroval Apple Siri jako svého hlasového asistenta do každého produktu schopného hlasu, včetně současného ekosystému inteligentních reproduktorů a nositelné technologie a stanovil standard pro to, co může přijít.

2011 - Google pracoval na technologii hlasového vyhledávání na mobilních zařízeních od roku 2000, ale až v roce 2011 přidal do svého vyhledávače možnost pro hlasové vyhledávání a najednou měla obrovská skupina uživatelů šanci vyzkoušet interakci s webem pomocí hlasu.

2012 - Společnost Nuance byla po dlouhou dobu významným hráčem v prostoru hlasových technologií, včetně vývoje hlasového rozpoznávání Siri. NINA (Nuance Intelligent Virtual Assistant) se zpočátku zdála být cestou, kterou se budou hlasové asistentky ubírat. Nina nakonec neprorazila, ale podílela se na transformaci prostředí chytrých asistentek.

2013 - Stala součástí Windows, Xbox a dalších produktů společnosti Microsoft se stala hlasová asistentka Cortana a zaujala i místo v produktech vytvořených jinými firmami. Na konci desetiletí však společnost Microsoft ukončuje funkce asistentky Cortana zaměřené na spotřebitele a vyvíjí je čistě pro obchodní a podnikové užití.

2014 – společnost Amazon uvedla na trh inteligentní reproduktor Echo s vlastním hlasovým asistentem pojmenovaným podle Alexandrijské knihovny. Alexa se rázem stala synonymem pro hlasového asistenta a ukázala směr dalšího vývoje hlasového ovládání domácnosti.

2015 - Neznalý spotřebitel si spojuje SoundHound pouze s aplikací pro identifikaci hudby, ale platforma Houndify společnosti oživuje stále více hlasových asistentů pro různé společnosti, které nechtějí pro svá zařízení vyvíjet vlastní software a ukázala, že existuje dost prostoru pro konkurenci v hlasových technologiích.

2016 - Google uvedl na trh chytrý reproduktor Google Home s integrovaným asistentem Google Assistant u kterého využil zkušenosti ze svého hlasového vyhledávače. Google Home a Google Assistant nabízejí mnoho stejných funkcí jako Amazon, ale zároveň integraci s celým technologickým ekosystému Google, jako jsou například telefony Android.

2017 – Čínské technologické firmy Baidu a Alibaba přišli s vlastními inteligentními reproduktory, kteří byli vybaveny vlastními hlasovými asistenty.

Následovaly i další asijské technologické firmy, ale vývoj Baidu a Alibaba znamenal, že na trhu hlasových asistentů nebude dominovat všude Amazon, Google nebo Apple.

2018 - Společnost Samsung uvedla na trh vylepšenou verzi svého hlasového asistenta Bixby 2.0, který znamenal širší možnosti pro vývojáře a lepší přizpůsobení jednotlivým uživatelům.

2019 - Juniper Research v únoru 2019 odhadl, že je ve světě používáno na 3,25 miliardy hlasových asistentů, s očekáváním, že v roce 2023 toto číslo dosáhne 8 miliard. Hlasové asistentky jsou všudypřítomné, přičemž nejběžnějšími prostředníky komunikace s nimi jsou inteligentní reproduktory a smartphony, ale také televizory, automobily, kancelářské vybavení a dokonce i oblečení mohou nabídnout hlasový přístup k pomoci či radám zabudované umělé inteligence. Způsoby, jakými lidé používají hlasové asistenty, se vyvíjejí téměř stejně rychle, jako možnosti komunikace s nimi. (Schwartz, 2019)

Třemi nejrozšířenějšími prostředníky hlasového ovládání, a z hlediska následné kompatibility tedy těmi nejvhodnějšími kandidáty pro ovládání chytrých technologií domu, jsou Alexa od Amazonu, Siri od Apple a Google Assistant od Google. Jsou sice také k dispozici na chytrých telefonech, ale při zapojení do chytré domácnosti je vhodné je zabudovat do domu v podobě chytrých reproduktorů, které vám pak zpřístupní další možnosti ovládání chytrých domácích zařízení. Hlasoví asistenti pak mohou propojit (téměř) všechna chytrá zařízení a spotřebiče a pomoci vytvořit skutečně chytrou domácnost. Nejdůležitějším hlediskem při výběru je kompatibilita s vašimi chytrými zařízeními v domácnost.

Lze potom hlasem ovládat například:

- Spouštění vybrané hudby
- Spuštění a naladění oblíbené rozhlasové stanice
- Zapnutí a vypnutí televize včetně výběru kanálu
- Zapnutí nebo vypnutí světla v místnosti, změna intenzity světla
- Nastavit termostat u vytápění bytu
- Nastavovat různé časovače nebo budíky
- Ovládat další zábavní systémy, třeba spouštět hry
- Ovládat bezpečnostní prvky domácnosti
- Vyhledávat na internetu
- Zjišťovat předpověď počasí.....

2.1.1 Amazon Echo a Alexa

Jednou z hlavních hodnot hlasového asistenta je množství věcí, které může ovládat. Hlavní výhodou hlasového asistenta od Amazonu je nejširší podpora nejrozličnějších zařízení chytré domácnosti. Podle studie Adobe Analytics z března 2019 je mezi vývojáři chytrých technologií nejpopulárnější platforma Alexa Amazonu, následovaná Asistentem Google a Siri od Apple. Ze všech hlasových asistentů, se Amazon Alexa pyšní největší kompatibilitou s dalšími inteligentními domácími zařízeními, kterých je již více než 60000. Je pravda, že Google Assistant pomalu Alexu se zhruba 10000 zařízeními dohání, ale Alexa stále vede pokud jde o počet možností, které máte pro automatizaci vašeho domova. To je důležitá vlastnost, pokud chce uživatel nakupovat zařízení třetích stran při vytváření chytrého domu. Chytrý reproduktor Amazon Echo je v současnosti již ve své 3. generaci a proti předchůdcům má vylepšený zvuk a existuje i ve verzi mini, kde ovšem musí vlastník oželeť větší reproduktor. Samozřejmě pak zvládá vše, co je od chytré asistentky požadováno – lze jej nastavit pomocí mobilního telefonu, umožňuje hlasem ovládat kompatibilní zařízení chytré domácnosti, na požádání kontrolovat události v kalendáři, sdělovat nejnovější zprávy, počasí či dopravní situaci, ovládat multimédia a mnoho jiného. Lze jej použít i jako interkom. Na rozdíl od svých konkurentů Google Assistant a Siri není Alexa integrována do mobilních telefonů. Lze nainstalovat aplikaci, ale není to tak dokonalá implementace jako u Google či Apple.

2.1.2 Google Home a Assistant

Hlavní předností asistenta od Google je jeho schopnost porozumění hlasovému dotazu a tedy i přesnost vyhledávání. Zde se stále projevuje náskok Google v této oblasti. Studie o přesnosti digitálních asistentů z roku 2019 společnosti Perficient Digital zjistila, že Google Assistant má ve své třídě nejvyšší stupeň - stále je chytřejší než Amazon Alexa i než Siri od Apple. Během testu více než 4 000 otázek Google Assistant neustále překonával ostatní vedoucí představitele v oboru a opakovaně rozpoznával a správně odpovídal na otázky. Díky novější technologii je Google Assistant také rychlejší. Google nabízí své chytré reproduktory v několika variantách Home, Home mini a po akvizici společnosti vyrábějící chytrá zařízení Nest také Google Nest mini, což je Home mini 2. gen. Možnosti ovládání chytré domácnosti nabízejí podobné jako Alexa od Amazonu.

2.1.3 Apple HomePod a Siri

Pro produkty firmy Apple se rozhodnou uživatelé dalších produktů firmy. Její výrobky patří mezi dražší a kompatibilita je omezena. Výhodou je většinou dokonalá integrace do ekosystému Apple, je známo, že produkty Apple vynikají tím, že vzájemně využívají své silné stránky. IPady, zařízení pro chytrou domácnost HomeKit a chytrý reproduktor HomePod jsou speciálně navrženy tak, aby spolu lépe spolupracovaly. Počet kompatibilních zařízení je ve srovnání s Amazon a Google omezený, protože Apple vše reguluje tak, aby bylo zajištěno, že produkty budou snadno použitelné, takže pokud máte HomePod, všechny produkty HomeKit, se během instalace integrují s reproduktorem samostatně. Velkou nevýhodou Siri je to, že nepodporuje řadu oblíbených externích multimediálních aplikací. Důsledné zaměření na ekosystém Apple znamená, že populární služby jako například Spotify, nebo třeba webová služba pro podporu domácí automatizace IFTTT nejsou přístupné prostřednictvím Siri. Pro ty, kteří jsou loajální k Apple to asi nevadí, ale pro ty, kteří využívají služeb třetích stran, je bezesporu lepší sázka na výběr flexibilnější hlasové asistentky. (Reviews.com, 2020)

Některé klíčové vlastnosti Apple HomePod, Amazon Echo a Google Home

	Apple HomePod	Amazon Echo	Google Home
Rozumí česky	Ne	Ne	Ne
Přibližná cena	8 100,-	3 000,-	2 400,-
Wi-Fi	Ano	Ano	Ano
Bluetooth	Ne	Ano	Ne
Audio výstup	AirPlay 2	3.5mm jack	Ne
Kompatibilita se Spotify	Ne	Ano	Ano
Kompatibilita s IFTTT	Ne	Ano	Ano
Aktivační fráze	Hey Siri	Alexa	Ok Google

Tabulka 2: klíčové vlastnosti hlasových asistentek

Zdroj: alza.cz

2.2 Bezpečí domácnosti – chytré zámky, kamery, alarmy, senzory a detektory

Zvýšení zabezpečení domácnosti bývá velmi častým a pro mnohé uživatele také tím nejdůležitějším impulsem pro budování systému Smart Home. Chytrá technologie pomůže lépe ochránit dům proti vniknutí nepovolaných osob, proti nejrůznějším nepříznivým přírodním vlivům, ale někdy také dokáže předejít některým nehodám, kterých se může neopatrný uživatel dopustit.

Internet věcí umožnil více než kdykoli předtím vytvoření chytrého domu, ve kterém může uživatel pomocí chytrého mobilního telefonu a různých aplikací dálkově odemykat a zamykat zámky dveří, ovládat světla, termostaty, kontrolovat robotické vysavače, sekačky na trávu a dokonce i například krmítka pro ptáky. Díky tomu je také možné (a poměrně cenově dostupné) monitorovat bezpečí hlídaného domova odkudkoli. Identifikační mechanismy, jako je biometrické rozpoznávání, rozpoznávání hlasu a rozpoznávání obličejů, RFID tokeny a čipové karty, mohou zajišťovat řízení přístupu do domu. Senzory pro únik vody, kouře, plynu, podezřelého pohybu nepřetržitě kontrolují sledovaný domov a v případě nenadálé poruchy pošlou uživateli zprávu. Senzory vibračních rázů, snímače

rozbití skla detekují neoprávněné vniknutí. Je tak možné zabezpečit celý dům a vytvořit ucelený systém zabezpečení, který zahrnuje například zámky dveří, dále vrata garáží, kamery venku i vevnitř, osvětlení, detektory kouře a CO, vodní senzory a další. Chytré bezpečnostní systémy lze téměř libovolně přizpůsobovat a jsou také k dispozici jak sady pro kutily tak i profesionální řešení s externí podporou nastavení, instalací a monitorování.

Podle potřeb a možností obyvatel domácnosti je možno systém monitorovat vlastními silami, nebo je možno zaplatit propojení na komerční strážní službu, aby pak domácnost hlídala 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. Dokonce lze využít služeb sledování na vyžádání, když jsou obyvatelé na dovolené.

Inteligentní systém zabezpečení, nabízí součásti, které umožňují vytvářet nejrůznější scénáře a pravidla chování systému. Lze například vytvořit pravidla pro zapnutí světel při detekci pohybu, odemknutí dveří garáže při příjezdu majitele domu nebo spuštění snímání video kamery po signálu z nějakého senzoru. Některé systémy ukládají nahraná videa na kartu nebo na disk, zatímco jiné nabízejí možnost ukládat data do externího úložiště tzv. cloudu. Uchování dat v cloudu umožňuje přístup k zaznamenanému videu i v případě zničení interních záznamových médií – disků či karet.

Některé příklady chytrých zařízení pro zabezpečení domu.

2.2.1 Chytré zámky

Některé běžné funkce a vlastnosti chytrých zámků

- Správa přístupových práv a uživatelů, monitoring a statistiky přístupů
- Možnost zamykání a odemykání dveří bez použití klíčů prostřednictvím mobilu, některé modely lze otevírat i klasickými klíči
- Možnost automatického odemykání, pokud se uživatel přiblíží ke dveřím.
- Možnost nastavit časování – kupříkladu možnost automatického zamykání ve stanovených hodinách.
- SMS zpráva při každém použití zámku.

Chytré zámky jsou zabezpečeny až 256bitovým šifrováním a lze jimi nahradit klasický zámek ve vašich dveřích. Pomocí aplikace lze dokonce vytvořit a také vzdáleně administrovat i dočasný přístupový klíč lidem, kteří klíč normálně nemají. Lze jim ho poslat textovou zprávou nebo elektronickou poštou. Chytré zámky jsou podporovány mobilními platformami Android a iOS.

