

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství



Diplomová práce

Inteligentní domy

Bc. Martin Hacker

© 2012 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra informačního inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hacker Martin

Informatika

Název práce

Intelligentní domy

Anglický název

Intelligent Homes

Cíle práce

Práce je zaměřena na problematiku inteligentních domů. Cílem práce je analyzovat současný stav problematiky, možné využitelné technologie a na základě této analýzy vypracovat konkrétní případovou studii v podobě projektu pro vytvoření inteligentní domácnosti.

Metodika

Metodika diplomové práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na zpracování případové studie v podobě projektu pro vytvoření inteligentní domácnosti, demonstrujícího poznatky zjištěné analýzou informačních zdrojů. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků praktické části pak budou formulovány závěry diplomové práce.

Harmonogram zpracování

06/2011-11/2011 - analýza informačních zdrojů

12/2011-2/2012 - příprava případové studie

01/2012 - kontrola průběhu práce (zápočet)

03/2012 - finalizace práce

Rozsah textové části

60 - 80 stran

Klíčová slova

inteligentní dům, bezpečnostní systém, řízení prostředí, klimatizace, řídicí systém, chytré bydlení, úspora energie, konfigurace

Doporučené zdroje informací

Toman K., Kunc J.: Systémová technika budov. 87 stran, FCC Public 1998, ISBN: 80-901985-4-6

Valeš M.: Inteligentní dům. 2. vydání, 136 stran, Era 2008, ISBN: 978-80-7366-137-3

Garlík B.: Elektrotechnika a inteligentní budovy - podklady pro předmět EIB magisterského studia. ČVUT FSV, katedra TZB 2008.

Merz H., Hausemann T., Hübner C.: Automatizované systémy budov. 1. vydání, 264 stran, Grada 2008, ISBN: 978-80-247-2367-9

Smola J.: Stavba rodinného domu krok za krokem. 400 stran, Grada 2007, ISBN: 978-80-247-2148-4

Vedoucí práce

Brožek Jiří, Ing.

Termín odevzdání

březen 2012



prof. Ing. Ivan Vrana, DrSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr.h.c.

Děkan fakulty

V Praze dne 28.6.2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Inteligentní domy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2012

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Jiřímu Brožkovi za odborné vedení a rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji Ing. Martinu Koperniechovi za poskytnutí informací o systému HAIDY a pomoci při zpracování případové studie.

Inteligentní domy

Intelligent Homes

Souhrn

Tématem diplomové práce jsou inteligentní domy. Inteligentní dům je takový, který zajistí bezpečí a zvýšení kvality života všech uživatelů domu. Práce je zaměřena na instalaci moderních technologií do těchto domů a jejich vzájemnou integraci. Začátek této práce se zabývá automatizací budov, systémovou technikou budov a managementem energií. Poté definuje nízkoenergetické a pasivní domy. Prostřední část je určena inteligentním domům, jejich přínosům pro uživatele, úsporám ve spotřebě energií a základní infrastruktuře. Dále se věnuje výběru systému s pomocí vícekritériální analýzy variant a charakteristice vybraného systému. Nakonec se zaměřuje na požadavky od zadavatele a navržené řešení se zhodnocením výsledků a doporučeními.

Summary

The topic of my graduating theses deals with intelligent houses. Intelligent house is one that ensures safety and quality of life of all users of the house. My work is devoted to the installation of advanced technologies into these houses and their mutual integration. First part of this work deals with building automation, building system technology and energy management. Then define the low-energy and passive houses. The middle section is intended for intelligent houses, their benefits to users, savings in energy consumption and basic infrastructure. It also discusses the choice of using multi-criteria analysis of options and the characteristics of the selected system. Final part of my theses is focused on requests from the client and the proposed solution with evaluation results and recommendations.

Klíčová slova: Inteligentní dům, bezpečnostní systém, řízení prostředí, klimatizace, řídicí systém, chytré bydlení, úspora energie, konfigurace.

Keywords: Intelligent house, security system, environment management, conditioning, control systems, smart home, saving energy, configuration.

Obsah

1 Úvod.....	- 9 -
2 Cíl a metodika práce	- 10 -
3 Teoretická východiska	- 11 -
3.1 Automatizace budov	- 11 -
3.1.1 Automatizace budov a systémová technika budov	- 11 -
3.1.2 Technická zařízení budov	- 12 -
3.1.3 Hierarchická struktura automatizace budov	- 13 -
3.1.4 Hierarchická struktura systémové techniky budov	- 14 -
3.1.5 Management energií	- 15 -
3.1.5.1 Doba návratnosti	- 16 -
3.1.5.2 Funkce managementu energií v automatizační rovině	- 16 -
3.1.5.3 Funkce managementu energií na manažerské úrovni	- 18 -
3.1.5.4 Funkce řízení prostředí a managementu energií v automatizaci místností	- 20 -
3.2 Nízkoenergetické a pasivní domy	- 21 -
3.2.1 Nízkoenergetické domy	- 22 -
3.2.2 Pasivní domy.....	- 23 -
3.3 Inteligentní domy	- 24 -
3.3.1 Definice inteligentní budovy	- 24 -
3.3.2 Vymezení pojmu inteligentní dům	- 25 -
3.3.3 Přínosy pro obyvatele inteligentního domu	- 26 -
3.3.4 Úspory a monitorování spotřeby energií	- 28 -
3.3.4.1 Vytápění, ventilace, klimatizace a stínění	- 29 -
3.3.4.2 Ohřev teplé vody, osvětlení a provoz ostatních spotřebičů	- 31 -
3.3.4.3 Monitorování a optimalizace spotřeby	- 32 -

3.3.5 Základní infrastruktura	- 33 -
3.3.5.1 Strukturovaná kabeláž.....	- 33 -
3.3.5.2 Bezdrátové sítě.....	- 35 -
3.3.5.3 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace.....	- 36 -
3.3.5.4 Standardizované sběrnice a sítě	- 36 -
3.3.6 Možnosti integrace, ovládání a automatizace	- 37 -
3.3.6.1 Bezpečnostní systémy.....	- 38 -
3.3.6.2 Netradiční řešení	- 39 -
4 Vlastní práce	- 40 -
4.1 Výběr systému	- 40 -
4.1.1 Specifikace kritérií.....	- 40 -
4.1.2 Popis jednotlivých systémů	- 42 -
4.1.3 Kriteriaální matice	- 45 -
4.1.4 Kvantifikace ordinálních informací a určení vah kritérií.....	- 46 -
4.1.5 Stanovení pořadí variant	- 49 -
4.1.6 Analýza citlivosti preferenčního pořadí variant.....	- 55 -
4.2 Charakteristika vybraného systému	- 55 -
4.3 Požadavky na systém od zadavatele	- 58 -
4.4 Navržené řešení.....	- 59 -
4.4.1 Řešení jednotlivých variant	- 59 -
5 Výsledky a diskuze	- 60 -
6 Závěr	- 65 -
7 Seznam použitých zdrojů.....	- 66 -
8 Seznam obrázků, tabulek a příloh.....	- 68 -
9 Přílohy.....	- 70 -

1 Úvod

Nárůst informační technologie se v dnešní době stále více projevuje i v běžném životě. Důkazem je používání moderních technologií nejen v účelových stavbách, ale i v rodinných domech a bytové výstavbě. Nejedná se přitom jenom o jednotlivé systémy a prvky. Stále více jde o zástup instalací integrovaných a propojených systémů. Domy, ve kterých je takový systém nainstalován se nazývají inteligentní. Systém v inteligentním domě má za úkol zejména optimalizaci bezpečí, komfortu ovládání a úspory energií. Přispívá také k příjemnější zábavě a celkovému pohodlí jeho obyvatel. U inteligentního domu se myslí také na přípravu do budoucnosti, aby se případné následné změny mohly provést bez stavebních úprav a tudíž rychle a jednoduše.

Inteligentně řešené domy se stále více dostávají v České republice do podvědomí široké veřejnosti. Lidé o ně projevují větší zájem a více se o nich mluví. Důvodem je, že jsou inteligentní domy finančně dostupnější a lidé zároveň chtějí investovat do vlastního pohodlí. Díky postupně se snižujícím cenám moderní elektroniky a vybavení se tak stává inteligentní dům z luxusu movitých osob postupně standardem. Dalším důvodem je možnost efektivního snížení spotřeby energií a s tím spojenými náklady. Dále to mohou být čím dál tím větší nároky na bezpečí celé rodiny. Inteligentní dům dnes představuje nejen chytrou elektroinstalaci, ale opravdový komplexně automatizovaný domov pro jeho obyvatele.

2 Cíl a metodika práce

Cílem této práce je analýza současného stavu problematiky inteligentních domů, možnosti instalované technologie a její vzájemná integrace. Tedy především určení teoretického rámce zaměřeného na automatizaci, technická zařízení a management energií. Dále definování inteligentní budovy a určení výhod pro obyvatele inteligentních domů. Na základě provedené analýzy a výběru systému se určí vhodný systém pro inteligentní domy. Dále se vypracuje případová studie v podobě konkrétního projektu pro vytvoření nabídky na inteligentní dům.

Tato diplomová práce bude zpracována na základě studia a analýzy odborných informačních zdrojů. Rozborem odborných informačních zdrojů bude definována inteligentní budova, její automatizace, integrace a možnosti ovládání. Dále budou definovány nízkoenergetické a pasivní domy a problematika managementu energií. Praktická část práce je zaměřena na výběr systému pro inteligentní domy pomocí vícekritériální analýzy variant. Nejdříve se určí možné varianty a jednotlivá kritéria s klasifikacemi. Pro určení kvantifikace ordinální informace a určení vah kritérií se využije metody kvantitativního párového porovnávání (Saatyho metody) a metody postupného rozvrhu vah. Poté se použije metod na stanovení pořadí variant, půjde o metodu pořadí a bodovací metodu, dále o metodu aspiračních úrovní, metodu váženého součtu (WSA) a metodu TOPSIS. Pro výpočet metod vícekritériálního rozhodování byl použit program MS Excel s doplňkem Sanna. Ze získaných výsledků se provede analýza citlivosti preferenčního pořadí variant a určí se kompromisní varianta. Poté se provede charakteristika vybraného systému a na základě poznatků zjištěných analýzou informačních zdrojů a požadavků od zadavatele se vytvoří projekt inteligentní domácnosti. Závěry diplomové práce budou formulovány pomocí teoretických poznatků a výsledků praktické části.

3 Teoretická východiska

3.1 Automatizace budov

Podíl automatizace budov roste již řadu let. Uživatelé požadují větší komfort, úsporu energií, bezpečnost, komunikaci a flexibilitu. Jedná se jak o soukromou a bytovou výstavbu, tak o účelové stavby (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

Dnes se stává značný počet automatizovaných funkcí v soukromé bytové výstavbě určitým standardem. Patří sem hlavně funkce integrovaného vytápění, řízení osvětlení a zajištění bezpečnosti (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

Účelové stavby mají určité funkční zaměření, jsou mezi nimi například kancelářské budovy, nákupní střediska, nádražní a letištní budovy, atd. Od obytných budov se účelové stavby odlišují právě svým zaměřením a lze je chápat i jako komerční produkt. Tyto stavby se zpravidla vybavují složitými řídicími a regulačními systémy, protože se jedná o podnikatelsky provozované objekty. Mezi hlavní automatizační systémy patří tepelné a chladicí přístroje a vzduchotechnika. Dalším požadavkem je, aby konstrukční koncepce účelové stavby a její provozně – technické vybavení umožnila dostatečnou flexibilitu budovy (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.1 Automatizace budov a systémová technika budov

V souvislosti s termínem automatizace budov, se vyskytuje i pojem systémová technika budov. Nejedná se o zaměnitelné termíny. Jejich vzájemný vztah se dá odvodit z definice automatizace budov podle VDI (Verein Deutscher Ingenieure - Jednotka německých inženýrů): „*Automatizace budov je digitální měřící, kontrolní, regulační a řídicí technika pro technické vybavení budov.*“ Z toho vyplývá, že termín „automatizace budov“, přesněji automatizační a řídicí systémy budov (BACS – Building Automation and Control Systems) je obecnější a nadřazený pojmu „systémová technika budov“. Systémová technika budov se tedy chápe jako speciální část automatizace budov, zabývající se přednostně elektroinstalací (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.2 Technická zařízení budov

Budovy mají množství technického vybavení, jemuž se souhrnně říká technická zařízení budov. Patří k nim zařízení zajišťující vnitřní prostředí budovy, tzn. zajišťující dodávku tepla, čerstvého vzduchu, chladících médií, elektrické energie a vody. Dále také zařízení zajišťující chod budovy jako takové, tím se myslí zařízení pro likvidaci odpadů, kanalizaci, výtahy, zdviže apod. Pro hospodárné a automatické fungování, musí být tyto přístroje vybaveny příslušnými regulačními a řídicími moduly. Požadované monitorovací jednotky pro tato zařízení se nazývají DDC moduly (DDC - Direct Digital Control). Za částí příslušného technického vybavení a vybavení měřící, řídicí a regulační techniky (MaR) zodpovídá dodavatel. Jedná se většinou o vybavení budov týkající se vytápění, větrání a klimatizace (HVAC – Heating, Ventilating and Air Conditioning). U informačně technické koordinace je potřeba zajištění propojení, což lze udělat třemi způsoby:

- Technická zařízení budov se můžou řídit a regulovat vestavěnými DDC moduly a komponentami integrovanými do systémové techniky budov. Obvyklé to bývá u zařízení zabývajících se vytápěním, větráním a klimatizací.
- Instalací speciálních DDC modulů zajišťujících monitoring, vstupní a výstupní konektivitu. Používají se u technického vybavení budov sanity a zajištění dodávek elektrické energie.
- Přímou konektivitou mezi technickým zařízením budov (TZB) a řídicím počítačem v rámci automatizační sítě. Při přenosu velkých objem dat je tato varianta nejvhodnější a také se hodí pro případ kdy má TZB vlastní počítač (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

U vybavení jednotlivých místností se využívá systémová technika budov, která přebírá funkci automatizace místností. Jedná se o všechny aplikace v jedné místnosti, které jsou automatizované. Pro toto řešení nejsou potřeba žádné moduly DDC, protože jednotlivé funkce zajišťují jednotlivé součásti systémové techniky budov. Používají se předem naprogramované jednoúčelové komponenty (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.3 Hierarchická struktura automatizace budov

Pro užití technických zařízení budov se nejčastěji používají systémy automatizace budov (BMS – Building Management System). Základní uspořádání jednotlivých částí typického BMS je zobrazena na obrázku č. 1 (Matz, 2011).



Obrázek č. 1: Hierarchická struktura automatizace budov (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

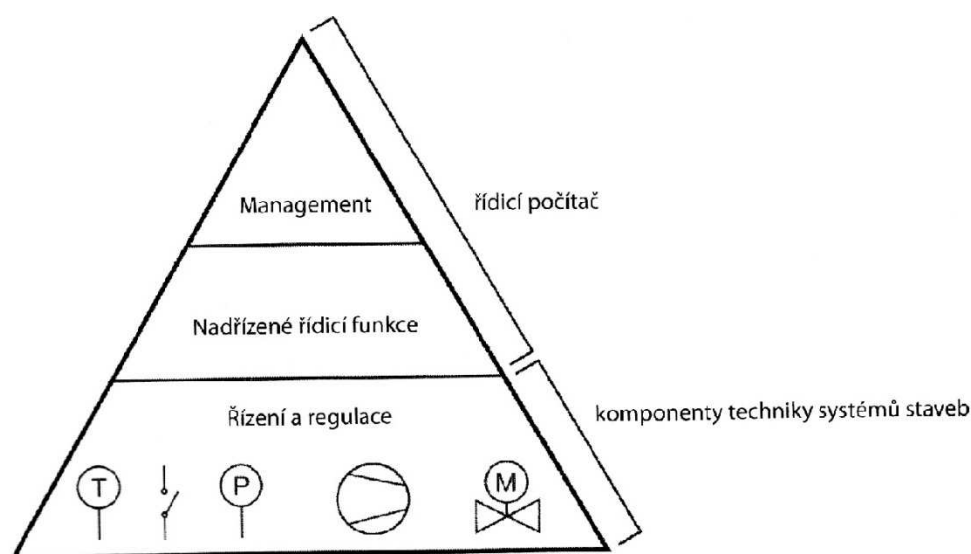
V obrázku je vidět struktura jednotlivých systémů a komponent, včetně logické návaznosti v celém systému BMS. Nejedná se však o úroňovou skladbu dle důležitosti. Standardní BMS se v nejnižší vrstvě skládá ze systémů polní instrumentace, v obrázku č. 1 to značí koncové prvky. Další vrstvy, ze kterých se skládá, jsou rozvaděče (v obrázku č. 1 - Rozhraní provozně technických zařízení) osazené regulátory a vstupně výstupními moduly (v obrázku č. 1 - Měření a regulace) s naprogramovanou řídicí strategií (v obrázku č. 1 - Nadřazené řídicí funkce) a systému s grafickou vizualizací řízené aplikace (v obrázku č. 1 - Management). Některé aplikace nemusí mít nějakou vrstvu, ale v současnosti jsou nejnižší čtyři vrstvy brány za standard. Nejvyšší vrstva, systém managementu, se nevyskytuje u aplikací tak často, ale je stále více vyžadována (Matz, 2011).

Na obrázku č. 1 lze vidět, že nejbližše procesům jsou umístěny snímače pro zachycení informace ze systému. Na nejnižší úrovni v integrovaném systému automatizace

budov jsou snímače teploty, průtokoměry, hlídače námrazy apod. Pak k tomu přistupují aktivní prvky a spojení s DDC regulátory, které podmiňuje řízení a regulaci. Skříň rozvaděče, do kterých jsou instalovány DDC regulátory, bývá obvykle u místnosti technických zařízení. Ve skříni rozvaděče jsou ještě umístěny svorkovnice pro připojení rozvodů, vstupně výstupní moduly. Řídicí a regulační funkce se zpracovávají nezávisle v jednotlivých DDC regulátorech. U tohoto řešení (viz obrázek č. 1) se informace od všech připojených zařízení sbíhají do počítače s nainstalovanou grafickou nadstavbou. Proto může tato grafická nadstavba v některých případech převzít i řídicí funkce (Matz, 2011).

3.1.4 Hierarchická struktura systémové techniky budov

Použitím komponent systémové techniky budov dojde k situaci, kdy kombinací vlastních snímačů, které jsou zabudovány v jednom místě společně s integrovanými procesory a připojením na sběrnici, se víceúrovňová struktura zmenší na jedinou vrstvu. Jak lze vidět na obrázku č. 2 (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).



Obrázek č. 2: Zvláštní hierarchická struktura techniky systémů budov (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

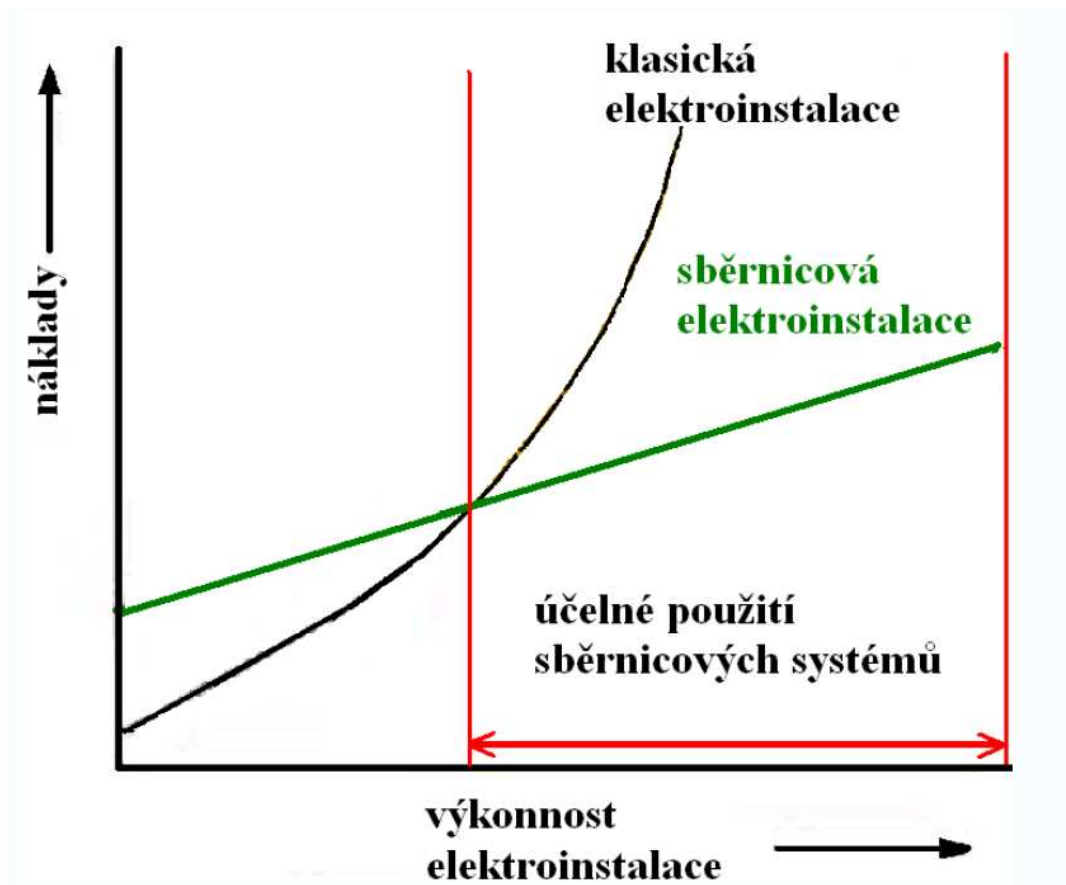
Příkladem systémových komponent jednoho typu kombinace může být termostat firmy Busch-triton[®], který se skládá z pětinásobného snímače s tlačítkovým ovládním a integrovaným termostatem. Snímač na měření teploty předá informaci o její hodnotě procesoru a ten jí zpracuje a porovná s požadovanou teplotou v místnosti. Pokud

je hodnota nižší termostat spustí topení a pokud nižší, tak ho vypne. Další snímače s tlačítkovým ovládním lze využít na řídicí povely akčním členům u lokálních operací, jako k ovládním osvětlení, stmívání, vytažení rolet, větrání (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.5 Management energií

Management energií, někdy také energetický management (Energy Management), patří k nejdůležitějším úlohám automatizace budov. Jde o automatickou regulaci, řízení, kontrolu a zejména energeticky úsporný provoz (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

Na obrázku č. 3 můžeme vidět graf závislosti celkových nákladů na pořízení elektroinstalace na výkonnosti elektroinstalace. Výkonností elektroinstalace se rozumí množství ovládaných provozně technických funkcí v budově. Tento graf je uváděn z hlediska účelnosti vynaložení finančních prostředků na provedení elektroinstalace v budově (Toman & Kunc, 1998).



Obrázek č. 3: Závislost ceny na výkonnosti elektroinstalace (Zdroj: Toman & Kunc, 1998)

3.1.5.1 Doba návratnosti

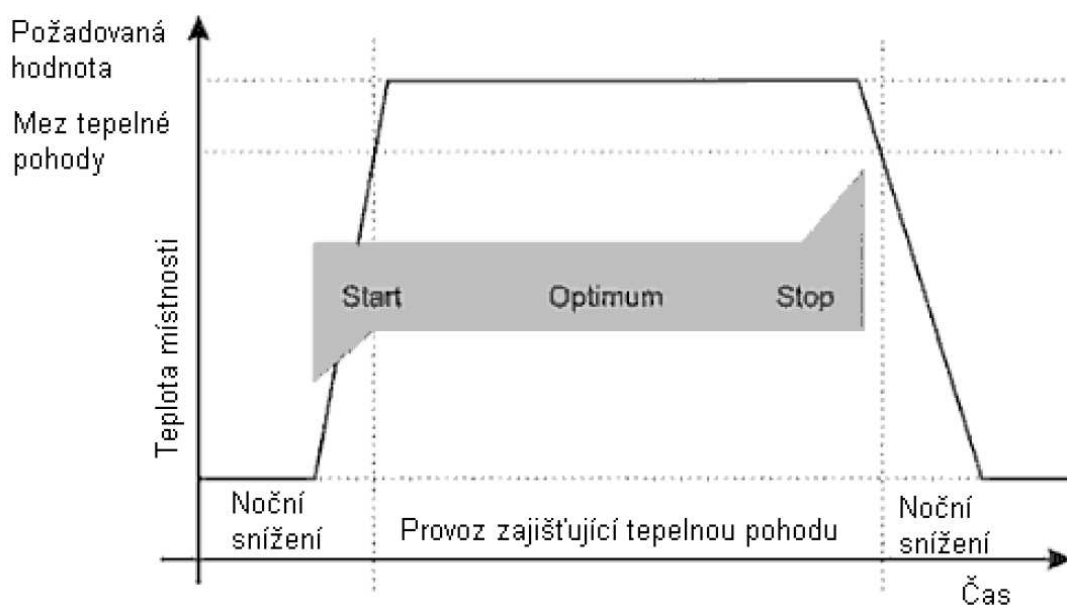
Při projektování účelových staveb se dnes využívá výkonná automatizace. Důvodem je značná úspora provozních nákladů, přitom se uvažuje, jaké úspory přinese využití inteligentních řídicích funkcí. Například pokud má kancelářská budova pořizovací cenu 20 milionů €, pak podíl automatizace bude asi 250 000 €. Rční energetické náklady na jednu budovu představují 2 – 4 %, podle rozsahu vybavení. Pro průměrnou hodnotu 3 % tyto náklady za rok představují 600 000 €. Při nasazení automatizace se úspory energií podle konzervativních odhadů pohybují kolem 10 % z celkových provozních nákladů, což činí za rok 60 000 €. Znamená to tedy, že doba návratnosti investice bude asi 4 roky. Navíc zde není odhadnuta optimalizace potřeby pracovních sil personálu, která by energetické úspory ještě zvýšila (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.5.2 Funkce managementu energií v automatizační rovině

V případech kdy není potřeba pravidelně nastavovat a seřizovat programy pro optimalizaci spotřeby energií mohou být programy přímo nainstalovány do zařízení. Možné funkce jsou pak naprogramovány přímo do DDC modulů, a proto mohou pracovat bez zásahů, než si vyžádají zásadní změnu stavební úpravy. Mezi takové programy řadíme například:

- **Adaptivní regulace podle požadované referenční hodnoty.** Příkladem je regulace teploty přívodu tepelného okruhu. Snímač zachycuje venkovní teplotu a srovnává ji s referenční hodnotou, při nižších venkovních teplotách se zvýší teplota přívodu topného okruhu. Jestliže je venkovní teplota stejná jako referenční, tak se teplota přívodu topného okruhu sníží na minimální hodnotu. Takové funkce se dají dobře využít v letním období, říkají se jim „letní navýšení“ a přispívají ke snížení nákladů na chlazení. Přispívají také ke zdraví uživatelů tím, že snižují teplotní rozdíly mezi místnostmi a venkovním okolím.
- **Regulace entalpie.** Jde o regulaci tepelné energie uložené v termodynamickém systému. Využívá se u klimatizace, kde je možno ovlivňovat všechny stavy vzduchu v místnosti. Z hlediska nákladů lze regulací entalpie určit ideální nastavení klapek přiváděného a odváděného vzduchu na jeho energetický obsah a optimalizovat je s požadavky na ohřívání, chlazení, zvlhčování a odvlhčování.

- **Spínání na základě řízení závislých událostí.** Jednoduchým příkladem je hlášení příchodu nebo přítomnosti osob tak, aby se mohl vydat pokyn k řízení osvětlení. Ovšem pouze za předpokladu, že se uživatelé v místnosti nacházejí. Složitější případem je stav rezervací u hotelových pokojů na recepci. Když nebude pokoj toho dne rezervován, budou vypnuty všechny spotřebiče a referenční teplota v místnosti bude stanovena na minimum. Pokud dojde k rezervaci, tak se příslušný den přizpůsobí i nastavení teploty v pokoji.
- **Spínání optimalizované v čase (Optimum Start Stop).** Jedná se o zdokonalení časově závislého spínání na základě programů na manažerské úrovni. U Spínání optimalizované v čase, též „klouzavého spínání“, se povelů pro sepnutí a vypnutí vydávají podle výpočtu nejpozději možných sepnutí a nejdříve přípustných vypnutí daného zařízení (viz. Obrázek č. 4). Příkladem může být optimalizační adaptabilní automatická funkce, která ovládá tepelné vlastnosti budovy zvolením startovacích a vypínacích časů na základě měření vnitřní a venkovní teploty.

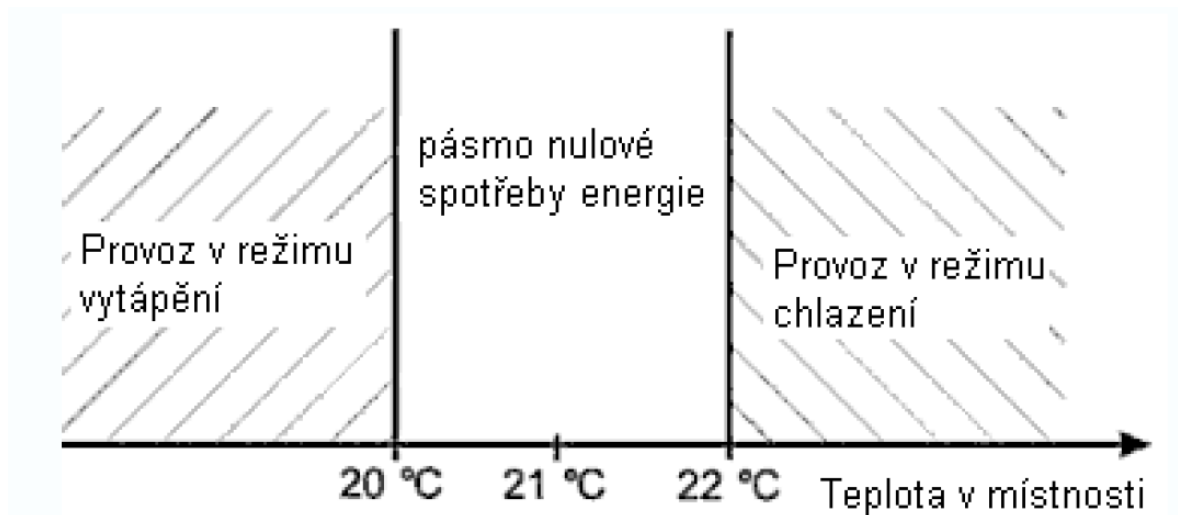


Obrázek č. 4: Spínání optimalizované v čase na příkladu ústředního topení (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

- **Noční chladicí provoz.** Typické využití této funkce je pro letní období. V průběhu nočních hodin, kdy je teplota venku nižší než uvnitř místností, se zapnou všechna větrací zařízení. S plným podílem venkovního vzduchu pracují až do časných

ranních hodin. Prostory budovy a budova samotná se pak využívají, jako chladicí média.

- **Regulace pásmem nulové spotřeby energie.** Regulační teplotní pásmo je takové, kdy se netopí ani nechladí, pouze se reguluje oběh vzduchu a přívod venkovního vzduchu pomocí nastavení klapek, čímž dochází k poklesu spotřeby energií (obrázek č. 5). Avšak v případě špatných regulačních prostředků není možno určit přesně referenční hodnotu teploty. To může mít za následek, že regulátory přeskočí své regulační pásmo a tím probíhá vytápění a ochlazování současně. Příkladem jsou místnosti u budov využívaných veřejností, jako jsou sály kin, divadelní sály, prostory nákupních středisek, a jsou vybaveny systémy jak pro vytápění, tak pro ochlazování.



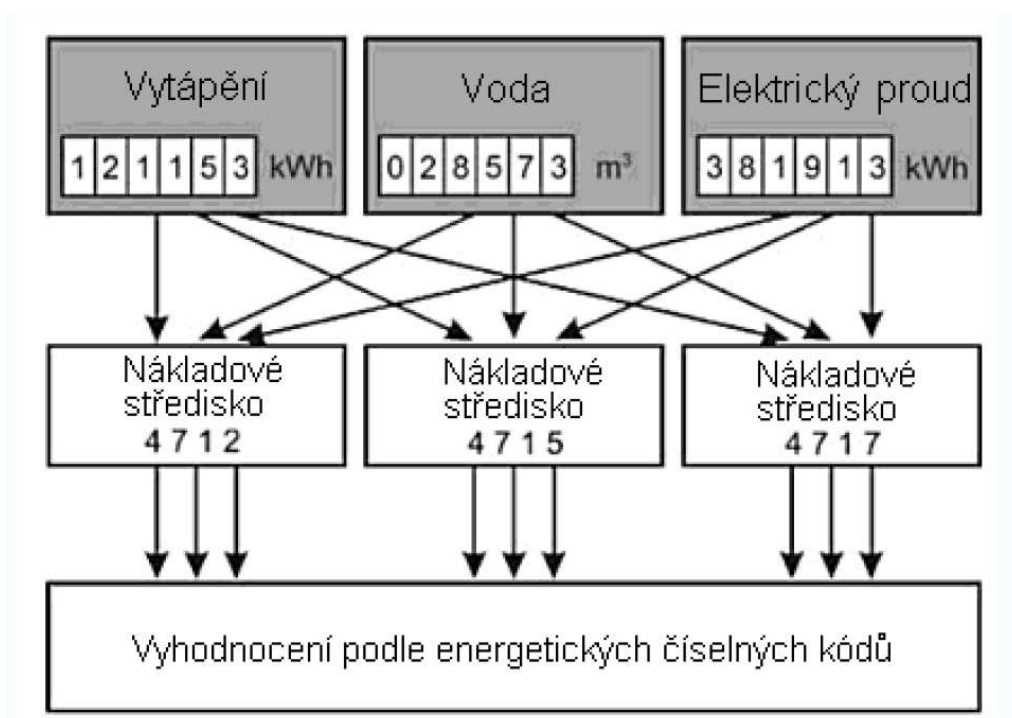
Obrázek č. 5: Regulační pásmo nulové spotřeby energie (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

- **Cyklické spínání.** Tato funkce nabízí značné úspory u předimenzovaných zařízení, skrytou nevýhodou jsou horší regulační kvality (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.5.3 Funkce managementu energií na manažerské úrovni

Pro nutnost neustálého přizpůsobování a vyladování řízení provozu budovy z časového, či technologického hlediska je vhodné funkce managementu energií přenést na počítač. Uživatel systému má pak větší komfort při obsluze a širší nabídku řešení v následujících funkcích:

- **Energetický controlling.** V dnešní době můžeme najít mnoho budov, kde se náklady na energii nezaznamenávají a neúčtují. Velké rezervy úspor jsou i v některých výzkumných ústavech a výrobních závodech. Na tyto úspory můžeme dosáhnout pomocí spotřebitelsky orientovaného rozvržení nákladů na energii (obrázek č. 6). Příkladem může být vybavení budov digitálními měřiči – elektroměry, vodoměry, plynoměry s přehledem spotřeby i nákladů a propojení s obchodním zúčtovacím systémem s počítačem. To umožňuje automatické vyúčtování a vystavení dokladu o jednotlivých položkách.