2.2.2 Bezpečnostní kamery

Chytré bezpečnostní kamery kontrolují veškerý pohyb v bytě či domě a jeho okolí. Lze jimi monitorovat nejenom bezpečnostní situaci obydlí, ale také činnost dětí, domácích zvířat i stav zapnutých přístrojů.

Některé funkce chytrých kamer

- Streamování záznamu
- Noční vidění.
- Rozpoznání osob
- Zasílání upozornění uživateli.
- Ukládání záznamu

Kamery mohou být venkovní v odolném provedení, vnitřní, rozšířené jsou i tzv. digitální kukátka, což jsou kamery, které nahrazují klasická kukátka a obraz přenášejí na připojený, nebo vzdálený displej.

2.2.3 Chytré alarmy

Chytré alarmy dokáží v reálném čase v případě narušení monitorovaného objektu tuto událost signalizovat SMS zprávou na více přednastavených čísel a také třeba hlasovým voláním či vyvoláním poplachu. Chytrým telefonem je možno je zároveň i ovládat. Bývají vybaveny externím reproduktorem a lze je doplňovat o kamery, další senzory a čidla.

2.2.4 Detektory a senzory

Detektory a senzory pro chytré bydlení mohou pracovat samostatně a jsou pak ovládány aplikací v mobilním telefonu, nebo jsou bezdrátově spojeny s řídicí jednotkou. Jde například o detektory pohybu, detektory kouře, plynu či CO, detektory vibrací, detektory stavu vody, senzory na okna a dveře. Všechna tato zařízení komunikují s chytrým telefonem, takže má pak uživatel kdykoliv okamžitý přehled o nenadálých událostech ve své domácnosti.

2.3 Chytré vytápění

Kromě samotného zdroje tepla lze ovlivnit teplotu v chytré domácnosti chytrým termostatem a chytrými termohlavicemi. Největší výhodou pak opět bude, že lze vše ovládat a nastavovat z mobilní nebo webové aplikace. U původního „hloupého“ termostatu bylo možné nastavit dny, časy a teplotu, ale chytrý termostat (a případné chytré termohlavice) snadno umožní nastavit jak topit – tedy kolik stupňů má být, kdy mají být, v jakých situacích mají být. Ve všední dny je lze jinak nastavit ráno (když uživatel odchází), přes den (když není doma), odpoledne (když se vrátil), večer (když je uživatel doma) a v noci (kdy spí). O víkendu bude potřeba program upravovat podle toho, jestli má být obyvatel celou dobu doma nebo se chystá vyrazit někam ven. Navíc je možné si nastavit více takovýchto scénářů – třeba podle ročního období, protože v zimním období určitě bude pravděpodobně potřeba topit jinak než na jaře, v létě nebo na podzim.

3. Energetická náročnost domu

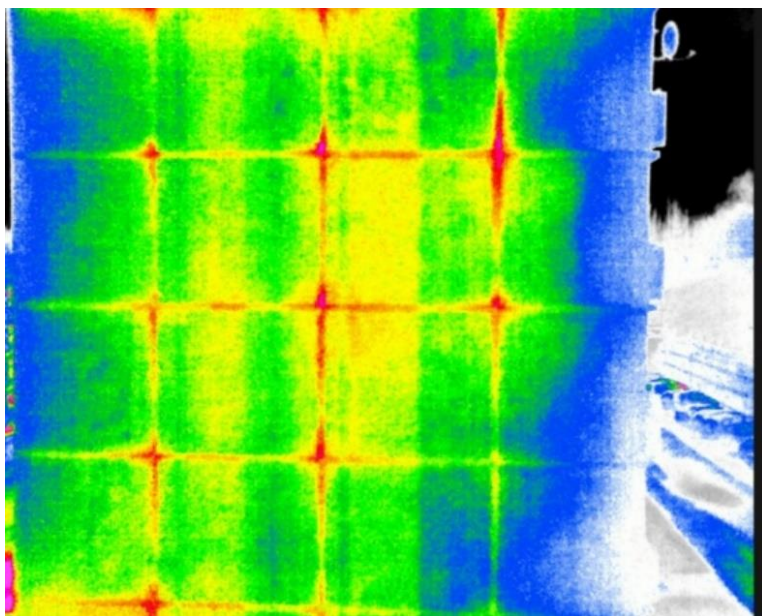
Snížování energetické náročnosti starších rodinných domů lze realizovat více způsoby, například prostřednictvím zateplení, změnou vytápění nebo výrobou vlastní elektrické energie pomocí elektrovoltaických panelů. Provoz starších domů bez úprav bývá ve většině případů velice nákladný a proto mnoho majitelů těchto domů uvažuje o snížení energetické náročnosti. Hlavním cílem vždy bývá ušetřit finanční prostředky na provoz, ale pro někoho může být také velmi důležitým faktorem snižování uhlíkové stopy.

Evropská unie si klade jako jeden z hlavních cílů snižování energetické náročnosti budov. Jedním z milníků je rok 2030, kdy plánuje Evropská unie snížit energetickou náročnost všech stávajících budov o 20 %. Jak je cíl realistický, ukazuje jeho neustálé posouvání. Tento cíl byl totiž původně stanoven již na rok 2020, ale v roce 2018 byla přijata směrnice, která datum posunula. Plány Evropské unie tak působí mnohdy příliš nereálně až bláhově. Podobně nereálný mi připadá termín 2050, který má být milníkem pro tak zvanou uhlíkovou neutralitu, o které premiér České republiky Andrej Babiš prohlásil: „Já si neumím představit, že v roce 2050 nebudou žádné emise.“ Přesto se jedná o správný směr, protože podle odborníků největším spotřebitelem elektrické energie jsou právě budovy, které se na celkové spotřebě podílejí až 40 %. Český statistický úřad uvádí, že v České republice je přes 1,5 milionu rodinných domů a víc jak 200 tisíc bytových domů a ministerstvo průmyslu a obchodu poukazuje na to, že nejvíce energie (až 68 %) se využívá na vytápění. Je zde opravdu velký potenciál pro úsporu energie a snížení odběru z distribuční sítě, právě například přes solární panely, zateplení domu nebo změnou vytápění. Každá domácnost by si tak měla klást za cíl určité snižování spotřebované energie, ale nemělo by k nim docházet za každou cenu.

3.1 Zateplení budov

Zateplení sice nesouvisí přímo se Smart řešením, ale uvádím jej ve své práci jako doplnění úvah o snižování energetické náročnosti pomocí Smart technologií. Zateplení je pokládáno za nejnákladnější způsob, jak snížit energetickou spotřebu. Návratnost investice se pohybuje kolem 15-20 let a je tedy dobré investici dobře promyslet. Nejen z hlediska získání dotační podpory, ale i z hlediska revitalizace, prodloužení živnosti budovy, zvýšení ceny budovy nebo změna tepelného zdroje. Při nákupu nového zdroje tepla je nezbytné správné dimenzování výkonu. Pokud by došlo k zateplení až po nákupu nového tepelného zdroje, dojde k jeho předimenzování. Jen energetický specialista s oprávněním Ministerstva průmyslu a ochodu může vydat Energetický průkaz náročnosti budovy, který se používá pro prokázání a posouzení požadavků projektu na snížení energetické náročnosti budovy. Pokud tepelný zdroj přesahuje výkon 200 kW je povinností kromě PENB nechat vyhotovit ještě energetický posudek, kterým se hodnotí použití alternativních zdrojů tepla pro danou budovu.

Zateplení lze rozdělit do dvou základních skupin, a to na vnitřní a vnější. Vnější zateplení se považuje za výhodnější a je voleno nejčastěji. Přináší několik výhod; nejen že zateplení chrání konstrukci domu, ale také prodlužuje jeho životnost. Pokud je dodržen správný postup, nemohou vznikat tepelné mosty a nedojde k velkému úniku tepelné energie. Při vnější izolaci lze dobře pohlídat, aby byly zakryty všechny části domu. Nejčastěji se používá fasádní polystyrén nebo fasádní vata. Vnitřní izolace se používá tam kde je problém zasáhnout do fasády domu, většinou se tak jedná o historické památky, kde není možné vnější izolace. Nedílnou součástí zateplení zdí budovy je i zateplení střechy, kde kvalitní zateplení dokáže ušetřit až 11% nákladu na vytápění za rok. Střecha proto nesmí být opomíjena a je důležité kvalitně zateplit i střechu. Uvádí se, že celkové zateplení budovy sníží náklady na vytápění až o 50%. (Pergl, 2016)



Obrázek 5: Ukázka tepelných mostů tvořena spárami panelovými bloky

Zdroj: www.drone-thermal-camera.com/thermographic-diagnostics-buildings/

3.2 Vytápění

Výměna tepelného zdroje se řídí určitými zásady, které je dobré mít na paměti. Je nutné znát tepelné ztráty objektu, aby byl správně vybrán potřebný tepelný výkon. Je žádoucí provádět výměnu tepelného zdroje po kompletním zateplení a výměně oken. Tak aby nedošlo k předimenzování tepelného zdroje, neboť tím by mohlo dojít ke snížení účinnosti tepelného zdroje. Jestliže nejnížší nastavitelné tepelné výkony kotle jsou několikanásobně vyšší, než potřebný jmenovitý tepelný výkon pro vytápění, tak potom při provozu kotlů dochází k jejich cyklování, a tím i ke snížení provozní účinnosti. Existují dvě hlavní možnosti, které vedou k optimalizaci účinnosti tepelného zdroje. Jedna možnost je přidání akumulární nádoby s čerpadlem pro cirkulaci do systému. Zdroj má na starosti ohřev veškeré vody. Po nabití veškeré vody dojde k odstavení zdroje a voda je vyhnána do rozvodů tepla. Po vychladnutí topné vody je proces opakován. Druhou možností je kotel s modulovým hořákem a proměnlivým výkonem. Správně navržený kotel dokáže pracovat během celé topné sezony v optimálním režimu. Oběma možnostmi se zabrání nežádoucímu cyklování, které podle většiny názorů kromě nižší účinnosti zařízení i škodí.

Při výběru tepelného zdroje je dobré zvážit určitá kritéria, jako je druh paliva a jeho dostupnost na trhu, možnosti skladování, cena paliva, technická životnost zařízení a ekologická zátěž. Je nutné také dodržet další parametry dané předpisy, kde hodnotícími kritérii jsou účinnost daného zdroje tepla a celková spotřeba paliva. Doposud neexistuje žádný právní předpis, který by nakazoval k instalaci zdroje tepla s nejmenší produkcí CO₂.

3.3 Solární energie

Fotovoltaická elektrárna neboli solární systém na výrobu elektrické energie se nabízí jako velmi vhodné řešení pro rodinné domy. Solární systém lze rozdělit na ten, který je připojen do distribuční sítě a ten, který není. Pokud systém není připojen do distribuční sítě, ztrácí nárok na dotaci z aktuálně běžícího programu Nová zelená úsporám. Dále jej lze rozdělit na systém s baterií neboli hybridní systém a systém bez baterie, kde se elektřina rovnou spotřebovává nebo využívá pro ohřev vody a popřípadě je přebytek dodáván do sítě. Ale i zde již existuje možnost tak zvané virtuální baterie, kdy dodanou energii do sítě si může zájemce odebrat v pozdějším čase a není pak nutné během noci elektrickou energii ze sítě nakupovat. Fotovoltaické systémy na území České republiky mají výnosnost zhruba 980 kWh/kWp. V dnešní době už není možné získat takzvané zelené bonusy neboli garantovanou výkupní cenu. Tato možnost byla zrušena již počátkem roku 2014. Elektrickou energii je tak možné distribuovat do sítě za běžnou tržní cenu elektřiny, která se pohybuje mezi 20-30 haléři za kWh. Pokud je to možné, je tak výhodnější vlastní vyrobenou elektrickou energii spotřebovat nebo uložit a do rozvodné sítě ji vůbec nedodávat. Cena elektrické energie ze sítě se pohybuje v rozmezí 2,20 až 5 Kč/kWh. Je tak mnohem výhodnější být soběstačný a vyrobenou energií pokrýt celkovou spotřebu, tak aby nemusela být nakupována elektrická energie od distributorů.

Solární panely se nejčastěji kotví na střechu budovy, je ale také možné je ukotvit k zemi. Od fotovoltaických panelů vedou kabely do budovy, kde jsou zapojeny do střídače. Střídač má na starost změnit stejnosměrný proud na střídavý proud nízkého napětí a ten je pak dodáván do rozvodů v domě. Pokud se nespotřebuje všechna elektrická energie, je přebytek dodáván do distribuční sítě. Takto funguje systém bez baterií tedy bez úložiště elektrické energie. Pokud máme hybridní systém, elektrický proud z měniče putuje nejdříve do baterií a až posléze ke spotřebičům případně k bojleru pro ohřev teplé vody.