Obrázek č. 6: Energetický controlling (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

- **Omezení maxim zátěže / eliminace špiček.** Funkce omezení maxim zátěže se zabývá odpočtem hodnoty spotřeby elektrické energie v průběhu čtvrt hodiny. Určuje odebíraný výkon za danou dobu a nejvyšší zátěže na konci měření. Na základě tohoto měření dochází k výpočtu prognózy spotřeby elektrické energie. Pokud se vypočítá prognóza taková, že bude překročena smluvně stanovená hodnota, potom program zasáhne a spotřebitele odpojí. Důsledkem je potom odstranění doplatků za elektrickou energii. Funkce může také průběžně sledovat průměrné spotřeby a tím získat podklady pro optimalizaci průběhu výroby v podniku a pro příští smluvní období na poskytování elektrické energie.

- **Časově ovládané spínání.** K funkcím managementu energií patří také programování časových průběhů. Potencionální úspora se vytváří tím, že provozní doby zařízení přizpůsobí časovým úsekům jejich využití. Příkladem je sladění ranního příjezdu zaměstnanců budovy na parkoviště s programem řídicím osvětlení v závislosti na východu slunce. V domácnostech se dá tato funkce využít k časovému ovládnutí nočního snížení pokojové teploty (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.1.5.4 Funkce řízení prostředí a managementu energií v automatizaci místnosti

Z hlediska úspor energií hraje významnou roli vzájemná provázanost provozně technických funkcí v místnostech. Pro účelové místnosti jsou vysoké požadavky na flexibilitu, na možnost změnit využití místnosti. Změna využití dříve znamenala i výměnu kabeláže a elektroinstalace, dnes, pokud se s tím včas počítá, stačí přeprogramování instalovaných komponent systému. U místností v bytové výstavbě má větší význam zajištění bezpečnosti, protože se nepočítá s častou rekonstrukcí či změně účelu místnosti. V následujícím přehledu jsou popsány některé provozně technické funkce se vzájemnými vazbami podle jednotlivých druhů technického zařízení a vybavenosti:

- Vytápění, chlazení, větrání (HVAC):
 - Nastavení požadovaných hodnot teploty v místnosti podle přítomnosti a počtu osob, monitorováním osob a snímačem přítomnosti.
 - Nastavení a optimalizování teplot v místnostech, podle jejich použití.
 - Automatické snížení pokojové teploty při vysokých venkovních teplotách v letním období.
 - Při otevření oken vypnutí funkcí chlazení a vytápění.
 - Optimalizace větrání v závislosti na kvalitě vzduchu v místnosti.
- Řízení osvětlení:
 - Zapnutí osvětlení pomocí ovladače nebo snímače přítomnosti osob.
 - Nastavení osvětlení v závislosti na využití místnosti.
 - Ovládání osvětlení snímačem jasu v místnosti nebo podle jasu venkovního prostředí.
 - Regulace světla pomocí nastavení lamel žaluzií podle intenzity slunečního svitu.

- Světelné scény.
- Zastínění a žaluzie:
 - Nastavení zastínění místností v závislosti na čase a ročním období.
 - Regulace světla v místnosti nastavením lamel žaluzií podle intenzity slunečního svitu a zamezení přímého slunečního záření.
 - Automatické vytažení vnějších rolet a žaluzií při nárazech větru.
- Bezpečnost:
 - Vyznačení únikových cest a nouzových východů při požáru.
 - Snímač kouře v zakouřené místnosti dá pokyn k vyvětrání pomocí elektricky nastavitelných oken.
 - S vyhlášením poplachu se zapnou všechna osvětlení.
 - Simulace přítomnosti osob nastavením řízeného osvětlení.
 - Kontrola vstupu jednotlivých osob systémem Key – Card, nebo snímáním biometrických údajů.
- Multimedia:
 - Aktivace světelné scény při spuštění domácího kina.
 - Ovládání vybavení v místnosti pomocí systému PDA (Personal Digital Assistant), mobilním telefonem, tabletem nebo PC (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

3.2 Nízkoenergetické a pasivní domy

Mezi inteligentní domy se dají zařadit také nízkoenergetické a pasivní domy. V pravém slova smyslu ne svým podílem automatizace, ale svým důrazem na nízkou spotřebu energií. Tyto domy jsou inteligentní ve smyslu použitých materiálů a způsobů stavby snižující energetickou náročnost. V České republice se vyskytuje pouze několik stovek takovýchto domů. Velice významně tedy zaostává za vyspělou Evropou, kde takový způsob výstavby se stává standardem (Smola, 2011). Tato práce je zaměřena na informační technologie a automatizaci v budovách, proto se zde zmiňuje pouze, jaké musí pasivní a nízkoenergetické domy splňovat kritéria a normy.

3.2.1 Nízkoenergetické domy

Nízkoenergetické a pasivní domy mají, jak název napovídá mnohem menší spotřebu energií, než domy normální. Nízkoenergetické domy (NED), aby dosáhly na standard mezinárodních kritérií, musí splňovat tyto požadavky:

- Jednotlivé konstrukce nízkoenergetických domů musí splňovat normové hodnoty součinitele prostupu tepla podle normy ČSN 73 0504 – 2. Plošná měrná potřeba tepla na vytápění, na rok nepřesahuje 50 kWh/(m².a).
- Správné umístění stavby na pozemku. Problém ideální pozice nízkoenergetických staveb je jejich nepředpokládaná realizace v územních plánech.
- Co nejmenší povrch pláště domu, jednoduchý a kompaktní tvar domu. Střecha by měla být optimálně plochá, pultová případně sedlová.
- Dispozice domu je orientována ve vztahu k tepelným zónám (Obytné místnosti orientovány na jižní a západní strany, ostatní na strany severní a východní). Tepelné oddělení ostatních prostor (garáž, zimní zahrada,...).
- Obal domu musí mít dostatečnou vrstvu tepelné izolace s odstraněním tepelných mostů. Velikost izolační vrstvy se liší pro podlahu (150 mm), stěny v závislosti na technologii a skladbě (200-250 mm), střešní konstrukci (300-350 mm).
- Zpracování knihy konstrukčních detailů a zapojení experta na tepelnou techniku už při studii.
- Velikost a plocha oken se optimalizuje ke světovým stranám. Důležitá jsou pro osvětlení a oslunění obytné místnosti. Významné je jejich zabudování do obvodového pláště domu.
- Vzduchotěsnost nízkoenergetického domu. Při obvyklých průduších jsou velké tepelné ztráty.
- Hygienicky nezbytná výměna vzduchu. To je v rozporu s předešlou vzduchotěsností. Řešením je zde řízený systém větrání s rekuperací tepla i s možností chlazení.
- Důsledný dozor nad celou stavbou od projektanta a technický dozor od stavebníka. Organizace a určení kontrolních dnů na realizaci stavby (Smola, 2011).

Výše uvedené body pro výstavbu nízkoenergetických domů, jsou na rozdíl od normální stavby provázány a nesmí dojít k tomu, že by byl nějaký vynechán. Porušila by se tím koncepce domu a ten už by potom nebyl nízkoenergetický (Smola, 2011).

3.2.2 Pasivní domy

Specifikace pasivních domů vychází z rozdílnosti od nízkoenergetických domů a konkretizují ji tyto body:

- Pasivní domy musí splňovat to co domy nízkoenergetické, ale navíc mají více posílen svůj tepelný obal a mají eliminovány všechny tepelné mosty. Pasivní domy jsou proto náročnější na konstrukční detaily, než domy nízkoenergetické.
- Vyšší nárok je kladen na hodnoty součinitelů prostupu tepla obvodových konstrukcí, které nesmí překračovat $0,15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, střeš (0,10 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$), oken ($0,75 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$).
- Liší se také velikost vrstvy izolace v podlahách je třeba 300 mm, ve stěnách v závislosti na technologii 300-400 mm a ve střešní konstrukci 500-600 mm.
- Takto kvalitně zateplené domy mohou využívat vnitřních zdrojů tepla, které vyzářují některé domácí spotřebiče a zdroje světla.
- Plošná měrná potřeba tepla na vytápění, na rok nepřesahuje $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$.
- Takto nízká energetická potřeba umožňuje vytápění pouze pomocí řízeného systému větrání s rekuperací tepla o účinnosti vyšší než 75 % z odváděného vzduchu. Pro případ velmi nízkých venkovních teplot se vyplatí instalovat malé zařízení pro přehřátí vzduchu.
- Celková roční měrná potřeba tepla nemá být vyšší jak $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$. Jedná se o primární energii, kterou je třeba uvolnit v místě zdroje při energetické přeměně.
- Po celou dobu životnosti stavby musí být pasivní dům vzduchotěsný.
- Ověření vzduchotěsnosti se provádí ještě před dokončením budovy, při již zaplněných otvorech, ale při obnažených parozábranách, což umožňuje dodatečné opravy. Kontrolní měření se poté provádí v rámci přejímkového řízení na konci stavby.
- V pasivním domě by se měly používat úsporné elektrospotřebiče, aby se snížila spotřeba elektrické energie, někdy může jít až o 50 %. Vysoce úsporné spotřebiče jsou značeny na energetickém štítku písmenem „A“ (Smola, 2011).

3.3 Inteligentní domy

Výraz inteligentní dům je dosti specifický, proto se v odborné literatuře mluví obecně o inteligentních budovách. To, že je budova inteligentní znamená, že je vybavena počítačovou a komunikační technikou, která zvyšuje komfort jejího obývání a účelnost pro její zaměření. Technika budovy předvídá a reaguje na potřeby svých obyvatel s podněty z vnějšího světa, čímž zvyšuje jejich pohodlí, zároveň snižuje spotřeby energií a poskytuje jim bezpečí a zábavu (Valeš, 2008). Přesněji se specifikuje inteligentní budova v následující kapitole.

3.3.1 Definice inteligentní budovy

Definice inteligentní budovy se začala vyvíjet v 80. letech, s různým důrazem na vývoj technologií a stavební průmysl. Dnes existuje několik institucí, které používají odlišné definice pro inteligentní budovy. Mezi tři nejčastěji používané, se řadí tyto:

- První od IBI (The Intelligent Buildings Institute, US):
 - „*Inteligentní dům je ten, který poskytuje produktivní a nákladově efektivní prostředí pomocí optimalizace jejích čtyř základních komponent - struktura, systémy, služby a řízení - a vzájemných vztahů mezi nimi*“ (Smart accelerate, 2005).
- Druhá od EIBG (European Intelligent Building Group):
 - „*Inteligentní dům je ten, který obsahuje nejlepší dostupné koncepce, materiály, systémy a technologie pro integraci k dosažení stavby, která splňuje nebo překračuje požadavky na výkonnost jednotlivých stavebních subjektů, mezi něž patří majitelé, manažeři a uživatelé, stejně jako místní a globální společenství*“ (Smart accelerate, 2005).
- Třetí od SHSSG (SmartHouse Standards Steering Group):
 - „*Inteligentní dům vytváří prostředí, jež umožní zajištění a zvýšení kvality života všech obyvatelů domů a bytů integrací technologií a služeb za účelem ekologického využití všech zdrojů, zjednodušení obsluhy, zvýšení ochrany a bezpečnosti, komfortu a komunikace*“ (Burčík, 2006).

3.3.2 Vymezení pojmu inteligentní dům

Když se v této práci píše o inteligentním domu a ne o inteligentní budově, myslí se tím bytová výstavba. Pojem inteligentní dům se v současnosti používá velmi volně, také k tomu přispívají další termíny, které se s tímto pojmem zaměňují. Jedná se o termíny jako: chytrý dům, digitální dům, domácí automatizace, inteligentní elektroinstalace a domotika. Volné používání termínu inteligentní dům znamená, že pro někoho to může být dům, který má nainstalovaný bezpečnostní systém a strukturovanou kabeláž pro počítačovou síť a pro někoho jiného to je nejmodernější technikou vybavený a plně automatizovaný dům. Pro určení různé míry zastoupení inteligence v inteligentních domech můžeme použít těchto pěti stupňů:

- I. Dům, který obsahuje samostatné inteligentní zařízení a systémy. Příkladem mohou být systémy řízení osvětlení, které rozsvítí při vstupu osoby do místnosti pouze, je-li nedostatek venkovního světla. Takové systémy se skládají ze snímačů přítomnosti osob, úrovně osvětlení a řízeného rozsvícení.
- II. Dům, který obsahuje inteligentně fungující komunikující zařízení a systémy. To znamená, že si zařízení a systémy vyměňují informace a zprávy mezi sebou. Například při zamčení vstupních dveří se automaticky zapne bezpečnostní systém, zhasnou se všechna světla, sníží se teploty v jednotlivých místnostech aj. Možnost propojení zařízení a systémů umožňuje na domácím kinu sledovat film, který je uložen vedle v místnosti na počítači.
- III. Dům propojený s vnitřní a vnější komunikační sítí. Propojení umožňuje komunikaci a ovládání systémů a zařízení, jak přímo z domu, tak i mimo dům. Například v případě poplachu bezpečnostní systém rozsvítí všechna světla, zakáže jejich zhasnutí pomocí vypínače, roztáhne závěsy, přivolá bezpečnostní službu, udělá záznam bezpečnostních kamer a umožní k nim vzdálený přístup.
- IV. Dům, který se učí. Funkce takového domu spočívá v tom, že zaznamenává všechny aktivity v domě a nashromážděné informace využívá k automatickému ovládání technologií podle předvídaných potřeb jeho

obyvatelů. Příkladem může být samočinné ovládání topení, světel a rolet podle obvyklého užívání jeho obyvatel.

- V. Dům, který je pozorný. To znamená, že stále sleduje aktivity a polohu lidí a předmětů, vyhodnocuje informace a ovládá technologie podle předvídaných potřeb. Na rozdíl oproti domu, který se učí, zde probíhá vše v reálném čase. Příkladem může být systém využívající speciální podlahy, která umí podle snímaných kroků identifikovat jednotlivé osoby a také jejich pozici (Valeš, 2008).

Všechny stupně inteligentních domů na sebe navazují a každý vyšší stupeň v sobě zahrnuje vše co má stupeň nižší. Dnes jsou komerčně běžně dostupné pouze domy na prvních třech stupních. Domy vyššího řádu jsou v současnosti pouze jako výzkumné projekty (Valeš, 2008).

3.3.3 Přínosy pro obyvatele inteligentního domu

Jde především o usnadnění a zpříjemnění obývání domu jeho uživateli. Dnes se žádný nový dům neobejde bez základní elektroniky, jako například termostaty pro řízení topení, osvětlení a zabezpečovací systém. Ale může se k tomu přidat také řízení rolet, počítačová síť, klimatizace, kamerový systém, domácí kino a ozvučení některých nebo klidně všech místností. V dnešní době v neinteligentních (normálních) domech tato technika sice existuje, ale nedokáže navzájem spolupracovat a každý systém má jiné ovládání a jiný vzhled ovládacích prvků. Dům, který se nazývá inteligentní, umí propojit a integrovat všechnu techniku a zařízení mezi sebou. Sjednotí, jak způsob, tak vzhled celého ovládání (Valeš, 2008).