Velkou výhodou a zjednodušením při pořízení fotovoltaických panelů se stala změna k 1.1. 2016, od toho data již na provoz solárních panelů s výkonem do 10kWp není potřeba licence od Energetického regulačního úřadu. Právě licence byla pro řadu lidí problém a zbytečná překážka, která je od pořízení solární elektrárny odradila. Licence obnášela pořízení IČO a s ním spjaté papírování. Jedinou podmínkou tak zůstává nechat si zajistit připojení do sítě od místní distribuční společnosti. Ta posoudí, jestli síť v dané lokalitě není přetížena a stanoví podmínky za jakých je možné solární systém připojit do sítě. Rozhodnutí trvá do 30 dnů a většinou stanovuje standardní podmínky, tedy jak se má měřit elektrina, zajištění hlavního rozvaděče a jističe. Na podanou žádost je odpovězeno formou stanoviska, které je zdarma. Poté má žadatel zarezervovaný požadovaný příkon v distributorské síti a měla by tak v dané lhůtě proběhnout i realizace solární elektrárny.

4. Inovace stávajících domů

Inovace stávajících domů vyžaduje často stavební úpravy často s velkou finanční investicí. Domy a bytové jednotky starších ročníků, které neprošly přestavbou, v dnešní době často ani nenaplnují požadavky současné legislativy. Pokud se majitel nemovitosti odhodlá provést stavební úpravy na již postavených budovách je vázán řadou povinností, které je nezbytné splnit. Rámec stavebních úprav stanoví především zákon 183/2006 o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), pro budování fotovoltaické elektrárny je pak hlavním legislativním rámcem zákon 165/2012 o podporovaných zdrojích energie. Směrnice o hospodaření s energií vydané Evropskou unií se týkají i České republiky, je tak nutné se jimi řídit, aby přestavba nebyla v rozporu s požadavky. Ovšem vyznat se v nich je náročné, často se totiž jedná o novelizaci stávajících procesů cílenou na určité období. Při realizaci změn starších domů je nutné znát i další předpisy, které je nutné dodržet a které vycházejí ze zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. (Především vyhláška 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov)

Ing. Zdeněk Petřtyl v článku Snižování energetické náročnosti existujících budov nejen zateplením – díl I. (Estav.cz, 2019, s. 1) k tomu řekl:

„1. při provádění tzv. větší změny dokončené budovy je povinnost splnit požadavky na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni podle prováděcího právního předpisu

- a. pro celou budovu nebo pro měněné prvky obálky budovy,*
- b. pro měněné technické systémy;*

2. při provádění jiné než větší změny dokončené budovy vzniká vlastníku nebo společenství vlastníků opět povinnost splnit požadavky na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni v rozsahu měněných stavebních prvků obálky budovy nebo měněných technických systémů.“

Inovace stávajících domů je doprovázena mnoha problémy, na rozdíl od stavby budovy nové, kde dopředu lze se všemi návrhy a řešeními ať už chytré domácnosti, nebo způsoby na šetření energie dopředu počítat a připravit tak realizaci budovy podle toho. Inovace je tak do jisté míry mnohem větší výzvou, ať už po stránce integrace nejrozličnějších smart řešení, až po implementaci nových technologií s cílem šetření energie. Je potřeba si dát pozor, aby takové řešení bylo proveditelné. Technologickými způsoby šetření energie jsem se zabýval v kapitole 3. nastínil jsem i omezení, na která si je potřeba dát pozor, a tak bych zde jen zmínil, s jakými problémy se můžeme při daných řešení setkat. Nejjednodušším řešením úspory energie s největší procentuální úsporou se jeví solární energie, a to nejen díky stále štědrým dotacím od státu na jejich pořízení. Pokud si investor na střeše domu nepostaví elektrárnu o výkonu větším než 10 kWp, nebude muset shánět povolení. Stejně tak to je se zateplením, pokud se jedná o běžný rodinný dům nebo budovu není potřeba žádného speciálního povolení. Při výběru kotle je třeba dbát na možnosti typu paliv, které je možno v kotli spalovat, a to zvláště pokud na kotel bude pobírána dotace, protože pak je kladen velký důraz na kontrolu paliv spalovaných v dotovaném kotli. Je tak potřeba si dopředu zjistit dostupnost daného paliva, aby nenastal v budoucnu nějaký problém.

4.1 Legislativní limity modernizace

Při rekonstrukci nebo přestavbě domu je nutné brát v potaz legislativu, především zákon 183/2006, o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Z § 79 odstavce 5 a § 103 odst. 1 písm. d) stavebního zákona pak vyplývá, že stavební úpravy, které nezasahují do nosných konstrukcí stavby, lze provádět bez územního souhlasu a rozhodnutí o umístění stavby.

Podle § 103 odst. 1 písm. e) bod 9 při instalaci fotovoltaického systému s výkonem do 20 kW stavební zákon nevyžaduje povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu.

Fotovoltaické elektrárny patří mezi obnovitelné zdroje energie podobně jako například malé vodní elektrárny nebo větrné elektrárny. Základním předpisem, který vymezuje legislativní rámec pro tyto zdroje je zákon č.165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie.

Instalace fotovoltaického systému s výkonem do 10 kW je od roku 2016 díky vyhlášce 426/2005Sb. možná bez licence z Energetického regulačního úřadu. S tím odpadá i povinnost být registrován jako OSVČ.

Nutná je také pravidelní revize fotovoltaického systému a to ve dvouletých intervalech podle ČSN EN 62446-1 (364623) která byla novelizována a vstoupila v únoru 2019 v platnost.

4.2 Možnosti modernizace

Při zadání výrazu „Smart Home“ do vyhledávače Google obdržíme neuvěřitelný počet přes 4 miliardy výsledků vyhledávání. Je zřejmé, že je tento pojem a tato problematika opravdu celosvětově frekventovaný. Na prvních místech výsledku vyhledávání pak jsou seřazeny reklamní nabídky Smart Home řešení komerčních firem a investor, který má dostatek finančních prostředků a nehodlá provádět modernizaci sám a postupně, si může i na českém trhu vybrat z široké nabídky firem jako například

- Elkoep
- Loxone
- Fibaro

Pro hledání seriózních informací o trendech a možnostech při modernizaci domácnosti na chytrou domácnost je lepší prohledávat seriózní recenzované zdroje, které ale bývají většinou placené. Pro rešerši informací k tématu smart home technologií jsem použil databázi Proques, do které mám jako student technické university v Liberci přístup a také knihovnu dokumentů organizace IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers česky „Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství“), což je mezinárodní nezisková profesní organizace a zároveň významná standardizačně-vývojová organizace na světě, kam jsem si zřídil přístup.

Obě databáze dokumentů vrátí na dotaz „smart home technologies“ v posledních 5 letech v recenzovaných časopisech pro Proques tak v databázi IEEE v materiálech s metadaty

odkazy na desítky článků. Pro informace o problematice jsem nakonec použil několik odkazů z Proquesu a jeden z IEEE.mi

V článku Smart Home System based on Wi-Fi and IoT (Alkhatat 2018) popisují autoři koncept levného smart home systému založeného na použití Arduina Mega 2560, což je open-source platforma pro snadný návrh a vývoj elektronických programovatelných zařízení. Arduino pak slouží jako řídicí jednotka a kontroluje a ovládá senzory požáru, úniku plynu, venkovního tlaku a deště, senzory detekce pohybu a také osvětlení. K síti jej lze připojit pomocí Wi-Fi nebo ethernetem a ovládat pomocí platformy Devicebit mobilním telefonem, nebo tabletem. Nabízené řešení je zajímavé, levné a flexibilní, ale domnívám se, že není vhodné pro starší uživatele, kteří nejsou zcela sžití s moderními technologiemi a vytvářením byt' drobných aplikací pro Arduino.

Další článek o problematice smart home technologií Implementation smart home using internet of things (Afrizal, 2019) popisuje použití RaspberryPi, Wi-Fi a MQTT (Message Queuing Telemetry Transport, dnes MQ Telemetry Transport) což je jednoduchý protokol pro předávání zpráv mezi klienty prostřednictvím centrálního bodu – brokeru. I o tomto řešení platí výše napsané.

V článku Smart Home Energy Management System based on a Hybrid Wireless Network Architecture popisují autoři (Zakariae Jebroni1, Jose A. 2019) systém řízení spotřeby elektřiny s využitím Wi-Fi a Bluetooth komunikace a opět s využitím RaspberryPi jako brány pro komunikaci s uživateli.

Nakonec v článku z databáze IEEE Smart Home Implementation Based on Internet and WiFi Technology (YAN Wenbo, WANG Quanyu, GAO Zhenwei 2015) popisují systém, kdy data domácnosti jsou uložena na vzdáleném serveru (cloudu) a jsou z domácí Wi-Fi sítě přístupována přes proxy bránu.

..

Při řešení chytré domácnosti je důležité se rozhodnout jakým směrem se vydat. Pokud se staví nový dům je nejjednodušší volbou vybudovat vše s využitím centrální jednotky. Je třeba si pouze vybrat mezi komunikačními protokoly Z-wave nebo ZigBee podle toho které zařízení v domě chceme a jaký protokol potřebují. Stavba nového domu dává investorovi možnost si dopředu naplánovat kam umístit centrální jednotku, kam centrální obrazovku pro ovládání a lze tak dopředu zabránit tomu, aby pak například vedly kabely někde po zemi, nebo uživatelé narazili na nedostatek zásuvek.

Využití modulových sad postavených na komunikačním protokolu Wi-Fi se na druhou stranu nabízí jako řešení pro již stávající domy a v posledních několika letech se stalo velkým konkurentem pro chytré domácnosti postavené na centrální jednotce. Také řešerše článků mi potvrdila, že modernizace domu postavená na WI-Fi řešení by mohla být dobrým krokem. Wi-Fi řešení nabízí některé výhody, a naopak má zase některé nevýhody, o kterých se zmiňuji v kapitole 5. Pro jednotlivá řešení nemusí být limitem daná technologie, jako spíš dispozice stávajícího domu. Problém může nastat ve staré rozvodné síti, kterou je dobré před větší investicí ať už do solárních panelů nebo chytré domácnosti podrobit revizi. Ve starých domech bývají široké zdi, je tak potřeba dobře umístit router pro Wi-Fi síť a popřípadě síť rozšířit o Wi-Fi repeater nebo ji doplnit pomocí síťového kabelu, aby síť pokryla celý objekt v dostatečné kvalitě a bylo možné jednotlivé prvky k Wi-Fi síti připojit. Omezení se také týkají jednotlivých zařízení, například u robotických vysavačů je třeba jim zajistit dostupnost místností, jednotlivých zákoutí domu. U starých domů se často instalovaly vysoké prahy, které robotický vysavač nemusí zvládnout.

5. Návrh řešení

Při přípravě návrhu na smart řešení našeho vzorového domu máme tedy dvě možnosti jak postupovat. Jedna cesta vede přes tak zvané „modulové sady“ jedná se o přístroje, čidla, senzory, které jsou již dodávány s vlastní individuální centrální jednotkou, se kterou komunikují a přes kterou následně komunikuje uživatel pomocí svého chytrého telefonu nebo například tabletu. Jedná se o jednodušší řešení, kdy dochází ke komunikaci přes Wi-Fi. Není tak nutné hlídat jednotlivou konektivitu komunikačních zařízení mezi sebou popřípadě s centrální jednotkou. Potíže mohou nastat při ovládání jednotlivých zařízení, kdy ke každému zařízení existuje vyvinutá aplikace, která ve většině případů podporuje jak IOS, tak Android. Problém přitom není v kompatibilitě, ale v nutnosti mít nespočet nainstalovaných aplikací, pro ovládání jednotlivých zařízení. Proto ještě pár let zpátky nebylo toto řešení instalováno do domů jako celek, ale bylo nabízeno jako jednoduché řešení pro jednotlivé možnosti ovládání a bezpečnosti. Dnes už tomu tak není, na trhu totiž existují aplikace, které jsou schopny „vzít pod svá křídla“ i zařízení od konkurenčních výrobců. Jako je například Google Home, Samsung Home nebo FIBARO Home Center. V neposlední řadě je za tímto trendem vzestup Wi-Fi. Wi-Fi sítě již disponuje skoro každá domácnost a tak je instalace jednotlivých zařízení o to snazší. Wi-Fi Halow by mohl být dalším z důvodů, proč, jak se domnívám, by v budoucnu mohla právě tato zařízení převládnout nad smart home řešeními postavenými na ZigBee nebo Z-Wave. Právě standart IEEE 802.11ah je schopen delšího dosahu oproti běžné Wi-Fi provozované na 2.4GHz nebo 5GHz, není k jeho provozu potřeba tolik energie, čímž je možné ho využívat i v jednotlivých senzorech a čípech. A díky tomu by se jednotlivá zařízení mohla stát mnohem více variabilní, než je tomu právě u protokolů ZigBee nebo Z-Wave.

Druhým možným řešením je pak vybudování chytrého domu na centrální jednotce. To sebou přináší jisté výhody, ale také nevýhody. Nejdůležitějším krokem před výběrem centrální jednotky je stanovení si, na kterém standardu chci smart home vybudovat. Zařízení není možné mezi sebou kombinovat a je tak nutné se držet jednoho standardu. Je také dobré si rozmyslet, jestli budeme chtít centrální jednotku ovládat přes ovládací panel přímo na jednotce nebo nám k tomu postačí mobilní telefon.

Nezbytné je pak před výběrem definovat jak veliký a složitý smart home chceme vybudovat, tak aby byla vybrána jednotka s dostatečným výkonem.