Propojením všech systémů do jednoho řídicího celku lze zcela změnit způsob ovládání. Rozdílem od tradičního manuálního ovládání je, že se mohou vytvořit tzv. scény neboli režimy a to jak pro celý dům, tak pro jednotlivé místnosti. Scény mohou být definovány pro jednotlivé příležitosti a dají se vyvolat pouhým stisknutím jednoho tlačítka. Jediným stisknutím se pak automaticky nastaví osvětlení a ostatní zařízení v domě na požadovaný stav. Při potřebě změny nebo úpravy scény, ji lze pomocí manuálního ovládání přenastavit. Pokud takovou změnu chce uživatel ve scéně nastavit natrvalo, pouze to samé tlačítko podrží o pár vteřin déle a nové nastavení se uloží do paměti. Funkce jednotlivých vypínačů nejsou v inteligentním domě pevně určeny. Pouhou změnou

nastavení tlačítka lze kdykoliv změnit, co se stane po jeho stisknutí. To umožní provést změny v ovládní, až obyvatelé domu zjistí, co potřebují a jaké prvky ovládají nejčastěji. Používá-li se nějaká funkce méně, například změny v režimu topení, je lepší ji vůbec nedávat na vypínače a ovladače na zdech. Docílí se toho, že vypínače a ovladače budou mnohem jednodušší a přehlednější. Funkce méně používané se ovládají snadněji pomocí dotykového displeje, televize nebo počítače. Tyto přístroje díky větší obrazovce nabízejí intuitivnější ovládní, zobrazení nápovědy a nastavení funkčnosti ovládacích tlačítek. Dalším typem ovládní je ovládní dálkové, které sdružuje všechna předchozí do jediného, kterým se může ovládat například domácí kino, rolety, klimatizace, osvětlení aj (Valeš, 2008).

Zjednodušení a zrychlení ovládní při automatizovaných opakujících se činnostech vede k většímu pohodlí obyvatel domu. Ovládat systémy se dá i pomocí mobilního telefonu nebo internetu. Příkladem může být vytopení bytu před vstupem, zapnutí sauny nebo napuštění vany, tak aby bylo vše připravené ve chvíli, kdy se uživatelé vrátí do domu. Díky zabudovaným mikrofonom a reproduktorům se může telefonát uskutečnit v místnosti bez použití telefonu. Všechny funkce slouží k navýšení pohodlí obyvatel, ale dobře navržený systém musí vždy umožnit svému uživateli zasáhnout do automatického programu. Je nutno počítat s tím, že uživatel bude chtít nějakou funkci pozměnit, případně úplně zrušit nebo ovládat ručně (Valeš, 2008).

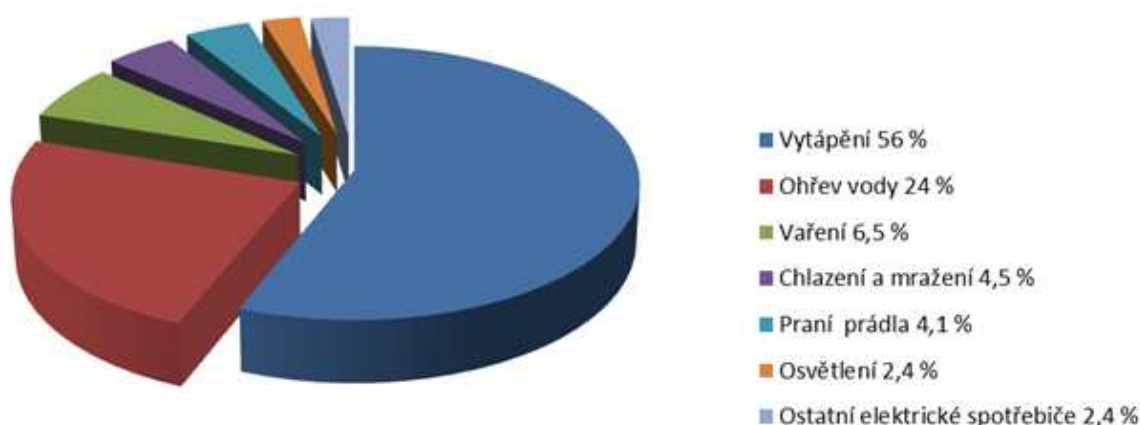
Pomocí jednoduchého ovládní a automatizace se zajistí zapnutí bezpečnostního systému vždy, když je potřeba. Aktivace se může provést před spaním stisknutím tlačítka u postele nebo samočinně po zamčení vchodových dveří. Alarm lze deaktivovat na dotykovém displeji, klasická klávesnice bezpečnostního systému se nemusí vůbec používat. Na všech možných zařízeních, určených k ovládní se rychle zjistí, zda jsou otevřena některá okna, zda jsou všechny dveře zavřené, nebo se může přímo zobrazit záznam z bezpečnostních kamer. V případě poplachu se ukáže půdorys domu s vyznačeným místem poplachu, tam kde nastal, a záznamem kamer z příslušné oblasti. Poplach nebo následný stisk tlačítka rozsvítí všechna světla v domě a jeho okolí a přivolá bezpečnostní službu (Valeš, 2008).

Inteligentní dům integruje všechnu techniku a díky tomu si uživatel může vybrat vzhled ovladače přesně podle svých představ. Nemusí se pouze vázat na design, který

zvolil výrobce a navíc se tím vyřeší problém s více designově odlišnými ovladači, vypínači a termostaty. Celá kabeláž se předem naplánuje a poté umístí do zdí, aby nebyla vidět. Tudíž už nebudou vidět kabely od ploché televize na stěně a i reproduktory mohou být ve stěnách, nábytku nebo za promítacím plátnem. Audio nebo video technika se také už nemusí umísťovat viditelně, stačí si zobrazit na dotykovém panelu displej DVD přehrávače. Signál dálkového ovládání bude přenesen třeba úplně do jiné místnosti, tam kde je umístěna ovládaná technika (Valeš, 2008).

3.3.4 Úspory a monitorování spotřeby energií

Jedním z hlavních cílů inteligentního domu je snížení spotřeby energií. Jde jak o finanční úspory, tak o ochranu životního prostředí. V následujícím obrázku (obrázek č. 7) je graf, popisující statistiku rozdělení spotřeby energie průměrné domácnosti v ČR.



Obrázek č. 7: Rozdělení spotřeby energie v průměrné domácnosti v ČR (Vlastní výroby. Zdrojová data: (Sdružení NED - nízkoenergetický dům, 2010))

Z grafu vyplývá, že je důležitá spotřeba energie na vytápění i jakým způsobem se tato energie získává. To se ovlivní zejména celkovým stavebním řešením domu. Důraz na takové řešení kladou nízkoenergetické a pasivní domy (definování nízkoenergetických a pasivních domů je v kapitole 3.2). Dalším způsobem, jak ovlivnit spotřebu energie jsou elektronické regulace, které jsou méně významné, ale i tak důležité pro dosažení dalších úspor. Vytápěcí systém s regulací, oproti systému bez regulace, ušetří až okolo 30 % energie. Vybavení řídicího systému vytápěcím systémem s regulací je velmi vhodné.

Jeho funkce a schopnosti se vyrovnají specializovaným regulačním systémům a díky propojení všech systémů v domě může dělat věci, které jsou jinak těžko realizovatelné. Například dokáže využít informace od bezpečnostního systému a snížit teplotu potom, co všichni obyvatelé dům opustí. Nebo díky bezpečnostním snímačům u oken zjistí, že jsou otevřená a zastaví vytápění, popřípadě klimatizaci (Valeš, 2008).

Technologie a elektronika, která se instaluje do vybavení inteligentního domu, samozřejmě spotřebovává energii. Tato spotřeba je ale zanedbatelná s výší spotřeby energeticky náročných činností, mezi které patří vytápění, klimatizace a ohřev teplé vody. Využití těchto technologií a elektroniky by mělo sloužit nejen k většímu komfortu bydlení, ale také k optimalizaci spotřeby energií. Tím se zamezí zbytečnému plýtvání a přispěje k udržení životního prostředí (Valeš, 2008).

3.3.4.1 Vytápění, ventilace, klimatizace a stínění

Při regulaci elektronických systémů spolu úzce souvisí vytápění, ventilace, klimatizace a stínění. Mají za úkol vytvořit optimální prostředí pro všechny obyvatele inteligentního domu. Dříve se vytápění v celém domě regulovalo pouze jediným termostatem, který byl obvykle umístěn v obývacím pokoji, a řídilo se podle něj vytápění ve všech místnostech. Ovšem regulace vytápění v každé místnosti zvlášť je komfortnější a hlavně úspornější. Pro takové řešení musí být každá místnost vybavena teploměrem a termoelektrickým nebo elektromotorickým ovládáním. Dále se musí topný systém regulace teploty po jednotlivých místnostech navrhnout tak, aby to vůbec umožňoval. Pak lze vytápění regulovat a řídit společně pro celý dům, jen pro skupinu místností, nebo pro jedinou místnost a to následovně:

- *„automatické nebo manuální přepínání mezi různými režimy vytápění – komfort, útlum, noc, protinámrazová ochrana. Automatické změny režimů jsou možné např. přes detektor přítomnosti osob (může být zvlášť v každé místnosti) nebo nastavení útlumu v době, kdy je v místnosti zapnutý bezpečnostní systém;*
- *časové programy – určí požadovaný režim nebo přímo teplotu podle hodiny (jiná na noc, ráno, den, dobu, kdy nikdo není doma, večer) a podle dne v týdnu (rozdílné v pracovních a volných dnech) nebo přesného data (např. déle trvající útlum v době dovolené);*

- *dálkové ovládání* – např. v situaci, kdy víme, že přijdeme domů později než obvykle, nebo pro zapnutí topení ještě před příjezdem na chatu;
- *zablokování při otevřeném okně, aby se předešlo zbytečnému plýtvání*“ (Valeš, 2008).

Ventilace je velmi důležitá pro zajištění dostatečné výměny vzduchu a snížení energetické náročnosti u větrání. Výhodné je používat mechanické větrání, které využívá rekuperaci tepla neboli zpětné získávání tepla. Principem rekuperace je, že vzduch přiváděný z venku do budovy se předhřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch vycházející z budovy v rekuperačním výměníku předá většinu svého tepla vzduchu, který je přiváděn do budovy. Regulace množství a kvality vzduchu se může provádět automaticky při instalování snímačů oxidu uhličitého, vlhkosti, přítomnosti osob a do budoucna i snímačů pachu. Praktické je nainstalovat snímače vlhkosti vzduchu do kuchyně a koupelny a zajistit automatické zapnutí odtahových ventilátorů ve chvíli, kdy vlhkost vzduchu přesáhne určitou hranici, většinou 80 %. Ventilátory mohou být také vybaveny plynule regulovatelnými otáčkami, které zajistí správnou rychlost otáček (Valeš, 2008).

Veškeré možné úpravy vzduchu v sobě zahrnuje klimatizace. Jde o filtraci, ohřev, chlazení, zvlhčování a odvlhčování vzduchu a může zajišťovat i větrání vzduchu. U bytové výstavby klimatizace nejčastěji zahrnuje pouze chlazení. Princip jakým zajišťuje dosažení úspor energie je v zásadě stejný, jako u vytápění. Zjednodušeně systém získává informace od jednotlivých čidel a snímačů a automaticky zapne nebo vypne klimatizaci. Rozdíl je v tom, že zatím co vytápění chce minimalizovat tepelné ztráty a maximalizovat tepelné zisky u klimatizace je tomu naopak (Valeš, 2008).

Pro ochranu před nežádoucími tepelnými zisky ze slunečního svitu v letních měsících je výhodné použít zastínění oken. Stínění je mnohem ekonomičtější než energeticky náročná klimatizace a to zejména při orientaci oken na jih, jihozápad až západ. Může zde nastat problém s nedostatkem venkovního světla uvnitř místností, ten se dá vyřešit regulovatelným clonícím zařízením (například venkovní žaluzie). Když bude clonící zařízení vybaveno motorovým pohonem, tak umožní automatizaci. Jednoduše, stoupne-li teplota v místnosti nad určitou mez, zastínění oken se provede zcela samočinně. Pokud slunce přestane svítit na delší dobu, zastínění se automaticky odstraní. Účinné

zastínění s maximální velikostí propouštěného světla se dá zajistit pomocí žaluzií, které umí natočit úhel lamel s přesností na jeden stupeň. Z hlediska úspor energie je výhodné automaticky na noc zatahovat všechny rolety nebo žaluzie. Tvoří vlastně další tepelněizolační vrstvu, takže dochází ke snížení tepelných ztrát domu (Valeš, 2008).

3.3.4.2 Ohřev teplé vody, osvětlení a provoz ostatních spotřebičů

Při ohřevu teplé vody se dosáhne největšího snížení výdajů na energie použitím solárních kolektorů. Lze tak v průměru pokrýt 50 - 60 % celkové potřeby za rok. V letních měsících může toto číslo dosáhnout až 100 %. Další způsob, jak ušetřit, je snížit spotřebu vody. Díky termostatickým bateriím, které umožňují automatické řízení teploty výtokové teplé vody, se snižuje spotřeba vody, která při ručním nastavení bez užitku odtéká. Pomocí čerpadla zajistíme cirkulaci vody v teplotním rozvodu před baterií, aby voda tekla hned o požadované teplotě. Cirkulace vody by se měla řídit časovým naprogramováním na dobu předpokládaných odběrů, zamezí se tím zvýšení tepelných ztrát potrubního rozvodu. V době, kdy nikdo není doma, nebo při nočním režimu se může cirkulace automaticky vypnout a zároveň pozastavit ohřev teplé vody (Valeš, 2008).

Pohodlné a úsporné je automatické zapínání světel přes snímače pohybu nebo přítomnosti osob v místnostech, kde se obyvatelé domu zdržují obvykle jen krátkou chvíli. Mezi takové prostory se řadí například chodba, sklep, komora, šatna aj. Pomocí snímačů se může také řídit venkovní osvětlení, které bude při dostatečném množství venkovního světla automaticky zablokováno. Energetickou úsporu může přinést automatická regulace intenzity osvětlení v závislosti na aktuálním množství denního světla v místnosti, znatelná je tato úspora především v místnostech s dlouhodobým pobytem osob. Řídicí systém průběžně vyhodnocuje intenzitu osvětlení v místnosti a pomocí umělého osvětlení vyrovnává nedostatek denního světla. Při rozsvícení se inteligentní stmívače rozsvítí nejdříve na nižší intenzitu a pak ho rychle zesílí na požadovanou úroveň. Prodlouží se tím životnost osvětlení a je to pohodlnější pro oči. Proti oslnění se v noci světla samočinně rozsvítí jen na nízkou úroveň. K pohodlnému a rychlému provádění změn u osvětlení slouží světelné scény a dálkové ovládání. Jedním tlačítkem se vyvolá uložená scéna s předem nastaveným osvětlením. Pohodlné je mít i jedno tlačítko na zhasnutí všech světel, jak v jediné místnosti, tak v celém domě. U světel, která svítí delší dobu, je na zvážení, zda

nepoužít LED svítidla, která jsou dnes na vzestupu a jsou úspornější a mají delší životnost, než úsporné zářivky (Valeš, 2008).

Domácí spotřebiče a ostatní zařízení domu mají mezi sebou při provozu značný rozdíl v energetické spotřebě. Významný je jak rozdíl v provozním, tak pohotovostním (standby) režimu. Spotřeba energie u domácích spotřebičů a zařízení se dá ovlivnit jejich pečlivým výběrem při nákupu. Dále se může ovlivnit používáním jednotlivých spotřebičů. Při odchodu z místnosti a zhasnutí světel se k jedinému tlačítku může přidat vypnutí televize a hudby. Pro opětovné a rychlé zapnutí televize i hudby je vhodné naprogramovat samostatné tlačítko (Valeš, 2008).

3.3.4.3 Monitorování a optimalizace spotřeby

Přehledné a jednoduše přístupné displeje s hodnotami energetické spotřeby pozitivně ovlivňují její výši, v průměru až o 10 %. U zařízení napojených na síť automatizované domácnosti se na displeji ukazujícím spotřebovanou energii může zobrazit, jaká je spotřeba energie pro jednotlivá zařízení. Měření u neinteligentních spotřebičů je dnes možné podle jednotlivých elektrických okruhů. Monitorování a automatické odečítání spotřeby elektrické energie, vody a plynu umožní, že přesné informace budou k dispozici denně. Následkem toho se přesněji odhadnou zálohy a tím posléze odpadnou i doplatky při vyúčtování. Zejména při použití dvou a více tarifových služeb je výhodné dostávat informace o levnější elektřině. Zařízení, která mohou běžet kdykoliv, pak nechat samočinně pracovat v době, kdy je elektřina nejlevnější. Cena elektřiny se také odvíjí od velikosti proudové hodnoty hlavního jističe, jde o platbu za příkon. Velikost jističe určuje, jaký největší příkon může dům mít, neboli kolik může současně spotřebovávat elektrické energie. Lze změřit maximální potřebný příkon za minulé období a případně upravit hodnotu hlavního jističe. Pro snížení maximálního potřebného příkonu existují produkty, které při chodu energeticky náročných spotřebičů (například sporák, mikrovlnná trouba, přímotop, apod.) pozastaví topení, ohřev vody nebo třeba klimatizaci. Zároveň se tyto produkty snaží, aby právě tyto činnosti (jako je klimatizace, ohřev vody, topení aj.) neběžely současně a nedocházelo tak k náhlým špičkám. Absenci špiček uvítají i elektrárenské společnosti, protože jim náhlé výkyvy v odběru způsobují problémy. Dnes ještě nejsou takové systémy běžné a problémy se řeší

různou cenou za elektřinu během dne a vysíláním signálu, který v době špičky dokáže na dálku vypnout např. elektrické akumulární topení či přímotop (Valeš, 2008).