Centrální jednotku lze pořídit již za částku okolo 3 000 Kč, ale zde se nevyplatí šetřit, potřebujeme totiž zařízení s dostatečným výkonem, aby zvládalo ovládat celý náš dům a je tak na místě si připravit přibližně 20 000 Kč. Jednou z výhod tohoto řešení je bezproblémová komunikace v rámci jednoho komunikačního protokolu. Jak bylo uvedeno, protokoly jsou založeny na typologii sítě mesh a není tak problém s dosahem sítě nebo s velikostí spotřebované energie, která je pro jednotlivá zařízení menší, než je tomu u standardní Wi-Fi. Další velkou výhodou, zvláště do nedávna, je centrální ovládání. Celý systém lze snadno a elegantně ovládat přes jednu aplikaci, která je dodávána spolu s centrální jednotkou. Je tak při výběru centrální jednotky dobré brát zřetel i na tuto skutečnost a předem jednotlivé aplikace nejdříve vyzkoušet a vybrat tu nejvíce vyhovující daným potřebám, tedy nejen svým prostředím, ale například nastavováním různých scénářů, které jdou právě při tomto řešení jednoduše nadefinovat.

Návrh bude postaven na Wi-Fi komunikaci a na tak zvaném modulovém řešení. Jednak již v domě byla zbudována Wi-Fi síť, ale hlavně rozpočet majitelů je omezený a není zaměřen pouze na zjednodušení života v domě, ale také na energetickou úsporu, bylo tak nezbytné vybrat levnější řešení.

5.1 Stávající stav

Při hledání materiálů jsem ale nenarazil na žádné jednoduše použitelné ucelené řešení, které by bylo možno bez větších znalostí a zásahů do stavby aplikovat na starší rodinný dům. Jedním z cílů této práce je tak navrhnout řešení, jak postupovat při inovaci staršího domu tak, aby se dům dal nejen ovládat z mobilního telefonu, ale byl hlavně energeticky úspornější. Jako příklad domu, na kterém bych chtěl návrh aplikovat je jednopatrový dům investora. Dům je zateplen, má nová plastová okna, a novou rozvodnou elektro instalaci. Investor by chtěl docílit snížení energetické náročnosti a zvětšení komfortu bydlení.

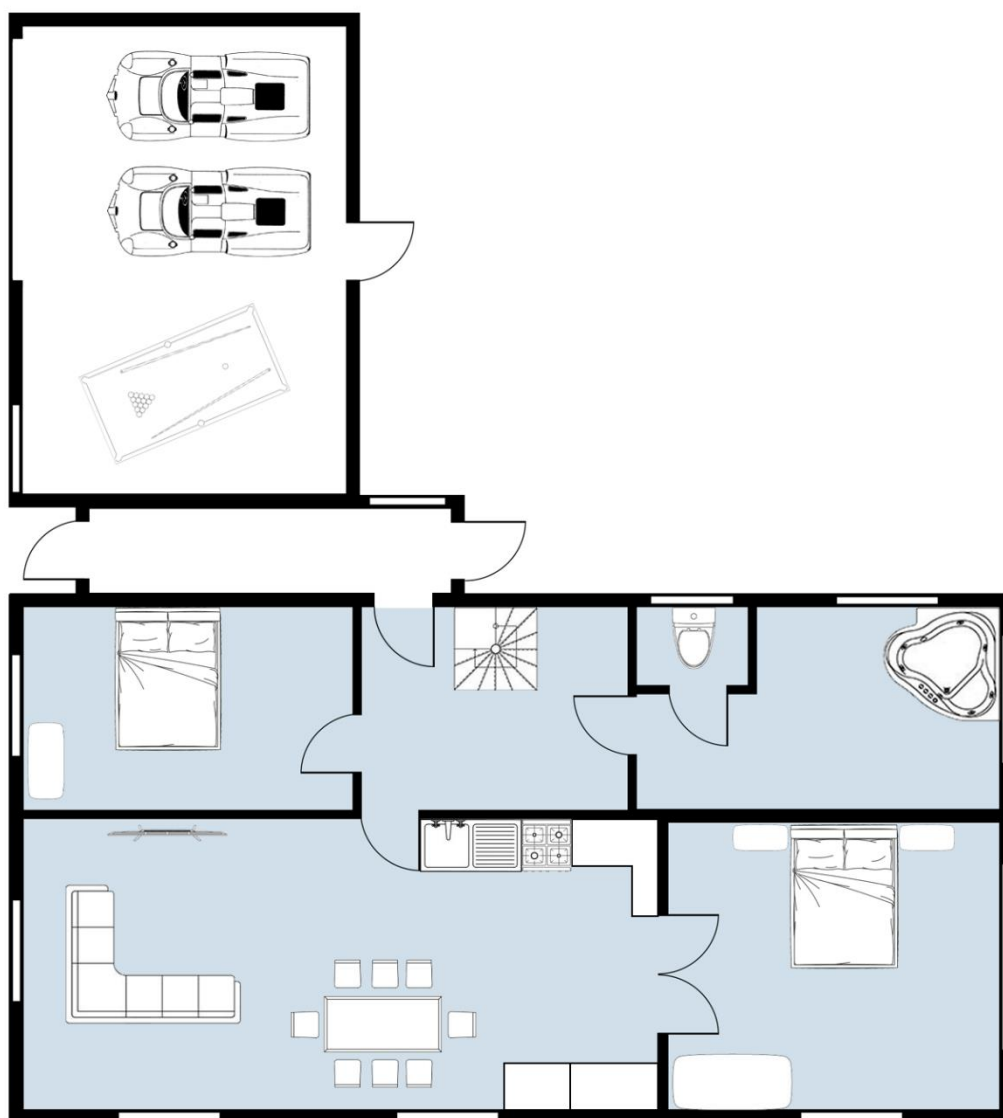
5.2 Rozpočet

Pro sestavení vhodného návrhu je nezbytné určení rozpočtu na přestavbu domu. Rozpočet byl konzultován i s investorem, tak aby co nejvíce splňoval jeho požadavky a v případě akceptace navrženého řešení, bylo v jeho možnostech realizovat přestavbu. Rozpočet byl stanoven na 300 000,- Kč a počítá se ziskem dotace na fotovoltaiku kolem 100 000,- Kč.

5.3 Řešení domu

Dům má dvě obytná patra, majitelé bydlí v přízemí a první patro slouží pro rodinné návštěvy, přilehlou garáž a velkou zahradu viz obrázek 6.

Dům pro vytápění využívá nově pořízený automatický kotel na hnědé uhlí, který bude možné využít a nebude tak nutné hledat plnohodnotnou náhradu zdroje tepla. V obývacím pokoji je krb, který je v podzimních a jarních dnech plnohodnotnou náhradou za kotel a není tak nutné kotel zapínat. V domě se nacházejí dva bojlerů kdy jeden ohříván pomocí elektrické energie a druhý pomocí kotle, které jsou již automaticky přepínány podle použití. Cílem návrhu je nejen určitá automatizace, větší bezpečnost, ale hlavně úspora a návratnost investice. Jelikož dům již zdroj tepla má a byl pořízován nedávno, je počítáno s pořízením fotovoltaiky na střechu pro úsporu elektrické energie. Střecha domu směřuje na jih, a tak se fotovoltaičné řešení přímo nabízí. Na zahradě se nachází velký altán, který slouží k posezení a v letních dnech jako zázemí pro letní kino, je tak namístě rozšířit Wi-Fi signál po celé zahradě. Dům nedisponuje žádnými bezpečnostními prvky.



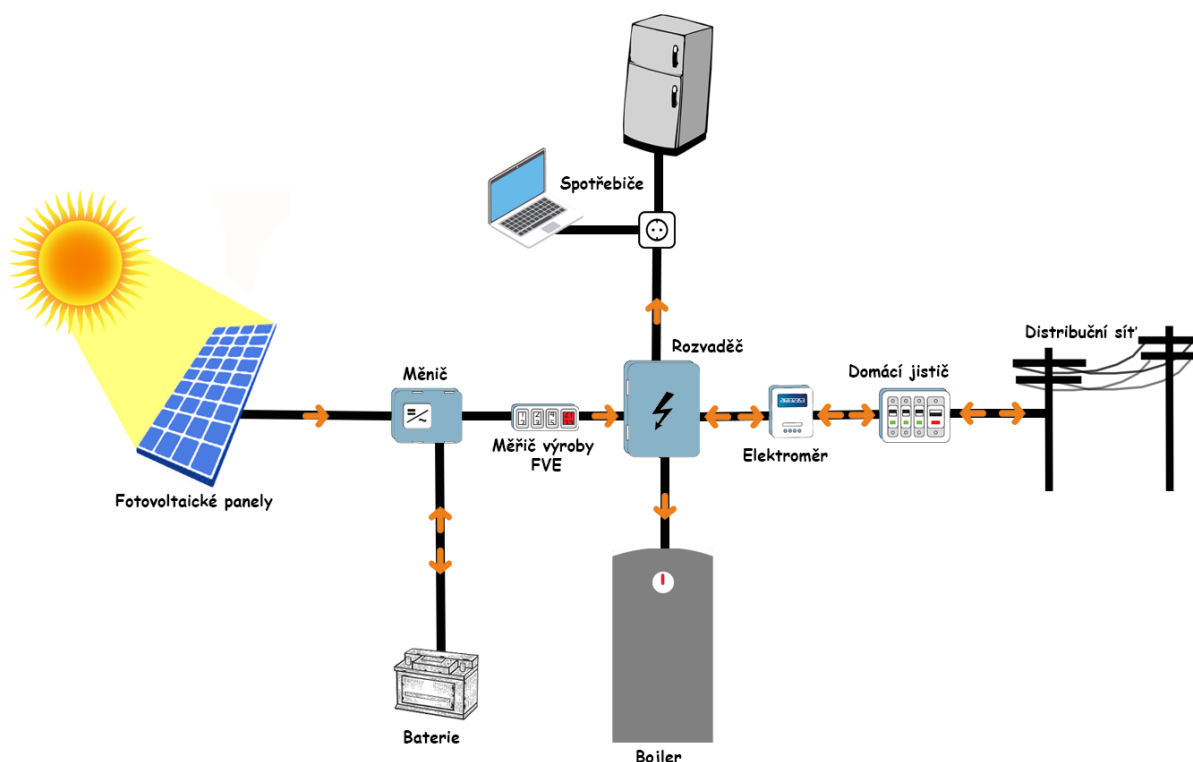
Obrázek 6: Schéma domu

Zdroj: Vlastní zpracování

5.4 Elektrická energie

V době psaní diplomové práce v roce 2020 stát nabízí velký dotační balíček s názvem Nová zelená úsporám a je tak na místě se o fotovoltaické panely zajímat. Dotace je vyplácena až do konce roku 2021. Na trhu je již velké množství firem, které přímo garantují zisk dotace a plné vyřízení. Není tak nutné se obávat komplikací žádosti o dotaci ani odmítnutím přidělení dotací samotných. Navíc některé firmy smluvně garantují, že při nezajištění dotace, danou částku samy doplatí. Příspěvek z programu dotací může činit 40 000 Kč až 155 000 Kč.

V posledních letech se zlepšila kvalita a výkon lithiových baterií a je tak vhodné uvažovat o takzvaném hybridním fotovoltaickém systému, který má několik výhod oproti klasickému systému. Při instalaci klasického systému, tedy instalaci fotovoltaických panelů na střechu domu a připojení do sítě buď přímo z panelů je čerpána vyráběná elektrická energie, nebo v čase, kdy není elektrická energie zcela čerpána domem, ale slunce přesto svítí a je vyráběn přebytek energie, je tato energie prodávána do sítě. V posledních letech, ale výkupní cena výrazně klesla a systém už není tak výhodný jako dříve. Výkupní cena se pohybuje kolem 200 až 400 Kč za dodanou megawatthodinu. (Schindler, 2018) Proto se jako mnohem zajímavější jeví hybridní systém. V tomto případě je vyrobená elektrická energie ukládána do baterií a případně pak teprve přebytek je prodáván. Tento systém má několik výhod. Umožňuje totiž z velké části provozovat celý dům přímo ze solárních panelů, protože majitel není vázán jen na to, jestli zrovna sluníčko svítí. Pokud slunce nesvítí, je čerpána energie z baterií a není nutno pak odebírat energii ze sítě a když pak slunce opět vyjde, baterie se dobíjí. Takový dům se tak více přibližuje standardům ostrovního domu. Nutno dodat že skutečné ostrovní systémy na dotaci nemají nárok a je tak nezbytné nechat dům připojen do distribuční sítě. Návrh konkrétního řešení ilustruje obrázek 7.



Obrázek 7: Schéma energetického systému

Zdroj: Vlastní zpracování

Na českém trhu jsou firmy, které se instalací fotovoltaických systémů zabývají. Vybíral jsem ze 4 firem: Solární stavebnice, Solární experti, RD Solar a Solar partner. Při rozhodování jsem se zaměřil na cenu, přístup, rady při výběru systému a možnost online konzultace. Všechny 4 firmy doporučily podobný systém a cena u všech nabídek vycházela prakticky stejně okolo 180 000 Kč po odečtení dotace. Garanci dotace poskytují všechny firmy, při výběru jsem se tak zaměřil na aktuálnost informací na webových stránkách dané firmy, přístup při komunikaci s danou firmou a ochotu odpovídat na mé dotazy ohledně instalace, montáže nebo možnostech dotací. Nejlépe se mi komunikovalo s firmou Solární Experti, která na svých webových stránkách má i velké množství aktualizovaných zajímavých článků, ukázky různých řešení fotovoltaického systému a díky online chatu přímo na stránkách byla komunikace nejpohodlnější. Rozhodl jsem se z těchto důvodů pro firmu Solární experti. Firma je schopna jen po krátké komunikaci přes komunikační rozhraní na jejich stránkách a zadání adresy domu, zjistit, jestli je na dotaci pro vybraný objekt nárok, jaké řešení se pro konkrétní dům hodí a jakou dotaci lze získat.