3.3.5 Základní infrastruktura

Technická infrastruktura může mít stejné rozložení, jak v tradičních rodinných domech a bytech, tak v inteligentním domě. Neplatí to však o elektrické instalaci, zde se při pohledu do budoucna musí u inteligentních domů počítat s většími požadavky na využití počítačové techniky. Používá se proto strukturovaná kabeláž nebo bezdrátové sítě.

3.3.5.1 Strukturovaná kabeláž

Strukturovaná kabeláž je obecné označení metalických a optických prvků, které umožňují propojení jednotlivých koncových bodů. Toto propojení se skládá z kabelů, rozvaděčů, směrovacích přepínačů, telefonních ústředen, atd. Strukturovaná kabeláž tvoří základní prvek infrastruktury moderních lokálních počítačových sítí. Kabelový systém umožňuje přenos nejenom dat, ale je používána pro propojení telefonů. Prostřednictvím přírůbových prvků lze strukturovanou kabeláž používat i pro jiné komunikační systémy (Odvárka, 2001).

Strukturované kabeláže jsou konstruovány na základě doporučení a norem. Základem strukturované kabeláže je rozdělení celé kabeláže na úrovně a oddělené řešení jednotlivých úrovní. Toto řešení je pro jednotlivé kabelové systémy předepsáno příslušným popisem. Nejčastěji se používá stromová struktura kabeláže, která je vlastně odvozena z principu vytváření telefonních sítí. V uzlech stromu jsou umístěny propojovací pole a aktivní prvky sítě (ústředny, opakovače, atd.). Každá větev kabeláže vede z propojovacího pole v uzlu sítě k zásuvce nebo k podřízenému uzlu sítě. Typ zařízení, které bude připojeno k zásuvce, se pak určí propojením ukončení kabelu od této zásuvky na propojovacím poli s příslušným aktivním prvkem. Tzn., pokud je v uzlu aktivní prvek počítačové sítě a vývod od telefonní ústředny, může být zásuvka připojena buď k počítačové, nebo k telefonní síti. Určení zásuvky lze kdykoliv jednoduše změnit. Není přitom nutné instalovat nové kabely (Odvárka, 2001).

Mezi moderní strukturovanou kabeláž řadíme dnes kabely kategorie 5e nebo 6 a zásuvky RJ45. Kabeláž typu 5e/6 se skládá z nestíněného kabelu se čtyřmi kroucenými

páry (UTP – unshielded twisted pair) s definovanými parametry pro kvalitní přenos dat. Díky univerzálnosti a dostupnosti různých převodníků lze těmito kabely přenášet skoro každý signál. Pro přenos vysokých frekvencí, omezení použití převodníků a připojení reproduktorů je nutné přidat další dva typy kabelů: 75 ohmový koaxiální kabel a kabel pro reproduktory. Koaxiální 75 ohmový kabel se díky přenosu vysokých frekvencí používá pro televizní a satelitní příjem. Reproduktorový kabel vede zvuk k reproduktorům a reprosoustavám. Pro zjednodušení vedení kabeláže a použití kvalitnějších reprosoustav je lepší použít čtyřžilový reproduktorový kabel (tzv. bi-wire). Mezi novější standardy patří kabely HDMI a DVI, které se začali používat u domácích kin, ale dnes se stávají běžnými (Valeš, 2008).

Rozdíl mezi kabely 5e a 6 jsou v šířce pásma a přeslechy mezi páry. V kategorii 6 je šířka pásma 250 MHz (u 5e 100 MHz) a přeslechy desetkrát menší. Existuje i další kategorie 7, která má plné stínění, jak páru, tak celého kabelu. Dále má také větší šířku pásma (625 MHz). U zmíněných kategorií kabelů 5e a 6 není mnoho rozdílů v praktickém zapojování, ale problém je u kategorie 7. Kvůli plnému stínění jsou kabely silnější a nákladnější a všechny další propojené komponenty musejí být také stíněny (Votruba, 2006). Stíněné kabely se doporučuje dávat na místa s velkým počtem citlivé elektroniky (např. letiště, nemocnice), pro rodinou výstavbu nejsou příliš vhodné (Valeš, 2008).

Důležité je také kvalitní uzemnění a přepět'ové ochrany. Uzemnění slouží k zabránění úrazu elektrickým proudem a k omezení elektronického šumu. Při propojení stíněných datových kabelů, pokud jsou koncová zařízení špatně uzemněná, může dojít k tzv. zemní smyčce, která pak způsobuje rušení přenosu dat (obrazu, zvuku). Vzniku zemní smyčky lze předejít instalací optického kabelu mezi koncová zařízení. Přepět'ová ochrana pomáhá k bezporuchové činnosti elektrických zařízení a prodlužuje jejich životnost. Celková ochrana by se měla skládat jak ze zásuvek s přepět'ovou ochranou, tak ze zařízení instalovaných přímo do rozvaděče. Ke kontrole správné činnosti přepět'ové ochrany se využívá světelných kontrolky nebo sirének pro zásuvky a dálkové signalizace pro zařízení v rozvaděči (Valeš, 2008).

Pro zvýšení spolehlivosti celé elektrické sítě se používají konektory, které mají jištění proti rozpojení. Většina dnes užívaných konektorů je vybavena jištěním proti

rozpojení pouhým tahem, ale v případě audio/videotechniky je standardně určen pro domácnosti konektor cinch, který jištění nemá (Valeš, 2008).

3.3.5.2 Bezdrátové sítě

Bezdrátové technologie jsou velmi vhodné tam, kde by kladení kabeláže bylo mnohem nákladnější nebo absolutně nemožné. Rozlišují se další výhody a nevýhody podle Velteho:

„Výhody bezdrátových sítí:

- *mobilita;*
- *snížení celkových nákladů na vlastnictví;*
- *škálovatelnost;*
- *vysoké rychlosti přenosu;*
- *zabezpečení pomocí šifrování;*
- *rychlá a snadná instalace;*
- *flexibilita;*
- *vysoká dostupnost;*
- *vyšší efektivita a produktivita práce, která může uspořit lidské zdroje.*

Nevýhody bezdrátových sítí:

- *počáteční investice;*
- *snadněji zneužitelné (nutností je dobré zabezpečení přístupu k datům a zabezpečení komunikace);*
- *vyžaduje odborníky (příp. outsourcing - pomoc specializované firmy);*
- *náchylnější k poruchám;*
- *spolehlivost;*
- *radiační rizika (existuje vážné podezření, že elektromagnetické pole, které Wi-Fi prvky vytváří, negativně ovlivňuje některé živé organismy)“ (Velte & Velte, 2003).*

Rychlost přenosu a flexibilitu řadí (Valeš, 2008) jako nevýhodu. Bezdrátové technologie mají malou přenosovou rychlost a nejsou flexibilní. Přikládá názor, že bezdrátové technologie by měly pouze vhodně doplňovat klasickou kabeláž.

3.3.5.3 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace

Klasická elektroinstalace se skládá z různých celků a je určena pro pevné světelné a spotřebičové rozvody. Každý vypínač má předem danou funkci a je kabely propojen s určitým zařízením. V takové elektroinstalaci se neposílají žádné informace, proto je vhodná pro instalace, které nejsou složité. Výhodou je finanční nenáročnost pro jednoduchá řešení a možnost výběru z mnoha zkušených realizačních firem. Nevýhodou je velká finanční zátěž v případě velkých instalací, nepřehlednost, při velkém počtu kabelů a problémy se vzájemným propojením (Haluza & Macháček, 2011).

Inteligentní elektroinstalace slouží k řízení a ovládání všech možných zařízení od měření a řízení topení, přes ovládání a řízení ventilace a osvětlení, až po spínání záložních systémů. Inteligentní elektroinstalace využívá sběrnice a jde o jeden celek. Hlavní výhodou je zvýšení komfortu ovládání a řízení spotřeby energie. Dále je výhodou možnost rozšíření a jednoduchá kabeláž. Výhodné je používat sběrnice a systémy ve velkých a rozsáhlých instalacích, kvůli přehlednosti. Nevýhodou je finanční náročnost v jednoduchých instalacích. Haluz a Macháček uvádí ještě malé množství kvalitních firem, zabývajících se inteligentní elektroinstalací (Haluza & Macháček, 2011).

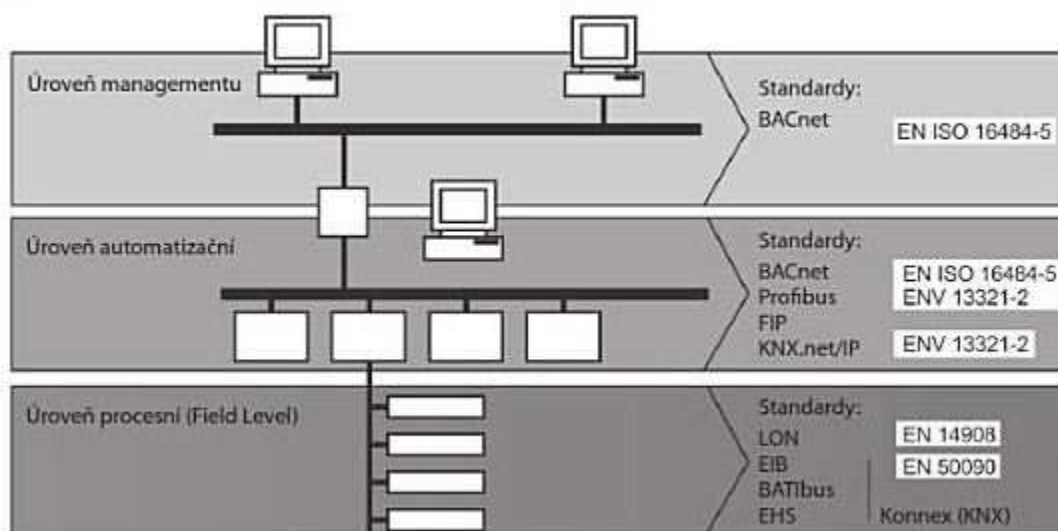
3.3.5.4 Standardizované sběrnice a sítě

V inteligentním domě musejí zařízení vzájemně komunikovat a předávat informace řídicímu systému, proto se používá systém sběrnic (Bus System). Pro každou oblast aplikace sběrnice jsou ale jiné požadavky na přenosovou kapacitu. Například pro oblast osvětlení jsou nároky nižší. Jedná se totiž o přenášení jednoduchého povelu sepnutí jen pro omezené oblasti. Naopak u vytápění je potřeba sledovat i naměřené hodnoty teploty v místnosti. Proto se v druhém případě použije DDC modulů, které zpracují a předají informace o naměřených hodnotách. Největší objemy přenášených dat jsou u nadřazeného managementu, kde musí komunikovat další výpočetní systémy (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

Pro řízení osvětlení a zastínění se nejvíce hodí Evropská instalační sběrnice KNX/EIB. Jde o sběrnici s nízkou přenosovou rychlostí, která je však dostačující pro regulační řídicí povely a povely k zapnutí. K regulaci vytápění, vzduchotechniky a klimatizace (HVAC – Heating, Ventilating and Air Conditioning) se využívá technologie

LONWORKS. Dokáže přenášet a zpracovat velké množství naměřených, referenčních a dalších hodnot. Na úrovni managementu se k integraci a propojení počítačů používá síť BACnet (Building Automation and Control Network). Jedná se o standardní komunikační systém s objektově orientovanou strukturou a velkým rozsahem výkonu (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).

Mnoho evropských norem pro sběrnice a sítě je pouze v přednormativní části, takové systémy se značí zkratkou ENV. Systémy splňující mezinárodní normy mají ještě označení ISO (International Organization for Standardization). Všechny systémy, které splňují evropskou i mezinárodní normu, jsou převzaty do ČSN. Přehled standardizovaných sběrnic a sítí z roku 2006 je na obrázku č. 8 (Merz, Hansemann, & Hübner, 2008).



Obrázek č. 8: Standardizované sběrnice a sítě (Zdroj: Merz, Hansemann, & Hübner, 2008)

3.3.6 Možnosti integrace, ovládání a automatizace

Některé možnosti ovládání, automatizace a integrace jsou již zmíněny v předchozích kapitolách přínosy pro obyvatele inteligentního domu (kap. 3.3.3) a úspory a monitorování spotřeby energií (kap. 3.3.4). Tato kapitola se zabývá doplněním těchto činností o další možnosti.

Všechny automatické systémy by měly mít možnost manuálního ovládání. Jinými slovy by uživatel měl mít možnost kdykoliv zasáhnout do systému (vytápění, klimatizace, ventilace, stínění, osvětlení) a provést nějakou změnu. Problémem je pak zajištění součinnosti manuálního a automatického ovládání, které je potřeba vyřešit. Manuální

ovládání se může zapnout stisknutím tlačítka a poté taktéž vypnout. Zde ale hrozí, že uživatel zapomene na vypnutí manuálního režimu a tím ke zbytečnému plýtvání energie. Lze tomu předejít tak, že například když jde uživatel spát, zvolí noční režim a tím se manuální režim automaticky vypne. Další možností je povolení manuálního režimu pouze v určitém období nebo na nějakou předem definovanou dobu. Samozřejmě by měla být i možnost nastavení jednotlivých automatických režimů tak, aby nedocházelo ke škodám. Například pokud je systém nastaven tak, že při otevřeném okně se přestane topit, potom může dojít v zimním období k výraznému poklesu teploty v místnosti a tím ke škodám způsobených námrazou. Předejde se tomu tak, že pokud teplota v místnosti klesne pod danou hranici, obvykle 5 °C, zapne se topení bez ohledu na otevřené okno (Valeš, 2008).

3.3.6.1 Bezpečnostní systémy

Bezpečnostní systém lze definovat jako systém, který zabraňuje nebo ochraňuje střežený majetek před poškozením, nebo odcizením. Nejčastěji se jedná o takzvané elektronické a mechanické zabezpečovací systémy. Mezi bezpečnostními systémy rozlišujeme bezpečnostní kamery, běžné alarmy a bezpečnostní čidla. Může se také využít GPS na hlídání pohybu určitého předmětu. Druhy bezpečnostních komponent jsou:

- Statické bezpečnostní kamery - pro zabezpečení jednoho bodu - například vstupních dveří.
- Otočné bezpečnostní kamery - pro zabezpečení více pozic z jednoho místa - například pro monitorování výrobních hal nebo ulic.
- Automatické bezpečnostní kamery - pro monitoring pohybu v určité zóně - například pro hlídání skladů.
- Akustické a signální alarmy - pro zabezpečení objektů - upozorňují na podezřelou aktivitu v objektu.
- Skryté alarmy - pro zabezpečení všech typů objektů - systém je napojen například na mobilní telefon majitele objektu, bezpečnostní agenturu, centrální ostrahu nebo policii apod.
- Pohybové jednoduché alarmy - pro zabezpečení prodejen - využívají se pro vystrašení narušitele, například se při sepnutí pohybového čidla rozsvítí světlo v prodejně a případný zloděj ztratí výhodu tmy.

- Pohybová čidla - zachytí pohyb v monitorovaném sektoru.
- Teplotní čidla - zachytává náhlé změny v teplotě v hlídané zóně.
- Akustická čidla - zachytí zvuky v monitorovaném sektoru.
- Laserová čidla - vytváří běžně neviditelné nástrahy v hlídané zóně.
- Tlaková čidla - při stlačení schovaného čidla ve střeženém prostoru se spustí přidružený zabezpečovací systém.
- Otřesová čidla - zachycují manipulaci se střeženým předmětem (V PRAXI, 2010).