Na dotaci mají nárok rodinné domy, objekty k bydlení, případě zemědělská usedlost. Více jak polovina podlahových ploch musí být určená k bydlení, podnikatelská provozovna tak v domě nevádí a vyráběná energie může být využita i pro tyto účely. Nárok na dotaci nemají chaty a objekty pro rekreaci. Fotovoltaické panely nemusí být umístěny přímo na dům, ale i na přilehlé budově, která je vedena v katastru. Výhodu při dotaci mají Karlovarský, Ústecký a Moravskoslezský kraj a to bonus 10 % na dotaci. Výše dotace závisí na typu a výkonu fotovoltaických panelů, kterých si na dům necháte instalovat. (Matajs, 2019)

5.4.1 Postup

Fotovoltaické panely budou instalovány na jižní část domu, kde dosáhnou největší účinnosti. Ideální sklon střechy je 35°. Jedná se o kompromis mezi výrobou v letních měsících a výrobou na podzim a na jaře. Sklon naší střechy je 45°, uvádí se, že jiný sklon střechy, ať už méně nebo více strmý, má za následek ztrátu produkce energie zhruba o 5%. U střech s orientací na jihozápad nebo jihovýchod je to až 20%. Fotovoltaika o výkonu 1kWp bude mít rozlohu panelů od 6,5 do 16m². Za 1 rok na 1 kWp připadá výroba ve výši cca 980 kWh. Vybraný dům má roční spotřebu 5,3 MWh a podle toho také bude systém vybírán. Instalace bude probíhat zhruba dva dny. Firma Solární experti bude mít na starosti jak instalaci, tak žádost o dotaci. Před samotnou instalací bude majiteli zapláceno 50% celkové ceny a po dokončení systému bude doplacen zbytek. Schválení dotace trvá dva týdny až 3 měsíce a dotace je vyplácena až zpětně na účet. Žadatel tedy nejprve zaplatí celou částku.

Pro náš dům byla zvoleno jedno z nejvýkonnějších možných řešení, a to třífázový hybridní systém s modulární lithiovou baterií výkonem panelů 4,6 kWp a rozlohou 28 m² a kapacitou baterií 5,7 kWh. Cena systému je 180 000 Kč po odečtení dotace 155 000 Kč. Baterie je v budoucnu možno dále rozšiřovat za cenu 28 000 Kč za 2,4 kWh. Návratnost systému je počítána na 8-10 let. Systém bude sloužit jako zdroj elektrické energie a bude i využíván pro ohřev vody v bojlerech.

5.5 Tepelná energie

Jak již bylo zmíněno, jako zdroj tepla slouží v zimních dnech spalovací kotel, který ohřívá vodu. V teplejších dnech je voda ohřívána z elektrické sítě a pro ohřev domu je využíván krb v obývacím pokoji, který dostatečně vyhřeje spodní patro domu. Cena uhlí, ale v posledních letech jde nahoru a tak fotovoltaický systém bude využíván i pro ohřev vody v bojlerech. Díky hybridnímu systému bude zajištěn dostatek elektrické energie, tak aby voda už nemusela být ohřívána z elektrické sítě. V opravdu zimních dnech k tomu poslouží již zmíněný kotel ovšem jinak by systém měl být natolik robustní, aby po zbytek roku obstaral jak dostatek elektrické energie do sítě domu, tak pro ohřev vody. Kotel je poloautomatický s podavačem uhlí a zásobníkem na zhruba 5 dní provozu. Záleží na kvalitě uhlí a nastavené teplotě na termostatu, řídicí jednotka kotle si pak pomocí bezdrátového termostatu a několika čidel sama reguluje přísun uhlí do kotle. Kotel lze napojit na aplikaci a je tak možné mít přehled o aktuální spotřebě uhlí, i nastavení teploty.

5.5.1 Termostat

Nyní se však situace díky fotovoltaice poněkud změní a bude potřeba pořídit ještě jeden termostat, tak aby bylo možné regulovat teplotu. K tomu poslouží termostat od firmy Netatmo. Od Netatmo jsem vybral Netatmo Thermostat + 3 Single Valves za zhruba 9 600 Kč, odhady ceny byly vytvořeny na podkladě portfolia internetového obchodu alza.cz. Výhodou termostatu Netatmo oproti konkurenci je možnost napojení hlavice na jednotlivá topení. Například Google Nest toto řešení vůbec nenabízí a bylo by tak nutné skládat systém od více firem, další možnost Tado Smart Thermostat je oproti Netatmo o 2 000 dražší a nelze ho napojit přímo na bojler. Netatmo Termostat obsahuje relé pro připojení k bojleru, centrální termostat a tři hlavice na topení, tak aby se dala regulovat teplota v jednotlivých pokojích. Nejprve je nutné zapojit relé k bojleru, aby potom mohl být pomocí Wi-Fi napojen termostat na bojler. Zapojení relé je jednoduché, jedna se o připojení 4 drátků ke svorkovnici, dva pro zdroj elektrické energie obvykle značené jako P/N nebo L/N a dva pro termostat obvykle značené jako LS/LR, TA nebo COM/NO. Po zapojení relé a zapnutí termostatu se termostat automaticky k relé připojí, není nutné žádné nastavení. Nakonec stačí napojit termostat na komunikační systém.

Hlavice se jednoduše našroubují na topení místo ovládacího kohoutku a umožní tak obyvatelům kontrolovat teplotu jednotlivých topných těles a netopit v místnostech, které zrovna nikdo neobývá a snižovat tak náklady.

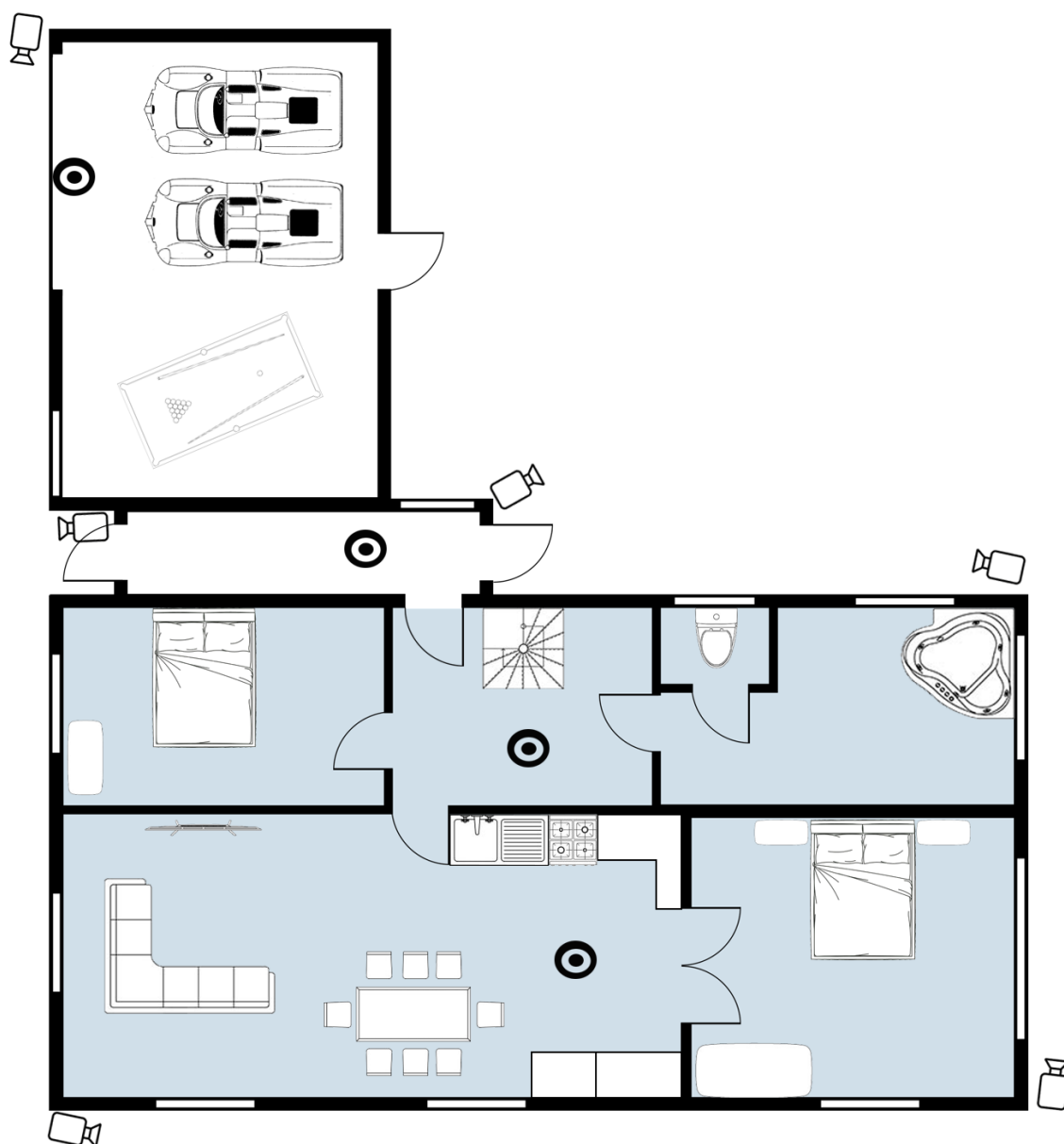
5.6 Bezpečnost

Bezpečnost domu je nedílnou součástí smart home a chytrá zařízení, která jsou schopna mezi sebou komunikovat, by tomu měla pomoci. Vybraný dům není nijak zabezpečen, a proto bude vyžadováno důkladné zabezpečení tak, aby byl ochráněn nejen majetek obyvatelů, ale také zajistěno jejich bezpečí. Jedním z rizik u elektrických bezpečnostních zařízení je jejich zdroj. Je třeba, aby při výpadku elektrické energie ze sítě naskočil jejich externí zdroj, a nehrozilo, že se celý systém vypne. Tento problém pomůže elegantně vyřešit právě hybridní fotovoltaický systém. Při výpadku sítě střídač během 10ms automaticky přepne na baterie a nehrozí výpadek systému.

5.6.1 Kamerový systém

Dům má jeden hlavní vchod od silnice a dva vchody ze zahrady. Ideálním řešením by bylo umístit před každý vchod kameru tak, aby byla zajištěna maximální možná identifikace případného pachatele. Na výběr je mnoho řešení, na trhu je nepřeberné množství bezpečnostních kamer a je těžké se mezi nimi orientovat. Bezpečnostní kamera umístěná ven, by měla být odolná vůči vnějším vlivům. Kamera by měla být vybavena nočním viděním a nejlépe i externím zdrojem světla, tak aby si v případě nutnosti mohla přisvítit. Kamera by měla mít také co největší zorný uhel. Nutností je Wi-Fi adaptér, aby bylo možné sledovat aktuální video záznam nebo dostávat notifikace při pohybu před kamerou. Lepší kamery sami rozpoznají pohyb před kamerou a zašlou uživateli na mobilní telefon notifikaci. Navíc není nutné, aby kamera běžela nepřetržitě, ale zapne se jen při detekci pohybu. Existují dvě možnosti detekce pohybu, buď obrazová nebo pomocí pohybového (PIR) čidla. U obrazové detekce je aktivace záznamu okamžitá, nevýhodou je, že kamera musí být neustále napájena a má větší náchylnost k falešným poplachům. Naproti tomu u PIR čidla dochází ke spuštění až při detekci teplých objektů, díky tomu je větší úspora energie, ale je nutné čidlo zakamuflovat a kamera má zpoždění při aktivaci nahrávání. Některé kamery umožňují vložit paměťovou kartu, na kterou se nahrává záznam přímo do kamery.

Toto řešení není podle mého názoru příliš vhodné, lepší variantou je ukládání na interní nebo externí cloud tak, aby při poničení kamery nehrozila ztráta video záznamu. Pro ochranu domu jsem proto vybral kameru EVOLVEO Salvarix za 2 500,-Kč, která tuto podmínku splňuje. Kameru znám a domnívám se, že i díky tomu, že ji lze snadno napojit na bezpečnostní systém, bude vhodnou volbou pro náš modelový dům. Kamery budou umístěny tak, jak je zobrazeno na obrázku.