Velice výhodné je použití zabezpečovacích komponent zároveň se systémem inteligentního domu. Propojením těchto prvků a inteligentního systému se pak mohou nastavit různé akce. Například pokud jde uživatel domu spát jediným stisknutím tlačítka, nebo předem navolenou scénou v danou hodinu, se zamknou všechny vstupní dveře, vypnou se v přízemí všechna světla a spotřebiče a zapne se zabezpečovací systém. Nemusí se tedy zabezpečení nastavovat zvlášť na každou dobu a oblast, vše se dá nastavit v systému inteligentního domu. V době delší nepřítomnosti umí také systém zmást případné zloděje simulací přítomnosti obyvatel v domě. Dalším bezpečnostním aspektem je, že systém vypne všechny nepoužívané zásuvky, čímž chrání malé děti před možným úrazem elektřinou. Příkladem chytrosti systému, je že v případě poplachu, nebo hlášení poruch v době uživateli nepřítomnosti pošle na jeho mobil zprávu. Uživatel pak pomocí vzdáleného přístupu, přes internet si může zobrazit celý kamerový systém a určit zda jde o skutečný poplach nebo závažnou poruchu. Může se totiž stát, že osoba, která narušila bezpečnost, pouze zapoměla zadat kód u vstupních dveří, nebo se jen na chvíli stal výpadek proudu. Ve spojení s meteorologickou stanicí systém například při silném větru zatáhne všechny markýzy, rolety a venkovní žaluzie. Může tak zabránit poškození domu před nepříznivými vlivy počasí (Valeš, 2008).

3.3.6.2 Netradiční řešení

V této podkapitole jsou uvedena řešení, která nejsou zcela běžná. Zajímavé je například stínění chytrým sklem, které při zvýšeném slunečním záření pomocí elektrického proudu mění svou prostupnost i stupeň zabarvení. Jiný druh takových skel může zase propouštět světlo, ale sklo je neprůhledné a přivedením elektrického napětí se stane čirým. Další zajímavostí je přístroj na automatické míchání koktejlů. Do tohoto přístroje se vejde až 16 přísad, které přístroj udržuje ve správné teplotě. Dále je vybaven

tlakovou lahví s oxidem uhličitým a softwarem schopným namíchat až pět tisíc míchaných nápojů. Velice jednoduché a praktické je vybavit poštovní schránku snímačem, který upozorní na došlou poštu. Pro snadnější udržení čistoty v domě se dá také instalovat centrální vysavač. Pokud uživatel domu nechce v zimě odklízet příjezdovou cestu, může se vyhřívat. Také okapy lze před ledem a zamrznutím chránit pomocí topných kabelů. Zabrání se tím tvorbě rampouchů a zatékání do domu v době tání ledu (Valeš, 2008).

4 Vlastní práce

4.1 Výběr systému

Pro výběr vhodného systému se použije metod vícekriteriálního rozhodování. Nejdříve přijde na řadu specifikace kritérií, poté popis jednotlivých systémů v abecedním pořadí a vytvoření kritériální matice. Následně se pomocí metod stanoví váhy kritérií a výsledná pořadí pro jednotlivé metody.

4.1.1 Specifikace kritérií

Systémy jsou hodnoceny podle jedenácti kritérií. Pro specifikaci kritérií bylo použito některých charakteristik a podcharakteristik normy ČSN ISO/IEC 9126-1, která stanovuje obecné požadavky na jakost softwarového produktu a zákaznických požadavků na systém (ČSN ISO 9126, 1993). Kritéria jsou konkrétně popsány v následujících odstavcích.

Prvním kritériem je flexibilita, která se řadí jako podcharakteristika funkčnosti. Jedná se o flexibilitu celého systému, možnost jeho použití nejen v domě, v bytě nebo komerční výstavbě, ale obecně jak pro malé, tak pro velké instalace.

Druhým kritériem je finanční náročnost. Finanční náročností se rozumí nejen počáteční investice, ale i další možné poplatky za případné služby. Problémem u tohoto kritéria je, že velice závisí na použitých materiálech a komponentech výsledného řešení, proto mnoho firem neuvádí žádnou cenu. Z hlediska zákazníka to je velmi nepříjemné, ale některé firmy uvádějí alespoň odhadovanou procentuální hodnotu z ceny nemovitosti, nebo nějaké vzorové řešení. Proto se finanční náročnost uvádí v procentech z ceny nemovitosti a spadá pod zákaznické požadavky.

Třetím kritériem je doba návratnosti investice, která úzce souvisí s předchozím kritériem finanční náročnosti. Při neznalosti předchozího kritéria nelze dost dobře určit, zda je odhadovaná doba reálná. Obecně platí, že čím je finanční náročnost větší, tím by měla být doba návratnosti investice kratší. Zařazení tohoto kritéria je stejné jako u předchozího, tedy zákaznické požadavky.

Čtvrtým kritériem jsou funkce systému patřící pod charakteristiku funkčnosti. Zde jsou uvedeny všechny možnosti používání systému. Mezi jednotlivé funkce se řadí například: osvětlení, vytápění, klimatizace, ventilace, stínící technika, bezpečnostní systémy, monitorování spotřeby energií, zavlažování, scény, meteorologická stanice, ovládání na dálku (přes internet, mobil), audiosystém a signalizace. V kritériální matici je uveden počet těchto funkcí, které každý systém nabízí.

Pátým kritériem je zralost systému, které se řadí pod bezporuchovost. Zde jde o to, jestli má daný systém dostatečný počet realizací, při kterých lze odchytnat jisté chyby.

Šestým kritériem je komplexnost systému, rozumí se tím jak srozumitelnost, tak provozovatelnost daného systému. Tedy zda je systém dostatečně srozumitelný pro běžného uživatele a zda se dá provozovat na různých platformách. Toto kritérium patří pod použitelnost.

Sedmým kritériem je odolnost vůči chybám, které se řadí pod charakteristiku bezporuchovosti. Odolnost vůči chybám vypovídá, jak je systém spolehlivý.

Osmým kritériem je záruka a servis. Zárukou se rozumí, že systém bude bez vad po určité období a pokud nějaká závada nastane, tak se bezplatně opraví. Servisem je míněna neustálá čtyřicetihodinová služba na odstranění závad. Toto kritérium se řadí pod bezporuchovost.

Devátým kritériem je vývoj systému patřící pod charakteristiku použitelnosti. Zde je zohledněno, jestli firmy vyvíjejí svůj systém s vysokými školami, sami nebo vůbec.

Desátým kritériem je rychlost realizace, která se řadí jako podcharakteristika zákaznických požadavků. Toto kritérium zohledňuje, jak rychle je možné daný systém nainstalovat do příslušného objektu.

Jedenáctým kritériem je atraktivnost, která hodnotí celkový dojem ze systému, jak vypadá systémové rozhraní. Toto kritérium se řadí pod použitelnost.

4.1.2 Popis jednotlivých systémů

Jedná se o stručný popis systémů v abecedním pořadí. Struktura popisu se vztahuje k jednotlivým kritériím.

Prvním systémem je ABB i-bus® KNX, který je vhodný pro komerční, velké a luxusní projekty. Velikost ceny závisí na použitých komponentech, ale odhaduje se na 15 – 20 % z ceny nemovitosti. Návržnost investice není uvedena, ale vzhledem k výši investice by měla být kratší. Jelikož jde o systém inteligentní elektroinstalace, nemá největší počet funkcí, ale jde o systém s dostatečným počtem realizací. Systém je celkem komplexní, i když nemá řídicí jednotku. Díky tomu, že musí být předem naprogramován, je velmi odolný vůči chybám z uživatelské strany. Firma poskytuje záruku a neustálý servis. Systém je vyvíjen spolu s několika vysokými školami. Vzhledem k tomu, že se jedná o komerční a velké projekty, tak je rychlost realizace menší. Atraktivnost systému je dobrá (ABB i-bus® KNX, 2011).

Druhý je systém od firmy ADP CZ jménem Solary. Tento systém je zaměřen na řízení tepelné pohody, proto se neinstaluje do bytů. Finanční náročnost je vysoká, protože se zde používají komponenty jako solární kolektory a zemní čerpadla. Doba návratnosti investice se pohybuje kolem pěti až sedmi let. Vzhledem k zaměření systému na tepelnou pohodu obsahuje méně funkcí. Jde však o systém, který je dostatečně zralý, protože má hodně velkých a náročných realizací. Komplexnost systému není dobrá, protože jde pouze o využívání zásobníků tepla. Systém vzhledem ke své jednoduchosti je spolehlivý a odolný vůči chybám. Firma nabízí dobré záruční podmínky a permanentní servis. Systém je vyvíjen ve spolupráci s jednou vysokou školou. Protože jde o instalaci zásobníků tepla, tepelné kolektory apod., tak je realizace méně rychlá. Celková atraktivnost systému je pouze dostačující (ADP CZ, 2008).

Třetí je systém Control4 od společnosti Yatun, který se hodí do všech možných realizací. Jeho finanční náročnost samozřejmě opět závisí na použitých komponentech, a proto není uvedena ani odhadovaná cena z nemovitosti, ale je zde pro zákazníky nutnost dokupování některých aplikací v internetovém obchodě 4Store. Není zde uvedena ani doba

návratnosti investice. Počet funkcí v systému je kolem sedmi. Systém je dostatečně zralý, protože má dostatek hlavně zahraničních realizací. Není zcela komplexní vzhledem k počtu možných funkcí. Odolnost vůči chybám je dobrá a také je zde zaručen neustálý servis a kvalitní záruka. Firma systém dále vyvíjí sama. Jeho instalace je velmi rychlá, řádově několik dní. Celkový dojem ze systému je dobrý (Yatun, 2010).

Čtvrtým systémem je Ego-n®, používá se pro novostavby a rekonstrukce rodinných domů a bytů. Finanční náročnost ani doba návratnosti investice nejsou uvedeny, je však uveden vzorový rozpočet kde je vidět, že záleží na použitých komponentech. Jde o inteligentní elektroinstalaci a počet jeho funkcí je docela vysoký. Systém je dostatečně zralý a i komplexní. Jeho odolnost vůči chybám je dobrá a firma na systém poskytuje záruku, ale neuvádí poskytnutí servisu. Systém je dále vyvíjen firmou, rychlost jeho realizace je dobrá a celkový dojem velmi dobrý (Ego-n®, 2007).

Pátý je systém od firmy Elektro Pavelek nazývaný i – Dům. Systém lze použít jak do rodinných domů a bytů, tak do komerční výstavby. Finanční náročnost není uvedena, ale závisí na tom, za jak dlouho chce zákazník její návratnost. Doba návratnosti se uvádí do 6 – ti let. Jde o inteligentní elektroinstalaci, která nabízí standardní počet funkcí. O zralosti systému vypovídá dostatečný počet realizací. Systém je srozumitelný, komplexní a odolný vůči chybám. Elektro Pavelek, má záruku i neustálý servis na systém a provádí jeho samostatný vývoj. Rychlost realizace je dobrá a celkový dojem ze systému také (ELEKTRO - Pavelek, 2010).

Šestý je původní Český systém Haidy, který je plně flexibilní. Odhadovaná finanční náročnost je od 3 % z ceny nemovitosti a její návratnost se pohybuje kolem 6 – 8 let. Jedná se o systém pro inteligentní domácnosti, který zahrnuje všechny možné funkce. Dostatečný počet realizací potvrzuje jeho zralost. Systém je zcela komplexní, srozumitelný a kdekoliv provozovatelný. Systém je jednotný a velice odolný vůči chybám. Firma zajišťuje záruku a servis systému. Vývoj se provádí ve spolupráci s více vysokými školami. Rychlost realizace je velmi vysoká, řádově několik dní. Celkový dojem vypovídající o atraktivitě je výborný (HAIDY, 2011).

Sedmý je systém od firmy Insight Home nazývaný inHome, který je založený na systému AMX a zcela flexibilní. Odhadovaná cena systému je asi 10 – 15 % z ceny

nemovitosti. Doba návratnosti není uvedena. Tento systém zahrnuje více podsystémů, například control4, inremote, insound, které nabízejí mnoho funkcí. Zralost systému je dána velkým počtem realizací, hlavně v zahraničí. Systém je také srozumitelný, komplexní a velmi spolehlivý. Firma Insight Home zaručuje neustálou údržbu a servis s danou zárukou. Systém je vyvíjen spolu s ČVUT. Rychlost realizace projektu je pár dní. Celkový dojem ze systému je vynikající (Insight Home, 2011).

Osmý je systém KNX a LonWorks od společnosti ISB. Jde o systémy, které jsou plně flexibilní. Firma neuvádí žádné informace o finanční náročnosti, nebo o době návratnosti investice. Možnosti používání systému nejsou největší, protože jde pouze o inteligentní elektroinstalaci. Jedná se o mladou, dynamickou a pružnou společnost, proto je to horší s její zralostí. Systém je ve svém rozsahu zcela komplexní. Jelikož jde o Evropskou instalační sběrnici, tak je systém spolehlivý. Firma nabízí jak záruku, tak nonstop servis. Systém je firmou dále vyvíjen a doba realizace projektu od firmy je krátká. Atraktivnost celého systému je dobrá (ISB, 2009).

Devátý systém je od firmy Stakohome, která nabízí instalaci dvou inteligentních elektroinstalací INELS a JUNG. Oba systémy jsou plně flexibilní. Co se týče finanční náročnosti, tak firma uvádí, že systém JUNG je nákladnější, protože pochází od německého výrobce. Doba návratnosti zde také není uvedena. Vzhledem k tomu, že se jedná o inteligentní elektroinstalace spojené s dalšími systémy (např. Multimedia Control 4 a Elektronický zabezpečovací systém), tak je počet funkcí vysoký. Firma už má za sebou velký počet realizací. Při použití více systémů je výsledný projekt komplexní, ale odolnost vůči chybám klesá. Firma systém nevyvíjí, pouze ho instaluje, dává na něj záruku a poskytuje servis. Doba realizace projektu je rychlá a celkový dojem velmi dobrý (Stakohome, 2010).

Desátý je systém od firmy Trimr, který využívá více systémů (např. KNX/EIB, MY HOME bticino, IN ONE BY LEGRAND, SMART-HOUSE (DUPLINE)). Jeho použití je flexibilní. Finanční náročnost závisí na použitých komponentech a firma neuvádí ani odhadovanou cenu, ani dobu návratnosti investice. Při použití více systémů, i když jde pouze o inteligentní elektroinstalaci, tak je počet funkcí vysoký. O zralosti vypovídají reference a počet realizovaných projektů. Řešení využívající více systémů je komplexní, ale není vysoce spolehlivé. Společnost nabízí záruku a nonstop servis. Firma také stále

vyvíjí systém a jeho části. Rychlost realizace je dobrá a atraktivnost velmi dobrá (TRIMR, 2010).

4.1.3 Kriteriační matice

Nejdříve se sestaví seznam kritérií a jednotlivých systémů.

Název kritéria	Označení	Skupina	Názvy systémů a firem	Číslo systému
Flexibilita	K1	Funkčnost	ABB i-bus KNX	1
Finanční náročnost	K2	Zákaznické požadavky	ADP CZ - Solary	2
Vrácení investice	K3	Zákaznické požadavky	Control4	3
Funkce systému	K4	Funkčnost	Ego-n	4
Zralost	K5	Bezporuchovost	Elektro Pavelek - i-Dům	5
Komplexnost	K6	Použitelnost	Haidy	6
Odolnost vůči vadám	K7	Bezporuchovost	Insight Home	7
Záruka a servis	K8	Bezporuchovost	ISB	8
Vývoj systému	K9	Použitelnost	Stakohome	9
Rychlost realizace	K10	Zákaznické požadavky	Trimr	10
Atraktivnost	K11	Použitelnost		

Tabulka č. 1: Seznam kritérií a systémů (Vlastní výroby)

V prvním sloupci jsou zde názvy kritérií a ve druhém jejich označení v kriteriační matici. Ve třetím sloupci jsou skupiny požadavků, ke kterým patří jednotlivá kritéria. Čtvrtý sloupec ukazuje názvy systémů nebo firem a pátý jejich číslo v kriteriační matici.

Na základě kritérií a popisu jednotlivých systémů lze sestavit s pomocí předchozího seznamu následující kriteriační matici (Tabulka č. 2) rozdělenou na dvě části:

Systém	K1	K2	K3	K4	K5
1	komerční projekty	15-20%	xxx	Osvětlení, topení... (10)	ano
2	vše kromě bytů	vysoká	5-7 let	ohřev vody... (5)	ano
3	vše	xxx	xxx	osvětlení, zabezpečení... (7)	ano
4	rodinné domy a byty	xxx	xxx	osvětlení, zabezpečení... (9)	ano
5	vše	xxx	do 6 -ti let	osvětlení, topení... (8)	ano
6	vše	3%	6-8 let	osvětlení, topení... (12)	ano
7	vše	10-15%	xxx	osvětlení, topení... (11)	ano
8	vše	xxx	xxx	osvětlení, topení... (8)	méně
9	vše	xxx	xxx	osvětlení, zabezpečení... (9)	ano
10	vše	xxx	xxx	osvětlení, topení... (9)	ano

Tabulka č. 2: Kriteriační matice – 1. část (Vlastní výroby)

Systém	K6	K7	K8	K9	K10	K11
1	ano, bez řídicí jednotky	velmi odolný	ano	ano - více škol	méně rychlá	dobry
2	méně	odolný	ano	ano - jedna škola	méně rychlá	dostačující
3	ano, bez ventilace	odolný	ano	ano	velmi rychlá	dobry
4	ano	velmi odolný	ano, servis ne	ano	rychlá	velmi dobrý
5	ano	odolný	ano	ano	rychlá	dobry
6	ano	velmi odolný	ano	ano - více škol	velmi rychlá	výborný
7	ano	velmi odolný	ano	ano - jedna škola	velmi rychlá	výborný
8	ano	odolný	ano	ano	rychlá	dobry
9	ano	odolný	ano	ne	rychlá	velmi dobrý
10	ano	odolný	ano	Ano	rychlá	velmi dobrý

Tabulka č. 2: Kriteriaální matice – 2. část (Vlastní výroby)

4.1.4 Kvantifikace ordinálních informací a určení vah kritérií

Ordinální informace slovně či schematicky vyjadřuje preference mezi kritérii a preference mezi variantami. Při zpracování informace matematickým modelem se musí kvantifikovat – vyjádřit číselně. Pro kvantifikaci se může použít metoda pořadí, bodovací a metoda párového porovnávání neboli Saatyho metoda (Brožová & Houška, 2003).