Obrázek 8: Schéma umístění kamer a čidel

Zdroj: Vlastní zpracování

5.6.2 Bezpečnostní systém

Kamerový systém je vhodný doplněk bezpečnostního systému, ale nelze se spoléhat jen na kamery. Při výběru kamer je třeba vybírat v předstihu a zvolit takové, aby se jednoduše daly napojit k okruhu bezpečnostního systému. To je i jeden z důvodů, proč byly vybrány kamery od firmy EVOLVEO, která má propracovaný systém bezpečnostních zařízení s mnoha možnostmi variant a ten pak bude možno využít bez problému s následnou kompatibilitou jednotlivých zařízení. Centrální jednotkou tak bude EVOLVEO SALVARIX s bezdrátovým WI-FI/GMS alarmem za 5 000 Kč. K systému je navíc poskytnuta možnost napojení na pult centrální ochrany na 3 měsíce zdarma, poté, v případě zájmu na zachování napojení, je účtováno 550 Kč za měsíc. Systém bude doplněn o PIR čidla pohybu za 400 Kč, v kalkulované variantě budou využita 3 čidla. Detektor oxidu uhličitého bude pořízen za 900 Kč a čidla otevření dveří a vrat za 400 Kč, ta budou použita na zajištění garáže.

Dalším vhodným rozšířením bezpečnosti bude chytrý zámek, který umožňuje ovládání na dálku. Lze tak na dálku otevřít nebo poskytnout digitální klíč, kterým lze zámek otevřít a investor tak bude mít přehled, kdo se aktuálně doma nachází. Nakonec byl vybrán chytrý zámek Nuki Combo 2.0 za 8 500 Kč, navíc u tohoto řešení není nutné měnit stávající cylindrickou vložku což je oproti většině chytrých zámků výhoda a instalace je tak opravdu jednoduchá. Velkou nevýhodou všech stávajících smartlocků je zdroj energie, který je externí a je nutné ho jednou za čas nabít nebo vyměnit. Nuki Combo má baterii, která při denním používání vydrží až půl roku. Aplikace včas zahlásí, kdy je baterii potřeba nabít. Pokud by se i přesto baterie vybily, je zde stále možnost otevření dveří klasickým klíčem. Smartlock se totiž připevňuje na vnitřní část dveří.

5.7 Domácnost

Nejednalo by se o plnohodnotný smarthome, pokud by obyvatelům sama domácnost neulehčila a nezjednodušila každodenní činnosti. Ať už se jedná o vysávání, automatické rozsvěcení světel nebo ovládání bytu pomocí hlasových příkazů.

5.7.1 Domácí vysavač

Velkou výhodou domu je, že žádné dveře uvnitř domu nemají práh. Nebude tak nutné upravovat dům tak, aby automatický vysavač neměl problém s přístupem do jednotlivých pokojů. Některé vysavače jsou schopny zvládnout i práh o velikosti 2 cm a tak ani s většinou prahů by vysavač neměl mít problém. Na trhu je již velké množství vysavačů a je těžké se v nich zorientovat. Vysavač poběží přes den v době, kdy se doma nikdo nevyskytuje, a tak nebude nutné klást takový zřetel na jeho hlučnost. Při výběru je dobré se soustředit na výkon, velikost sací nádoby, dobu provozu a možnosti nastavení. Největší firmou na trhu s robotickými vysavači je značka Roomba a její nejnovější vysavač i7 který vyjde na zhruba 18 000,- Kč. Druhý vysavač, který mne zaujal je Xiaomi Roborock S5 který lze pořídit za cca 10 000,- Kč. Dle papírových předpokladů vycházejí vysavače podobně, ale nejlepším testem, jak jednotlivé vysavače porovnat je jejich tzv. „souboj“. Vysavače dostanou řadu jednotlivých úkolů od vysávání prachu, vlasu, chlupů od psa a lze tak dobře porovnat, jak si v jednotlivých testech vedou a rozhodnout se pro ten správný vysavač. Jako zdroj údajů pro výběr nám dobře poslouží například Youtube, kde je obrovské množství videí s robotickými vysavači. Vysavače si ve vysávání běžného prachu a písku vedly podobně, ale kde byl velký rozdíl, bylo vysávání vlasů a chlupů. U i7 se spousta vlasů namotala na vysávací hlavici a bylo tak nutné po každém vysávání vlasy zdlouhavě odmotávat, naproti tomu na S5 se nenamotal skoro žádný vlas. Velkou výhodou pro Roborock je také aplikace, která umožňuje nastavit jednotlivé no go zóny. Tedy místa kam vysavač nesmí, protože by hrozilo, že se někde zamotá do kabelů. To Roomba tak dokonale neumí. Možná největší výhoda pro Roborock je senzor pro pohyb. Zatímco Roomba používá kamery, Roborock používá infračervené senzory a lépe se tak pohybuje za tmy.

Přesto že Roborock je skoro o polovinu levnější v testu dopadl lépe, pro náš modelový dům tedy pořídíme dva Xiaomi Roborock S5, do každého patra jeden.

5.7.2 Žaluzie

Chytré žaluzie jsou jedna z možností, jak pomoc obyvatelům ke snížení nákladu za energie. Existuje nepřehledné množství variant chytrých žaluzií. Jednou z možností je také přidat do již instalovaných žaluzií nebo rolet dálkový spínač a ovladač. Na trhu je mnoho řešení, mně se zalíbila firma Homematic IP, která nabízí nejrůznější varianty pro jednotlivé žaluzie a hlavně disponuje robustní aplikací pro pozdější ovládání, uživatel tak má možnost automatizaci rolet na základě času, východu slunce nebo zatažením rolet při špatném počasí. Náš modelový dům nedisponuje roletami ani žaluziemi s motorem, proto bude na místě vybrat řešení s co nejjednodušší instalací. Jako nejlepší varianta se jeví venkovní rolety, které slouží jako zatemnění, dokáží nejlépe izolovat a slouží i jako ochrana proti vniknutí do domu. Jedná se ale o nejdražší řešení a vzhledem k našemu rozpočtu, není možné dané řešení realizovat. Byl by vyčerpán celý rozpočet jen na venkovní rolety. Na trhu se nenachází jiná možnost, která by nabízela alespoň částečný komfort jako venkovní rolety, byla automatizovaná a nestála tolik peněz. Rozhodli jsme se proto žaluzie ani rolety zatím nepořizovat a v budoucnu vybavit dům právě venkovními roletami, které budou automatizované a nabídnou nejen komfort, snížení spotřeby energie, ale také větší bezpečnost.



Obrázek 9: Ukázka venkovních rolet

Zdroj: <https://pxhere.com/cs/photo/595357>

5.7.3 Osvětlení

Při správném nastavení může být chytré osvětlení příjemným a pohodlným doplňkem chytré domácnosti bez velké námahy. Nebude pak například obtěžovat vstávání k ovladači nebo hrozit zapomenuté rozsvícené světlo. Bezpečnostní systém už byl vybráný, a proto bude nutné při výběru světla dbát na konektivitu, aby bylo například možno využívat osvětlení i jako bezpečnostní prvek. Když budou obyvatelé na dovolené, dům se pravidelně rozsvítí tak, aby to vypadalo, že jsou stále doma. Také bude požadováno, aby se dům automaticky rozsvěcel při různých scénářích, například pokud půjde někdo v noci na záchod. Ve zvažovaném řešení budou použity produkty firem Xiaomi a Phillips. Od značky Xiaomi budou využita světla Xiaomi Mi LED Ceiling Light, jedná se o stropní světla, které již mají zabudovaný senzor pohybu a na rozdíl od Phillips Hue není nutné čidlo dokupovat. Výhodou světla je možnost automatického nastavení teplé a studené bílé a možnost nastavení jasů podle času. Nestane se tak že by světlo v noci obyvatele ozářilo. Jedno světlo vyjde na 2 300,-Kč a budou rozmístěna do chodeb a kuchyně jako stropní světla. Do obývacího pokoje budou použita osvětlení od značky Philips Hue. Značka Philips je aktuálně největším výrobcem na poli chytrého osvětlení a její produkty disponují škálou různých nastavení, od barevnosti až po automatické rozsvícení se západem slunce. To se s výhodou použije například při již zmiňované cestě na dovolenou. Navíc všechna zařízení disponují podporou otevřené webové služby IFTTT (If This Then That, česky asi „Pokud se stane toto, pak udělej tamto“, což je neplacená webová platforma, pomocí které je možné funkčně propojit jinak nesouvisející aplikace a nejrůznější internetové služby, a jejíž význam v současnosti roste spolu s nástupem internetu věcí a s rozšiřujícím se počtem spotřebičů ovladatelných z chytrého telefonu a s neustále rostoucím počtem výrobců, jejichž produkty tuto službu podporují). To uživatelům usnadní předdefinovat chování systému v jednotlivých situacích. K instalaci do domu bude využit startovací balíček Philips Hue White and Color ambiance 9W E27 starter kit za 4 300,-Kč, kde se nachází 3 barevné žárovky a Hue Bridge, který slouží k propojení. Dále budou použity ještě 2 samostatné žárovky Philips Hue White and Color ambiance 9W E27 za 2 500,-Kč aby byl osvícen celý obývací pokoj. Philips Hue je navíc možné propojit s chytrou asistentkou, a tak bude možné světla ovládat hlasem.

5.7.4 Zábavní systém

V domě se nachází televizor, ale jen s dekodérem pro DVB-T bude tedy vhodné vybrat nový televizor a audio systém, který bude propojen s televizí a hlasovou asistentkou. Před výběrem televize je třeba předem definovat vlastností, které jsou od televize očekávány. Televize bude velká 55 palců, samozřejmostí je DVB-T2 dekodér, WI-FI připojení, obnovovací frekvenci 100HZ, 4K rozlišení je v této kategorii již standard. Pro toto řešení byla vybrána televize 55" LG OLED55B9PLA za 32 000,-Kč, televize disponuje Google asistentem, lze ji tedy ovládat hlasem a bude tedy snadné ji zpárovat s chytrou asistentkou. K televizi byl dále vybrán SoundBar Sony HT-ZF9 3.1 o výkonu 400W za 20 000,-Kč, který disponuje Wi-Fi, bluetooth a možností připojení přes HDMI. K televizi budou propojeny reproduktory pomocí HDMI a k asistentce bude vše připojeno přes Wi-Fi. SoundBar lze rozšířit o bezdrátové reproduktory Sony SAZ9R a dosáhnout tak kvalitnějšího prostorového zvuku.

5.7.5 Chytrá asistentka

V domácnosti všichni používají telefony na operačním systému android, navíc pro českou lokaci vychází lépe asistentka od Google, než Alexa od Amazonu nebo Siri od Applu. Chytrá asistentka, ač by to název evokoval, nedisponuje umělou inteligencí tak, jak jí definuje Turingův test. Tedy test, který má za cíl prověřit, jestli se systém umělé inteligence chová opravdu inteligentně. Test probíhá tak, že osoba klade otázky člověku a dané umělé inteligenci a pokud je po určité době není od sebe schopna rozlišit, jedná se umělou inteligenci. Chytrá asistentka není schopna naprogramovat hru nebo obchodovat na burze. Přesto, že využívá databázi předešlých odpovědí a dokáže si vyhledat pomocí Google vyhledavače informace, nejedná se o umělou inteligenci. I tak obyvatelům v domě dobře poslouží a usnadní jim ovládání jednotlivých součástí chytré domácnosti. Asistentka bude schopna ovládat celý obývací prostor, tedy televizi, audio i osvětlení. Nebude tak problém při vaření v přilehlé kuchyni si například pustit rádio. Google Asistent vyjde na 2 400,-Kč a postačí jeden. Bohužel stále neumí česky, ale Google slibuje v dohledné době i podporu českého jazyka.

5.7.6 Meteorologická stanice

Na poli s osvětlením je jedním z největších hráčů Philips, u meteorologických stanic je to Netatmo. Od této firmy je již pro vybavení domu vybrán termostat, bude tedy logickou volbou i pro domácí meteorologickou stanici. Netatmo Urban Weather Station vyjde na 4 000,-Kč a bude také hlídat kvalitu vzduchu v domě, na kterou bude upozorňovat nejen notifikacemi, ale také barevným podsvícením stanice. Lze tedy stanici považovat i za další část ochrany proti požáru nebo úniku plynu. Bude se také starat se o kompletní monitoring počasí.

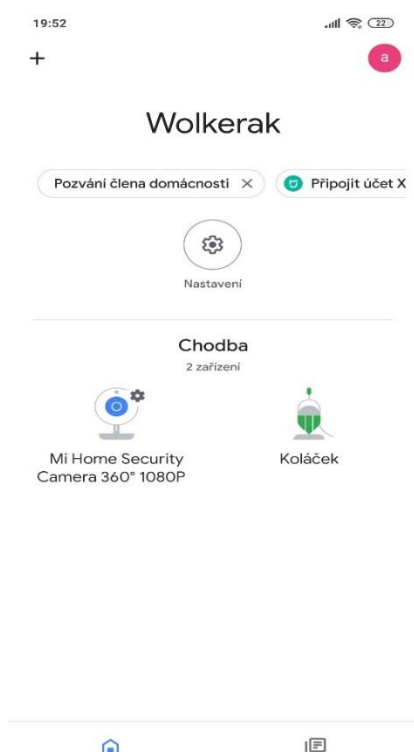


Obrázek 10: Meteostanice Netatmo

Zdroj: <https://www.flickr.com/photos/13815526@N02/15583114924>

5.8 Aplikace

Při přestavbě domu nastává problém v integraci všech systému do jednoho tak, aby nebylo na každý systém a jednotku nutno používat jinou aplikaci. Je vhodné při výběru zařízení na to brát zřetel. Díky vhodnému výběru bude možné většinu ovladačů spojit pod aplikaci Google Home. Lze tak následně do aplikace sdružit osvětlení Phillips, ale i zařízení od značky Xiaomi, Netatmo. Google Home je totiž schopen s mnoha aplikacemi jiných výrobců, tedy například i Xiaomi Home, komunikovat. Bude navíc možné hlasově ovládat všechna zařízení. Google Home je uživatelsky velmi přívětivá aplikace která je schopna vytvářet i jednotlivé rutiny. Zvládne základní ovládání jednotlivých částí domu nebo sledovat stav jednotlivých zařízení. Přesto pro složitější ovládání jako je například definice zón pro vysavač nebo definici chování termostatu je nutné využívat nativní aplikace. Pro následnou jednoduchou správu a sledování stavu, již aplikace Google Home postačí. Pro sledování záznamu z videokamer bude nutné využívat nativní aplikaci od EVOLVEO, tu bohužel Google Home nepodporuje.