Metoda pořadí se používá k určení vah kritérií, především při hodnocení jejich důležitosti několika experty. Další způsob je bodovací metoda, která pro výpočet vah kritérií používá také hodnocení více expertů. Z tohoto důvodu se v tomto případě hodnoty vah kritérií těmito metodami neurčují. Poslední způsob je tzv. Saatyho metoda neboli metoda kvantitativního párového porovnávání. Tato metoda slouží k určení vah kritérií a vektoru vah pomocí hodnocení jednoho experta, proto se v tomto případě použije. Principem metody je párové porovnávání jednotlivých kritérií mezi sebou. Pro srovnání se využívá porovnání dvojice kritérií a velikosti preferencí prvního kritéria vzhledem k druhému pomocí 9 -ti bodové stupnice (hodnoty 1; 3; 5; 7; 9) s možností využití mezistupňů (hodnoty 2; 4; 6; 8) (Brožová & Houška, 2003).

Vyjádření preferencí	
Číselné	Slovní
1	kritéria jsou stejně významná
3	první kritérium je slabě významnější než druhé
5	první kritérium je silně významnější než druhé
7	první kritérium je velmi silně významnější než druhé
9	první kritérium je absolutně významnější než druhé

Tabulka č. 3: Vyjádření preferencí (Friebelová, 2008)

Velikost preferencí i -tého kritéria proti j -tému můžeme uspořádat do Saatyho matice S , jejíž prvky si představují kolikrát je jedno kritérium významnější než druhé:

$$s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

Matice S je čtvercová řádu $n \times n$ a pro její prvky platí:

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

Matice S je tedy reciproční. Na diagonále matice jsou vždy hodnoty jedna (každé kritérium je samo sobě rovnocenné). Dříve než se spočítají váhy jednotlivých kritérií, je nutné ověřit, zda zadaná matice párových porovnávání je konzistentní. Ideální, dokonale konzistentní je matice $S = (s_{ij})$, pro jejíž prvky platí $s_{hj} = s_{hi}s_{ij}$ pro $i, j, h = 1, 2, \dots, n$ (Brožová & Houška, 2003). Konzistenci matice a její hodnoty se vypočítají pomocí doplňku MS Excel Sanna.

Při použití všech kritérií by matice byla velmi těžko dostatečně konzistentní, proto se použije metody postupného rozvrhu vah. Kritéria se seskupí do dílčích skupin podle příbuznosti jejich věcné náplně (Tabulka č. 4). Váhy jednotlivých kritérií se určí tak, že nejdříve stanovíme normované váhy jednotlivých skupin kritérií, v tomto případě pomocí Saatyho metody (Tabulka č. 6). Dále se stanoví váha každého kritéria v příslušné skupině. Nakonec se vynásobí váhy skupin kritérií a váhy jednotlivých kritérií v rámci každé skupiny, tím se zjistí výsledné normované váhy kritérií (Friebelová, 2008).

Název kritéria	Označení	Skupina	Označení
Flexibilita	K1	Funkčnost	S1
Finanční náročnost	K2	Zákaznické požadavky	S4
Vrácení investice	K3	Zákaznické požadavky	S4
Funkce systému	K4	Funkčnost	S1
Zralost	K5	Bezporuchovost	S2
Komplexnost	K6	Použitelnost	S3
Odolnost vůči vadám	K7	Bezporuchovost	S2
Záruka a servis	K8	Bezporuchovost	S2
Vývoj systému	K9	Použitelnost	S3
Rychlost realizace	K10	Zákaznické požadavky	S4
Atraktivnost	K11	Použitelnost	S3

Tabulka č. 4: Skupiny kritérií a jejich označení (Vlastní výroby)

	S1	S2	S3	S4
S1	1	2	3	6
S2	1/2	1	3	5
S3	1/3	1/3	1	3
S4	1/6	1/5	1/3	1

Tabulka č. 5: Saatyho matice S (Vlastní výroby)

	Body	Váhy
1. Kritérium	2,44949	0,47207
2. Kritérium	1,65488	0,31893
3. Kritérium	0,75984	0,14644
4. Kritérium	0,32467	0,06257
	Sigma² =	0,10427
	Konzistence	ANO

Tabulka č. 6: Výsledek Saatyho postupu v doplňku Sanna (Sanna)

Skupina kritérií	S1		S2			S3			S4		
Váhy skupin kritérií	0,472066227		0,318927985			0,146435711			0,062570076		
Kritéria	K1	K4	K5	K7	K8	K6	K9	K11	K2	K3	K10
Váhy kritérií	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2
Výsledné váhy kritérií	0,236	0,236	0,128	0,0957	0,0957	0,0439	0,0439	0,0586	0,025	0,025	0,0125

Tabulka č. 7: Výsledné normované váhy kritérií postupného rozvrhu vah (Vlastní výroby)

4.1.5 Stanovení pořadí variant

Pro stanovení pořadí variant se použije bodovací metoda, metoda pořadí, metoda aspiračních úrovní, metoda váženého součtu (WSA) a metoda TOPSIS.

Bodovací metoda a metoda pořadí se provádějí následujícím způsobem. Každá varianta se ohodnotí podle jednotlivých kritérií, v případě bodovací metody se použije vždy stejná stupnice, v tomto případě 0-10, tak, že nejlepší varianta má nejvíce bodů a jde tedy o maximalizační ohodnocení. V metodě pořadí se stanoví pořadí s tím, že nejlepší varianta má stupeň 1 a nejhorší má stupeň odpovídající počtu variant. Jde potom tedy o minimalizační typ ohodnocení. Pokud je několik ohodnocení stejných, potom v metodě pořadí ohodnotíme tyto varianty průměrným pořadím. Jelikož se předtím určily, pomocí postupného rozvrhu vah a Saatyho metody, výsledné normované váhy kritérií, vynásobí se potom hodnoty jednotlivých kritérií těmito váhami. Dalším krokem je určení celkového ohodnocení jednotlivých variant, které se vypočítá jako součet jednotlivých hodnot kritérií dané varianty. Nakonec se varianty uspořádají sestupně podle hodnot, v případě bodovací metody jako maximalizace, nejlepší je varianta s největším počtem sečtených bodů. U metody pořadí jako minimalizace, nejlepší je varianta s nejmenším součtem všech pořadí dané varianty (Brožová & Houška, 2003).

Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Součet	Pořadí
1	0,7081	0,4721	0,6379	0,7654	0,9568	0,2636	0,4393	0,5857	0,2503	0,1251	0,0626	5,2669	10.
2	1,4162	0,9441	1,1481	0,0957	0,7654	0,1318	0,3075	0,5857	0,2002	0,1251	0,0313	5,7513	9.
3	2,3603	1,1802	0,6379	0,1914	0,9568	0,3514	0,3075	0,5857	0,1502	0,2503	0,0626	7,0342	6.
4	1,4162	1,1802	0,6379	0,5741	0,9568	0,4393	0,4393	0,2929	0,1502	0,1877	0,0939	6,3683	8.
5	2,3603	1,1802	1,2757	0,3349	0,7654	0,4393	0,3075	0,5857	0,1502	0,1877	0,0626	7,6495	3.
6	2,3603	2,3603	0,7654	0,9568	0,9568	0,4393	0,4393	0,5857	0,2503	0,2503	0,1251	9,4897	1.
7	2,3603	2,1243	0,6379	0,8611	0,9568	0,4393	0,4393	0,5857	0,2002	0,2503	0,1251	8,9804	2.
8	2,3603	1,1802	0,6379	0,3349	0,287	0,4393	0,3075	0,5857	0,1502	0,1877	0,0626	6,5333	7.
9	2,3603	1,1802	0,6379	0,5741	0,9568	0,4393	0,3075	0,5857	0	0,1877	0,0939	7,3233	5.
10	2,3603	1,1802	0,6379	0,5741	0,9568	0,4393	0,3075	0,5857	0,1502	0,1877	0,0939	7,4735	4.
Váhy	0,236	0,236	0,1276	0,0957	0,0957	0,0439	0,0439	0,0586	0,025	0,025	0,0125	1	

Tabulka č. 8: Bodovací metoda (Vlastní výroby)

Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Součet	Pořadí
1	2,3603	2,1243	0,8292	0,287	0,4784	0,3954	0,1098	0,2929	0,0375	0,2002	0,0939	7,209	9.
2	2,0063	2,3603	0,2551	0,9568	0,4784	0,4393	0,3295	0,2929	0,0876	0,2002	0,1251	7,5316	10.
3	0,9441	1,2982	0,8292	0,8611	0,4784	0,3514	0,3295	0,2929	0,1627	0,0501	0,0939	5,6914	6.
4	2,0063	1,2982	0,8292	0,4784	0,4784	0,1757	0,1098	0,5857	0,1627	0,1126	0,0501	6,2871	8.
5	0,9441	1,2982	0,1276	0,7176	0,4784	0,1757	0,3295	0,2929	0,1627	0,1126	0,0939	4,7331	3.
6	0,9441	0,236	0,8292	0,0957	0,4784	0,1757	0,1098	0,2929	0,0375	0,0501	0,0188	3,2682	1.
7	0,9441	0,4721	0,8292	0,1914	0,4784	0,1757	0,1098	0,2929	0,0876	0,0501	0,0188	3,65	2.
8	0,9441	1,2982	0,8292	0,7176	0,9568	0,1757	0,3295	0,2929	0,1627	0,1126	0,0939	5,9131	7.
9	0,9441	1,2982	0,8292	0,4784	0,4784	0,1757	0,3295	0,2929	0,2503	0,1126	0,0501	5,2393	5.
10	0,9441	1,2982	0,8292	0,4784	0,4784	0,1757	0,3295	0,2929	0,1627	0,1126	0,0501	5,1518	4.
Váhy	0,236	0,236	0,1276	0,0957	0,0957	0,0439	0,0439	0,0586	0,025	0,025	0,0125	1	

Tabulka č. 9: Metoda pořadí (Vlastní výroby)

V metodě pořadí a bodovací metodě vyšly stejná pořadí na předních místech, jediný rozdíl je ve dvou posledních variantách. Nejlepší je tedy varianta číslo 6, následována variantami číslo 7 a 5.

Další je metoda aspiračních úrovní, která určuje množinu akceptovatelných variant konjunktivním nebo disjunktivním způsobem. V tomto případě se využije konjunktivní metody, která připouští pouze varianty splňující všechny aspirační úrovně. Pokud jsou aspirační úrovně nastaveny příliš vysoko, bude množina vhodných variant prázdná. Naopak pokud budou aspirační úrovně nastaveny volně, bude množina vhodných variant příliš velká. Při určení vhodné varianty se nejdříve stanoví první sada aspiračních úrovní kritérií. Přijatelná varianta musí být ve všech kritériích alespoň stejně dobrá jako nastavené aspirační úrovně (Brožová & Houška, 2003).

V následující tabulce (Tabulka č. 10) jsou ve druhém sloupci stanoveny aspirační úrovně prvního řádu a ve třetím jsou vypsány varianty, které danou úroveň splňují. Ve čtvrtém sloupci jsou vypsány varianty, které splňují všechny kritéria aspirační úrovně prvního řádu. Pro určení jediné varianty je v předposledním sloupci stanovena sada druhé aspirační úrovně kritérií. V posledním sloupci se nachází jediná, všem aspiračním úrovním, vyhovující varianta. Nejvhodnější variantou je tedy podle metody aspiračních úrovní varianta číslo 6.

Kritérium	Aspirační úroveň 1	Splňují varianty	Vše splňuje varianta 6 a 7	Kritérium	Aspirační úroveň 2	Vše splňuje varianta 6
K1	Rodinné domy a byty	3;4;5;6;7;8;9;10		K1	Vše	
K2	Uvedeno	1;6;7		K2	15-20%	
K3	Uvedeno	2;5;6		K3	6-8 let	
K4	9 funkcí	1;4;6;7;9;10		K4	12 funkcí	
K5	Ano	1;2;3;4;5;6;7;9;10		K5	Ano	
K6	Ano	4;5;6;7;8;9;10		K6	Ano	
K7	Velmi odolný	1;4;6;7		K7	Velmi odolný	
K8	Ano	1;2;3;5;6;7;8;9;10		K8	Ano	
K9	Ano	1;2;3;4;5;6;7;8;10		K9	Ano-více škol	
K10	Rychlá	3;4;5;6;7;8;9;10		K10	Velmi rychlá	
K11	Dobrý	1;3;4;5;6;7;8;9;10		K11	Výborný	

Tabulka č. 10: Metoda aspiračních úrovní (Vlastní výroby)

Další metoda pro stanovení pořadí variant je metoda váženého součtu (WSA). Tato metoda vyžaduje kardinální informace, kritériální matici a vektor vah kritérií. Zde se využije kvantifikace pomocí metody pořadí a vektor vah ze Saatyho metody. Metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitku, tedy nejlepší varianta má největší užitek (Brožová & Houška, 2003). Výpočet této metody se provedl v doplňkovém softwaru Sanna.

	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX
	1.Kritérium	2.Kritérium	3.Kritérium	4.Kritérium	5.Kritérium	6.Kritérium	7.Kritérium	8.Kritérium	9.Kritérium	10.Kritérium	11.Kritérium
1.Varianta	1	9	6,5	8	6	2	8,5	6	9,5	8	3,5
2.Varianta	2,5	10	2	1	6	1	3,5	6	7,5	8	1
3.Varianta	7	5,5	6,5	2	6	3	3,5	6	4,5	2	3,5
4.Varianta	2,5	5,5	6,5	6	6	7	8,5	1	4,5	4,5	7
5.Varianta	7	5,5	1	3,5	6	7	3,5	6	4,5	4,5	3,5
6.Varianta	7	1	6,5	10	6	7	8,5	6	9,5	2	9,5
7.Varianta	7	2	6,5	9	6	7	8,5	6	7,5	2	9,5
8.Varianta	7	5,5	6,5	3,5	1	7	3,5	6	4,5	8	3,5
9.Varianta	7	5,5	6,5	6	6	7	3,5	6	1	8	7
10.Varianta	7	5,5	6,5	6	6	7	3,5	6	4,5	8	7
Váhy	0,23603	0,23603	0,12757	0,09568	0,09568	0,04393	0,04393	0,05857	0,02503	0,02503	0,01251

Tabulka č. 11: WSA – vstupní data (Sanna)

Z posledního sloupce výsledné tabulky (Tabulka č. 13) lze vyčíst, že největší užitek (u) přináší varianta číslo 6. Následuje varianta 7 a poté varianta 5.

Poslední metodou pro stanovení pořadí variant je metoda TOPSIS. Tato metoda vyžaduje také, jako metoda WSA, kardinální informace, kritériální matici a vektor vah kritérií. Proto opět využijeme metodu pořadí a vypočítaný vektor vah pomocí Saatyho metody. Metoda TOPSIS je založena na posouzení variant z hlediska jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Ideální variantou se rozumí taková, která obsahuje ve všech kritériích současně nejlepší hodnoty. Bazální variantou se rozumí ta, jejíž ohodnocení je nejhorší ve všech kritériích (Brožová & Houška, 2003). Výpočet této metody byl proveden v softwaru Sanna.