Obrázek 11: Ukázka prostředí Google Home aplikace

Zdroj: Vlastní zpracování

6. Energetická úspora

Produkci elektrické energie fotovoltaického systému je možné vypočítat několika způsoby. Zjednodušeným způsobem součinitele špičkového výkonu nebo měsíční bilanční metodou, která zahrnuje vliv teploty a slunečního záření k dané lokaci s využitím parametrů fotovoltaického modelu. V České Republice je zavedena norma ČSN EN 15316-4-6 v rámci souboru pro energetické hodnocení, její hlavní nevýhodou je, že stanovuje roční produkci elektrické energie fotovoltaického systému jen z uvedeného špičkového výkonu a nezohledňuje reálný výkon systému pro konkrétní lokaci a použitý systém fotovoltaických modulů a jeho prvků.

Výchozí hodnoty pro výpočty:

Roční spotřeba vzorového domu = 5 254 kWh za cenu 20 143 Kč

Nízký tarif 1 908 kWh za 4,26 Kč/kWh celkem tedy 7 177 Kč

Vysoký tarif 3 346 kWh za 1,77 Kč/kWh celkem za 9 835 Kč

Za ostatní služby celkem 3 131 Kč

6.1 Součinitel špičkového výkonu

Elektrická energie dodaná fotovoltaickým systémem $E_{FV,sys}$ neboli součinitel špičkového výkonu.

$$E_{FV,sys} = \frac{H_{T,rok} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf}}{G_{ref}} \quad (1)$$

$H_{T,rok}$ = roční dávka slunečního záření [kWh/m².rok]

P_{pk} = špičkový výkon fotovoltaických panelů [kW]

f_{perf} = činitel výkonu fotovoltaických panelů

G_{ref} = referenční sluneční ozáření rovné 1kW/m²

Roční dávka slunečního ozáření v ČR se pohybuje mezi 1 000 až 1 200 kWh/m² za rok. Pro Liberecký kraj jsem našel průměrný údaj 1 100 kWh/m² za rok. Špičkový výkon námi plánovaných polykrystalických panelů o rozloze 28 m² činí 5nitel výkonosti polykrystalických panelů je 0,80. Z výsledků tabulky 3. Vyplývá, že při umístění panelů na střechu a vystavených působení větru je výkonost panelů různých modelů téměř totožná a liší se jen v setinách.

Fotovoltaický model	f_{perf}
Monokrystalický křemík	0,81
Polykrystalický křemík	0,80
Tenkvrstvý amorfni křemík	0,81
Tenkvrstvý CIGS	0,80
Tenkvrstvý CIS	0,81
HIT technologie	0,82

Tabulka 3: Výkonost jednotlivých typů panelů

Zdroj: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/13878-zjednoduseny-bilancni-vypocet-rocnich-prinosu-fotovoltaickych-instalaci>

$$E_{PV,sys} = 4400 \text{ kWh}$$

Špičkový výkon nám vyšel 4 400 kWh. Za loňský rok náš vzorový dům spotřeboval 5 254 kWh a po odečtení ostatních služeb zaplatil 17 012 Kč. Při vyrobené energii 4 400 kWh za rok by nám tedy úspora při zachování stejného poměru VT a NT vyšla 14 247 Kč a při zachování stejných cen elektřiny a ostatních služeb by investor zaplatil za elektrickou energii celkem 5 896 Kč. Jedná se ale o výpočet, který není zcela přesný, pro orientační výpočet úspor dle evropské normy dostatečný.

6.2 PVGIS

Evropská unie na svých oficiálních stránkách zaměřených na vědu a vzdělání ec.europa.eu. Spustila aplikaci PVGIS neboli Fotovoltaický geografický informační systém který k výpočtu úspory energie zohledňuje lokaci systému a je schopen tak lépe definovat intenzitu a slunečního záření v jednotlivých měsících a tím dále výpočet zpřesnit. Aplikace je dostupná online.

The screenshot displays the PVGIS web application. The top header features the European Commission logo and the title 'PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM'. Below the header is a navigation bar with links: Home, Tools, Downloads, Documentation, and Contact us. The main interface consists of a map on the left and a configuration panel on the right. The map shows a location in Uděšín, Czech Republic, with a cursor at coordinates 60.939, 16.072. The configuration panel includes options for solar radiation database (PVGIS-SARAH), PV technology (Crystalline silicon), and fixed mounting options (Building integrated). It also has input fields for slope, azimuth, and PV electricity price. The bottom of the panel has buttons for 'Visualize results' and file export options (CSV, JSON).

Obrázek 12: Ukázka aplikace PVGIS

Zdroj: Vlastní zpracování

1. V aplikaci je nejprve třeba zvolit přesnou adresu lokace, kde bude solární systém instalován. Na mapě stačí zabodnout špendlík do přesného místa.

2. Automaticky se vybere databáze slunečního záření s hodinovým časovým rozlišením. Na PVGIS jsou aktuálně k dispozici 3 satelitní databáze:

- PVGIS-SARAH ($0,05^\circ \times 0,05^\circ$) Databáze vytvořená pomocí algoritmu CM SAF pro Evropu, Afriku, Asii a části Jižní Ameriky.
- PVGIS-CMSAF Bývalá výchozí satelitní databáze PVGIS 4 pro Evropu, Afriku a části Jižní Ameriky. Nejistota této databáze je větší než u SARAH. A během roku 2020 bude z aplikace odstraněna.
- PVGIS-NSRDB ($0,04^\circ \times 0,04^\circ$) Výsledek spolupráce s NREL (USA), vyvinula databázi slunečního záření a zpřístupnil ji pro PVGIS.

3. Dalším krokem je volba technologie fotovoltaických panelů. Na výběr jsou krystalické křemíkové články nebo tenkovrstvé moduly vyrobené z CIS nebo CIGS.

4. Poté se zadá P_{pk} tedy špičkový výkon.

5. Ztráta systému jsou odhadované ztráty v systému, které způsobí že skutečná energie dodaná do elektrické sítě je nižší než energie produkovaná fotovoltaickými moduly. Jedná se o ztráty kabelů, střídačů, nečistoty na panelech a degradaci panelů během provozu. Průměrná hodnota je stanovena na 14%, pokud bychom například zkvalitnili střídač, mohli bychom hodnotu lehce zmenšit. Ale nebyl by to zásadní rozdíl.

6. Dále je třeba zadat, jestli jsou panely na zemi nebo na střeše.

7. Dalším údajem je, pod jakým sklonem jsou panely natočeny.

8. Orientace panelů, 0 znamená jih, -90 je orientace na východ a 90 na západ. Poté proběhne výpočet.

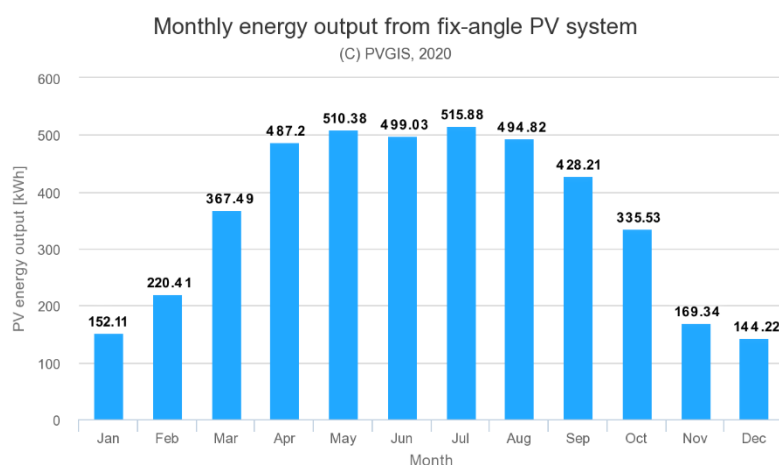
Celkový výkon je v tomto případě 4 324 kWh, což se nakonec od poměru špičkového výkonu neliší o mnoho a jedná se o pokles 76kWh. V celkovém součtu spotřeby to je jen o 246 Kč na rok méně oproti předešlému výsledku.

Summary	
↓	
Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	50.939, 15.072
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	4.6
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	45
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	4324.62
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1201.92
Year to year variability [kWh]:	265.99
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.95
Spectral effects [%]:	1.85
Temperature and low irradiance [%]:	-7.99
Total loss [%]:	-21.78

Obrázek 13: Ukázka vypočtených výsledků aplikací PVGIS

Zdroj: Vlastní zpracování

PVGIS rozkreslil jednotlivé měsíce do grafů a je tak možno přehledně pozorovat v jakých měsících se vyrobí nejvíce energie.



Obrázek 14: Ukázka výroby jednotlivé měsíce

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3 Zhodnocení úspor

Vypočítaná úspora je minimální hodnota, kterou lze ušetřit instalací fotovoltaických systému na náš vzorový dům. Výpočty neberou v úvahu několik dalších faktorů. Jedná se o hybridní systém a není tak nutné přebytečnou elektrickou energii okamžitě prodávat. Systém baterií také dovoluje lépe organizovat využití velkých a nízkých tarifů. Není tak při nedostatku sluneční energie nutné hned odebírat elektrickou energii ze sítě, ale využít uskladněné energie a vyčkat na nízký tarif. Lze tedy očekávat, že i odběr elektrické energie ze sítě při velkém tarifu také poklesne. Ve výpočtu není zohledněn prodej přebytku elektrické energie, který také přispěje ke snížení nákladů a zrychlení návratnosti celé investice do fotovoltaického systému. Cenu prodeje nelze přesně určit, není již garantována státem a je závislá na aktuální ceně elektřiny na trhu. Vzhledem k tomu že v době psaní diplomové práce počátkem roku 2020 se megawatthodina vykupuje za zhruba 500Kč, nebude náš systém využívat prodej přebytečné energie. Systém budu dopředu predikovat chování spotřebitele, v době spotřeby bude využívat energii z baterií, tak aby v době přebytku využil energii k jejich dobíjení. Pokud přesto dojde k přebytku energie, bude ji ukládat do tak zvaných virtuálních baterií. Virtuální baterie funguje stejně jako akumulátor s tím rozdílem, že místo do baterie se nevyužitá energie vrátí zpátky do sítě a tam ji využije někdo, kdo ji aktuálně potřebuje. Tu přesně změří elektroměr a později si lze tuto energii vzít ze sítě zase zpátky. Nelze tak přesně stanovit návratnost investice, bude se odvíjet od více faktorů. Pokud budeme brát v úvahu jen uspořenou energii, pak návratnost je zhruba 10 let. Lze ji ale předpokládat mnohem nižší. Dodavatelem je deklarována návratnost na 7-8 let dle aktuálních výkupních cen. Při životnosti panelů 30 let se jedná o velmi zajímavý údaj. Pokud započteme průměrné zdražování cen energie a služeb podle vývoje posledních 5 let, degradaci systému a vezmeme-li v úvahu, že fotovoltaický systém splatíme za 10 let, pak v 30letém horizontu se pohybujeme v zisku 250 000Kč.

7. Zhodnocení návrhu

Cílem návrhu byla snaha o návod, jak jednoduše lze integrovat prvky smarthome technologii, do domu/bytu a ukázat, že není třeba se této změny obávat. Je dobré si před takovou změnou nastudovat a vydefinovat co přesně se dá od změny očekávat. K tomu by právě má diplomová práce měla pomoci, snažil jsem se v návrhu zanalyzovat jednotlivé prvky, a to nejen ty zábavní, ale i technologie díky kterým lze ušetřit energii a čas. Na celou realizaci byl stanoven přibližný rozpočet 300 000 Kč, který se mi podařilo téměř dodržet, byl překročen jen o 15 500 Kč, jak vyplývá z tabulky 3. Nutno podotknout, že jsem se na žádné technologii nesnažil šetřit, ale vybíral jsem tak, aby přesně splňovala očekávání a bylo možné ji plnohodnotně implementovat do systému. Pokud by se měl striktně dodržet rozpočet na výstavbu, bylo by možné obětovat audio systém anebo šetřit právě na celém zábavním systému a zakoupit levnější televizi a levnější audio systém. Nedoporučoval bych šetřit na technologiích, které slouží pro bezpečnost nebo na solárních panelech. Dům se přestavbou povedlo zautomatizovat po všech stránkách, bezpečnostní systém díky kamerám a senzorům je připraven okamžitě pomocí notifikací upozornit na něco neobvyklého. Světla jsou nastavena tak, aby se v noci automaticky rozvíjela s co nejmenším jasnem, tedy aby při cestě na záchod neoslňovala. Naopak přes den svítí bílým světlem a k večeru se naopak barva světla upraví na teplé. Povedlo se také vydefinovat pokoje, kde je možné nezávisle na sobě regulovat teplotu. Je tak možné například v kuchyni a obývacím pokoji udržovat příjemné teplo a zároveň v ložnicích je možno si zatopit jen v případě nutnosti, nebo pokud se blíží návštěva. To vše je samozřejmě možné ovládat i na dálku přes mobilní telefon. Pokud se potom ohlásí nějaká nečekaná návštěva, je možné ihned pružně reagovat a zapnout vytápění pokoje pomocí vzdáleného přístupu nebo si tímto způsobem například nechat vyhrát dům při návratu z dovolené. Vysavače mají nastavený týdenní režim, kdy mají uklízet, tak aby nehlučely, když je zrovna někdo doma. Televize a hlasová asistentka jsou napojeny na audio systém, a tak přehrávaná hudba ať už z telefonu nebo film z televize bude mít kvalitní zvuk. Všechna zařízení jsou napojena na hlasovou asistentku, a tak je možné jednotlivé příkazy provádět hlasovým povelům. Energetickou návratnost a úsporu jsem již spočítal, časovou úsporu lze jen těžce odhadnout nebo spočítat, lze ale předpokládat že díky automatickému luxování nebo snížení časové náročnosti péče například o kotel k určité úspoře dojde.

Další výhodou je zvýšená bezpečnost, kdy nejen že dojde při detekci k pohybu k odeslání notifikací, ale lze také nastavit jednotlivé scénáře chování domu v nepřítomnosti obyvatel. Lze tak navodit pocit, že doma je stále někdo přítomen, je možné, aby se nejen rozsvěcela světla, ale například pravidelně zapínala televize nebo hrála hudba.

Zařízení	Cena
Fotovoltaický systém	180 000 Kč
Termostat	10 000 Kč
Bezpečnostní kamery	15 000 Kč
Bezpečnostní systém	5 000 Kč
Bezpečnostní čidla	2 500 Kč
Bezpečnostní zámek	8 500 Kč
Vysavače	20 000 Kč
Xiaomi světla	6 900 Kč
Philips Hue světla	6 800 Kč
Televize	32 000 Kč
Audio systém	20 000 Kč
Google Home	4 800 Kč
Meteostanice	4 000 Kč
Celkem:	315 500 Kč

Tabulka 4: Rozpis jednotlivých zařízení

Zdroj: vlastní zpracování

Při návrhu inovace bylo pak nakonec rozhodnuto z důvodů úspor úplně vynechat automatické žaluzie. Jednalo by se o velkou investici, která by investorům skoro zdvojnásobila rozpočet. Automatické žaluzie neslouží jen pro zpříjemnění běžného života, ale mohou pomoci i s úsporou energie a zvýšení bezpečnosti. Automaticky se roztáhnou při východu světla nebo se naopak automaticky zatáhnou v podvečerních hodinách a slouží jako další izolační vrstva. Je tedy počítáno že v horizontu 5 let dojde k pořízení vnějších automatických žaluzií

Závěr

V diplomové práci jsem si kladl dva hlavní cíle. Prvním bylo shrnout přehledně informace o hlavních trendech především ve smart technologiích a o možnostech jejich komunikace mezi sebou. Druhým byl návrh na jednoduché a levné řešení pro přestavbu staršího domu na alespoň částečně chytrý dům s cílem nejen zjednodušit denní rutiny, ale také zacílit na úsporu energie. V první části diplomové práce jsem shrnul aktuální možnosti komunikace pro jednotlivá zařízení, povedlo se mi zjistit, že protokol Wi-Fi není v řešeních chytrých domácností již upozaďován, ale naopak se stává konkurentem protokolů pro komunikaci smarthome zařízení. Díky jeho výhodám se stal dobrou volbou pro jednoduchá, a přesto elegantní řešení pro přestavbu domácností na chytré. Poukázal jsem na limity a omezení, která je dobré mít na paměti především při vnější přestavbě staršího domu a na co si dát pozor při její realizaci. V druhé části jsem navrhl jednotlivé konkrétní kroky, jak postupovat při výběru technologií a zařízení při výstavbě chytré domácnosti. Stanovený rozpočet na přestavbu se povedlo dodržet. V poslední části jsem pomocí výpočtů a aplikace poskytnutou Evropskou unií ukázal návratnost a výhodnost investice do hybridního solárního systému, na který se váže i zelená dotace od státu. Povedlo se tak splnit hlavní cíle diplomové práce a ukázat, jak jednoduché může být přestavět běžnou domácnost na chytrou domácnost. Cíleno bylo nejen na komfort, ale i na úsporu energie s poměrně malým rozpočtem. Důkazem může být i kladné stanovisko obyvatel domu, kterým se návrh líbí. Rozhodli se tak dle návrhu v diplomové práci přetvořit svůj dům na chytrý v plném navrženém rozsahu i s využitím fotovoltaického hybridního systému, tak jak je navrženo v diplomové práci.

Citace

AFRIZAL. Implementation smart home using internet of things TELKOMNIKA [online]. 2019. 17(6) [cit. 2020-05-03]. ISSN 1693-6930.

ALKHAYTA, Noor. SMART HOME SYSTEM BASED ON WI-FI AND IOT: International Journal of Advances in Engineering & Technology. 2018. 11(6). ISSN 22311963.

BROWN, J.S. 1997. The Coming Age of Calm Technology. 1[2] New York: Springer, New York, NY. ISBN 978-0-387-98588-6.

ČEPOVÁ, Hana. 2016. Využívání Smart Grid v domácnostech. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: MPO [cit. 2020-05-11]. Dostupné na internetu: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/brozura_2016.pdf

EGHAM, J. 2019. Gartner Says 5.8 Billion Enterprise. *Gartner* [online]. Barcelona: Gartner [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-io>

EVANS, Dave. 2012. How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World. Cisco [online]. New York: Cisco [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: https://www.cisco.com/c/dam/global/en_my/assets/ciscoinnovate/pdfs/IOE.pdf

HIERTZ, Guido, Dee DENTENEER, Lothar STIBOR, Yunpeng ZANG, Xavier COSTA a Bernhard WALKE. 2010. The IEEE 802.11 universe. IEEE Communications Magazine [online]. 48(1): 62-70 [cit. 2020-05-01]. DOI: 10.1109/MCOM.2010.5394032. ISSN 0163-6804. Dostupné na: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5394032/>

Jak zabezpečit chytrou domácnost. 2019. ESET [online]. Praha: ESET [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: <https://www.eset.com/cz/blog/prevence/jak-zabezpecit-chytrou-domacnost/>

MALIK, Yogesh . 2017. Smart, Connected and IoT Based Devices. What's The Difference? Medium [online]. London: medium [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internetu: <https://medium.com/all-technology-feeds/smart-connected-and-iot-based-devices-whats-the-difference-36fc1bdc36b2>

Perficient Digital Digital Personal Assistants accuracy study 2019 dostupné: <https://www.perficientdigital.com/insights/our-research/digital-personal-assistants-study>

PERGL, Jan. 2016. Dobře zateplená střecha snižuje energetické nároky domu o 11 %0. Nazeleno [online]. Praha: Nazeleno [cit. 2020-05-08]. Dostupné na internetu: <https://www.nazeleno.cz/dobre-zateplena-strecha-snizuje-energeticke-naroky-domu-o-11/>

PETRTYL, Zdeněk. 2019. Snižování energetické náročnosti existujících budov nejen zateplením. Estav [online]. Praha: Estav [cit. 2020-05-01]. 1[1] Dostupné na internetu: <https://www.estav.cz/cz/7076.snizovani-energeticke-narocnosti-existujicich-budov-lze-nejen-zateplenim-dil-i>

PROQUEST. 2019 Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2019- 09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

SCHWARTZ, Eric. 2019. The Decade of Voice Assistant Revolution. The Decade of Voice Assistant Revolution [online]. London: voicebot [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: <https://voicebot.ai/2019/12/31/the-decade-of-voice-assistant-revolution/>

Silicon Labs, Z-Wave Node Type Overview and Network Installation Guide 2018 Dostupná z: <https://www.silabs.com/documents/login/user-guides/INS10244-Z-Wave-Node-Type-Overview-Network-Installation-Guide.pdf>

The Best Voice Assistants. 2020. Reviews [online]. london: reviews [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: <https://www.reviews.com/tech/consumer/best-voice-assistant/>

VOJTÁČEK, Antonín. 2009. ZigBee PRO - nová vylepšená verze bezdrátové komunikace ZigBee. Automatizace hw [online]. Praha: automatizace hw [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internetu: <https://automatizace.hw.cz/zigbee-pro-nova-vylepsena-verze-bezdratove-komunikace-zigbee>

WI-FI Aliance. WI-FI [online]. NY: Wi-Fi [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi>

YAN Wenbo, WANG Quanyu, GAO Zhenwei Smart Home Implementation Based on Internet and WiFi Technology 2015 School of Computer Science And Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, P. R. China

Zakariae Jebroni Smart Home Energy Management System based on a Hybrid Wireless Network Architecture [online]. 2019. 7(25) [cit. 2020-05-03].

Z-wave Alliance. 2018. RF Wireless World [online]. NY: RF Wireless World [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://www.rfwireless-world.com/Tutorials/z-wave-protocol-stack.html>

Bibliografie

ASTOR, Maggie. 2017. Your Roomba May Be Mapping Your Home, Collecting Data That Could Be Shared. The New York Times [online]. NY: The New York Times [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://www.nytimes.com/2017/07/25/technology/roomba-irobot-data-privacy.html>

Arm Processors for the Widest Range of Devices—from Sensors to Servers. 2018. Arm Processors [online]. USA: ARM [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.arm.com/products/silicon-ip-cpu>

Alliance Overview. 2020. Z-wavealliance [online]. USA: z-wavealliance [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internetu: <https://z-wavealliance.org/z-wave-alliance-overview>

BADENHOP, Christopher W. Computers and Security: the International Source of Innovation for the Information Security and IT Audit Professional. Kidlington : Elsevier Ltd. ISBN 0167-4048.

D-Link, Asus tout 802.11ax Wi-Fi routers, but you'll have to wait until later in 2018. 2019. Zdnet [online]. USA: zdnet [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.zdnet.com/article/d-link-asus-tout-802-11ax-wi-fi-routers-but-youll-have-to-wait-until-later-in-2018/>

JØRGEN, Franck. 2019. Z-Wave Node Type Overview and Network Installation. Z-Wave [online]. 9(1): 34 [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://www.silabs.com/documents/login/user-guides/INS10244-Z-Wave-Node-Type-Overview-Network-Installation-Guide.pdf>

KYAS, Othmar. 2017. How To Smart Home: A Step by Step Guide for Smart Homes & Building Automation. 5. London: Key Concept Press. ISBN 978-3-944980-12-6.

LAUTERNBACH, Michal Bc. 2017] Software pro správu a konfiguraci Z-Wave zařízení
Diplomová práce Univerzita Pardubice

MUNDLE, Kent. IOT Home. Toptal [online]. Madrid: toptal [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.toptal.com/designers/interactive/smart-home-domestic-internet-of-things>

Silicon Labs, Z-Wave Node Type Overview and Network Installation Guide 2018 Dostupná z: <https://www.silabs.com/documents/login/user-guides/INS10244-Z-Wave-Node-Type-Overview-Network-Installation-Guide.pdf>

Smart tech. 2020. Netligo [online]. NY: Netligo [cit. 2020-05-03]. Dostupné na internete: <https://www.netlingo.com/word/smart-tech.php>

Studie State of Voice Technology for Brands od Adobe Analytics. Dostupná z : <https://www.slideshare.net/adobe/state-of-voice-technology-for-brands-145863065>

STEJSKAL, Jakub. Wi-Fi 6 přichází. Co je pod pokličkou nového standardu? 2019. Lupa [online]. Praha: lupa [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.lupa.cz/clanky/wi-fi-6-prichazi-co-je-pod-poklickou-noveho-standardu/>

The fifth generation of WI-FI. 2018. CISCO [online]. : 20 [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white-paper-c11-713103.pdf>

Understanding Z-Wave Networks, Nodes & Devices. 2012. Vesternet [online]. London: Vesternet [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://www.vesternet.com/pages/understanding-z-wave-networks-nodes-devices>

What is Z-Wave 700. 2019. Silabs [online]. USA: silabs [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internete: <https://www.silabs.com/products/wireless/mesh-networking/z-wave/700-platform/what-is-z-wave-700>

YOUNG, Michael. 2018. Smart Home: Digital Assistants, Home Automation, and the Internet of Things. 1. Traverse City, Michigan: Independently published. ISBN 978-

ZigBee Alliance. 2015. ZigBee [online]. London: ZigBee [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://zigbeealliance.org/wp-content/uploads/2019/11/docs-05-3474-21-0csg-zigbee-specification.pdf>

ZigBee. 2018. Buildyoursmarthome [online]. London: buildyoursmarthome [cit. 2020-05-01]. Dostupné na internete: <https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/zigbee/>

Z-Wave Global Regions. 2020. Silabs [online]. USA: silabs [cit. 2020-04-01]. Dostupné na internetu: <https://www.silabs.com/products/wireless/mesh-networking/z-wave/benefits/technology/global-regions>