	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX
	1.Kritérium	2.Kritérium	3.Kritérium	4.Kritérium	5.Kritérium	6.Kritérium	7.Kritérium	8.Kritérium	9.Kritérium	10.Kritérium	11.Kritérium
1.Varianta	1	9	6,5	8	6	2	8,5	6	9,5	8	3,5
2.Varianta	2,5	10	2	1	6	1	3,5	6	7,5	8	1
3.Varianta	7	5,5	6,5	2	6	3	3,5	6	4,5	2	3,5
4.Varianta	2,5	5,5	6,5	6	6	7	8,5	1	4,5	4,5	7
5.Varianta	7	5,5	1	3,5	6	7	3,5	6	4,5	4,5	3,5
6.Varianta	7	1	6,5	10	6	7	8,5	6	9,5	2	9,5
7.Varianta	7	2	6,5	9	6	7	8,5	6	7,5	2	9,5
8.Varianta	7	5,5	6,5	3,5	1	7	3,5	6	4,5	8	3,5
9.Varianta	7	5,5	6,5	6	6	7	3,5	6	1	8	7
10.Varianta	7	5,5	6,5	6	6	7	3,5	6	4,5	8	7
Váhy	0,23603	0,23603	0,12757	0,09568	0,09568	0,04393	0,04393	0,05857	0,02503	0,02503	0,01251

Tabulka č. 14: TOPSIS – vstupní data (Sanna)

	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	1.Kritérium	2.Kritérium	3.Kritérium	4.Kritérium	5.Kritérium	6.Kritérium	7.Kritérium	8.Kritérium	9.Kritérium	10.Kritérium	11.Kritérium
1.Varianta	1	1	0	8	6	2	8,5	6	9,5	0	3,5
2.Varianta	2,5	0	4,5	1	6	1	3,5	6	7,5	0	1
3.Varianta	7	4,5	0	2	6	3	3,5	6	4,5	6	3,5
4.Varianta	2,5	4,5	0	6	6	7	8,5	1	4,5	3,5	7
5.Varianta	7	4,5	5,5	3,5	6	7	3,5	6	4,5	3,5	3,5
6.Varianta	7	9	0	10	6	7	8,5	6	9,5	6	9,5
7.Varianta	7	8	0	9	6	7	8,5	6	7,5	6	9,5
8.Varianta	7	4,5	0	3,5	1	7	3,5	6	4,5	0	3,5
9.Varianta	7	4,5	0	6	6	7	3,5	6	1	0	7
10.Varianta	7	4,5	0	6	6	7	3,5	6	4,5	0	7
Váhy	0,23603	0,23603	0,12757	0,09568	0,09568	0,04393	0,04393	0,05857	0,02503	0,02503	0,01251

Tabulka č. 15: TOPSIS – upravená vstupní data (Sanna)

	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	1.Kritérium	2.Kritérium	3.Kritérium	4.Kritérium	5.Kritérium	6.Kritérium	7.Kritérium	8.Kritérium	9.Kritérium	10.Kritérium	11.Kritérium
1.Varianta	0,05296	0,06114	0,00000	0,40905	0,33282	0,10585	0,44644	0,33282	0,47785	0,00000	0,18014
2.Varianta	0,13241	0,00000	0,63324	0,05113	0,33282	0,05293	0,18383	0,33282	0,37725	0,00000	0,05147
3.Varianta	0,37074	0,27514	0,00000	0,10226	0,33282	0,15878	0,18383	0,33282	0,22635	0,52125	0,18014
4.Varianta	0,13241	0,27514	0,00000	0,30679	0,33282	0,37048	0,44644	0,05547	0,22635	0,30406	0,36028
5.Varianta	0,37074	0,27514	0,77396	0,17896	0,33282	0,37048	0,18383	0,33282	0,22635	0,30406	0,18014
6.Varianta	0,37074	0,55028	0,00000	0,51131	0,33282	0,37048	0,44644	0,33282	0,47785	0,52125	0,48895
7.Varianta	0,37074	0,48913	0,00000	0,46018	0,33282	0,37048	0,44644	0,33282	0,37725	0,52125	0,48895
8.Varianta	0,37074	0,27514	0,00000	0,17896	0,05547	0,37048	0,18383	0,33282	0,22635	0,00000	0,18014
9.Varianta	0,37074	0,27514	0,00000	0,30679	0,33282	0,37048	0,18383	0,33282	0,05030	0,00000	0,36028
10.Varianta	0,37074	0,27514	0,00000	0,30679	0,33282	0,37048	0,18383	0,33282	0,22635	0,00000	0,36028
Váhy	0,23603	0,23603	0,12757	0,09568	0,09568	0,04393	0,04393	0,05857	0,02503	0,02503	0,01251

Tabulka č. 16: TOPSIS – normalizovaná kritériální matice R (Sanna)

	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	1.Kritérium	2.Kritérium	3.Kritérium	4.Kritérium	5.Kritérium	6.Kritérium	7.Kritérium	8.Kritérium	9.Kritérium	10.Kritérium	11.Kritérium
1.Varianta	0,01250	0,01443	0,00000	0,03914	0,03184	0,00465	0,01961	0,01949	0,01196	0,00000	0,00225
2.Varianta	0,03125	0,00000	0,08078	0,00489	0,03184	0,00233	0,00808	0,01949	0,00944	0,00000	0,00064
3.Varianta	0,08751	0,06494	0,00000	0,00978	0,03184	0,00698	0,00808	0,01949	0,00567	0,01305	0,00225
4.Varianta	0,03125	0,06494	0,00000	0,02935	0,03184	0,01628	0,01961	0,00325	0,00567	0,00761	0,00451
5.Varianta	0,08751	0,06494	0,09873	0,01712	0,03184	0,01628	0,00808	0,01949	0,00567	0,00761	0,00225
6.Varianta	0,08751	0,12988	0,00000	0,04892	0,03184	0,01628	0,01961	0,01949	0,01196	0,01305	0,00612
7.Varianta	0,08751	0,11545	0,00000	0,04403	0,03184	0,01628	0,01961	0,01949	0,00944	0,01305	0,00612
8.Varianta	0,08751	0,06494	0,00000	0,01712	0,00531	0,01628	0,00808	0,01949	0,00567	0,00000	0,00225
9.Varianta	0,08751	0,06494	0,00000	0,02935	0,03184	0,01628	0,00808	0,01949	0,00126	0,00000	0,00451
10.Varianta	0,08751	0,06494	0,00000	0,02935	0,03184	0,01628	0,00808	0,01949	0,00567	0,00000	0,00451
Váhy	0,23603	0,23603	0,12757	0,09568	0,09568	0,04393	0,04393	0,05857	0,02503	0,02503	0,01251
Ideální	0,08751	0,12988	0,09873	0,04892	0,03184	0,01628	0,01961	0,01949	0,01196	0,01305	0,00612
Bazální	0,01250	0,00000	0,00000	0,00489	0,00531	0,00233	0,00808	0,00325	0,00126	0,00000	0,00064

Tabulka č. 17: TOPSIS – vážená kritériální matice W (Sanna)

	di+	di-	ci	Pořadí
1. Varianta	0,17064	0,05104	0,23022	10.
2. Varianta	0,15109	0,08895	0,37056	9.
3. Varianta	0,12559	0,10511	0,45563	6.
4. Varianta	0,13360	0,07932	0,37253	8.
5. Varianta	0,07380	0,14486	0,66250	1.
6. Varianta	0,09873	0,16138	0,62042	2.
7. Varianta	0,09994	0,14849	0,59773	3.
8. Varianta	0,12665	0,10234	0,44693	7.
9. Varianta	0,12153	0,10779	0,47005	5.
10. Varianta	0,12122	0,10788	0,47089	4.

Tabulka č. 18: TOPSIS – výsledné pořadí variant (Sanna)

Podle výše uvedené tabulky (Tabulka č. 18) lze vyčíslit, že podle metody TOPSIS je nejvhodnější varianta číslo 5. Na dalších místech jsou varianty 6 a 7.

4.1.6 Analýza citlivosti preferenčního pořadí variant

Jelikož pořadí variant, stanovené některou z metod vícekriteriálního rozhodování, závisí především na použité metodě a vahách jednotlivých kritérií. Provede se zkoumání citlivosti preferenčního pořadí variant. Vícekriteriální hodnocení variant se potom provádí s měnícími se vahami kritérií a pouze pokud se při těchto změnách nemění preferenční pořadí variant, tak není toto pořadí citlivé na nepřesnost stanovených vah. Závislost na použité metodě vychází z toho, že jednotlivé metody jsou počítány na základě různých předpokladů a s různými výpočetními postupy. Proto se zde uplatnilo více metod a ověřila se citlivost preferenčního pořadí variant vzhledem k metodám. Pouze variantu, která stále zůstává na prvním místě i při použití libovolné metody, lze považovat za nejvýhodnější (Friebelová, 2008). V následující tabulce (Tabulka č. 19) můžeme vidět pořadí jednotlivých variant z hlediska kritérií, stanovená výše vypočítanými metodami.

Metoda	Pořadí	Bodovací	WSA	TOPSIS
1. Varianta	10.	9.	10.	10.
2. Varianta	9.	10.	9.	9.
3. Varianta	6.	6.	6.	6.
4. Varianta	8.	8.	8.	8.
5. Varianta	3.	3.	3.	1.
6. Varianta	1.	1.	1.	2.
7. Varianta	2.	2.	2.	3.
8. Varianta	7.	7.	7.	7.
9. Varianta	5.	5.	5.	5.
10. Varianta	4.	4.	4.	4.

Tabulka č. 19: Preferenční pořadí variant (Vlastní výroby)

Z uvedené tabulky lze vyčíst, že citlivost preferenčního pořadí variant na aplikované metodě není vysoká. Pořadí se na předních pozicích významněji liší pouze v metodě TOPSIS. Nejlépe na tom je varianta číslo 6, která je pouze v jednom případě na druhé pozici. Tato varianta také vyšla jako nejvhodnější při použití metody aspiračních úrovní. Proto se varianta číslo 6 označí za kompromisní neboli nejméně vzdálenou od ideální varianty. Dále se tedy práce bude zabývat systémem HAIDY.

4.2 Charakteristika vybraného systému

Systém HAIDY je původní český systém, který se zaměřuje na čtyři hlavní oblasti: Inteligence, komfort, bezpečnost a energie.

Z hlediska inteligence se rozumí možnosti nastavení a propojení požadovaných funkcí mezi sebou. Jde tedy o funkce inteligentní správy domu. Mezi takové funkce systém řadí:

- Mapování a konfigurace vypínačů – vypínač lze jednoduše nastavit, může například kontrolovat zásuvky v místnosti, aktivovat stažení rolet, rozsvítit venkovní osvětlení, nebo spustit odvětrávání.
- Programování scén – jedná se o soubor akcí a podmínek nutných pro jejich provedení. Grafické rozhraní ovládacího panelu HAIDY, umožňuje nastavit jednotlivé komponenty tak, aby se za určitých podmínek chovaly konkrétním způsobem. Tomuto nastavení se říká scéna, přičemž lze provázat navzájem jakékoli prvky systému (světla, topení aj.) s libovolným počtem veličin a ukazatelů (teplota, tlak, výstupy pohybových nebo hlukových čidel).
- Infračervené rozhraní – nastavené akce lze vyvolat i pomocí dálkového ovladače. Stačí namířit ovladač na příslušný senzor, ten načte jeho signál a následně k němu přiřadí požadovanou akci. Dají se tím zatáhnout rolety, rozsvítit světla, nebo aktivovat vyhřívání chodníku stisknutím jediného tlačítka na ovladači.
- Funkce na přání – inteligentní domácnost HAIDY je vyvinuta jako dynamická platforma s obrovským počtem možných kombinací jednotlivých prvků a podmínek, proto je schopna plnit i náročnější požadavky (HAIDY, 2011).

Pro komfortní bydlení systém nabízí pohodlné ovládání i odkudkoli na světě. Systémem se dají ovládat:

- Světla – která se aktivují podle potřeby uživatele pomocí detektorů, naprogramovaných scén i v reakci na denní světlo.
- Rolety a žaluzie – chránící soukromí uživatel domu.
- Zásuvky – jejichž vypnutím lze docílit bezpečí, úspor a pohodlí.
- Vzdálená správa – jenž dává plnou kontrolu nad domem kdekoli na světě.
- Motory – které ovládají například garážová vrata, rolety nebo vstupní bránu.
- Bazén – ve kterém systém zajistí vše od zahřívání vody ve zvolenou dobu až po automatické čištění.
- Zavlažování – navržené tak, že je rozdělené s libovolným počtem okruhů podle potřeb jednotlivých rostlin (HAIDY, 2011).

System dokáže zajistit bezpečnost pomocí propojení bezpečnostních prvků, mezi které patří:

- Bezpečnostní a kamerový systém – zahrnující různé druhy detektorů, senzorů, alarmů, samotný systém kamer a systém IR (infračervená) závor.
- Videovrátný a interkom – s možností otevření dveří odkudkoli v domě.
- Elektronické ovládání vstupu – pomocí elektronických karet s RFID čipem, který je zabezpečen proti ztrátě či zneužití dvěma vrstvami ochrany (HAIDY, 2011).

System HAIDY poskytuje aktuální přehled o spotřebě energií v domě. Mezi energetické funkce systému patří:

- Topení – nastavitelné pro každou místnost, ale i dobu, po kterou uživatel chce dům vytápět. Pomocí senzorů systém hlídá, aby se netopilo například při otevřeném okně.
- Ventilace – sledování a řízení vlastností vzduchu s cílem dosažení optimálního prostředí jak pro obyvatele domu, tak pro jeho vybavení.
- Klimatizace – může se nastavit podle průběhu dne tak, aby uživatel už nemusel dodatečně zasahovat a přizpůsobovat aktuálním podmínkám.
- Měření spotřeby – možnost sledování spotřeby vody, plynu a elektrické energie okamžitě i za určité období na jednom místě.
- Meteorologická stanice – monitorování vnějších klimatických podmínek za účelem zlepšení vnitřního pohodlí. Pomocí meteorologické stanice získává systém informace o tlaku, teplotě, směru, síle a rychlosti větru, vlhkosti, srážkách atd.
- Měření veličin – pomocí jednotky Senzor modul systém shromažďuje a vyhodnocuje údaje ze strategicky umístěných senzorů. Mezi veličiny, které systém neustále monitoruje, patří: teplota, atmosférický tlak, vlhkost, intenzita denního světla a hluchnost.
- Vyhřívání chodníků – pokud je chodník vybaven elektrickým topením a napadne sníh, systém tuto skutečnost detekuje a automaticky zapne vytápění chodníků, tím ušetří čas a práci strávenou s uklízením sněhu (HAIDY, 2011).

4.3 Požadavky na systém od zadavatele

Zadavatel bydlí v jednogeneračním volně stojícím rodinném domě na klíč jménem Amélka. Jedná se o nepodsklepený přízemní domek se třemi místnostmi a kuchyní. V domě je velký obývací pokoj s možností vcházení do kuchyně a na terasu. V koupelně se nachází kotel pro ústřední topení. Zastavěná plocha je 98,04 m² a rozměry domu jsou 15,1 x 10,0 m. Rozložení místností je vidět v příloze č. 1 (Archipelag, 2011).

První požadavek je na osvětlení, které by mělo být dostatečné a v každé místnosti, dále také u vchodu v chodbě a na garážovém stání. Druhý požadavek je na ovládání všech rolet v domě. Další skupina požadavků vyplývá z možnosti ovládání, neboli jaké ovládací prvky jsou vyžadovány. Mezi tyto prvky se řadí vypínače, klientský software a dotykové panely. Zadavatel vyžaduje dostatečný počet vypínačů do více obývaných místností, jako je kuchyň, obývací pokoj aj. Dále klientský software, pro ovládání z počítače a dva dotykové panely. Dalším požadavkem je možnost ovládání topení v každé místnosti, ventilátory v kuchyni koupelně a toaletě a okruh venkovního rozmrazování u vchodu. Následují požadavky na zabezpečení domu. Mezi které patří detektor kouře do kuchyně, detektory pohybu po celém domě, u vchodu a na garážovém stání a magnetické detektory u všech oken a vstupní branky. Elektrozámek pro vstupní branku, záložní zdroj pro systém, záložní server a IP videovrátný. Poté požadavek na měřiče vody a elektřiny, meteorologickou stanici a GSM bránu. Všechny požadavky jsou shrnuty v příloze č. 2.

Pro případ možnosti, že by nabídka byla příliš finančně náročná, byly vypracovány další dvě varianty požadavků, kde zadavatel snížil požadavky na použité komponenty. Druhá varianta má oproti předchozí variantě o jeden dvojitý vypínač méně. Dále chybí dotykový panel v obývacím pokoji, ovládání ventilátorů, okruhy venkovního rozmrazování, IP videovrátný, záložní server, sensorový modul v ložnici, pokoji a koupelně a meteorologická stanice. Použila se také jen polovina počtu magnetických detektorů. Celá druhá varianta je shrnuta v příloze č. 3.

Třetí varianta se liší v tom, že neovládá rolety v domě, používá více jednoduchých vypínačů, místo dvojitých a nemá oproti druhé variantě záložní zdroj pro systém HAIDY a sensorový modul. Shrnutí třetí varianty je v příloze č. 4.

4.4 Navržené řešení

Na základě požadavků zde budou navržena jednotlivá řešení pro všechny tři varianty. Základem pro vypracování hrubých nabídek jsou shrnutí požadavků jednotlivých variant a informace o potřebném hardwarovém vybavení a softwarových modulech.

4.4.1 Řešení jednotlivých variant

První varianta požadavků je nejrozsáhlejší, proto i navrhované řešení bude nejrozsáhlejší a také nejdražší. Seznam potřebného hardwarového vybavení je v příloze č. 5 a informace o softwarových modulech v následující tabulce (Tabulka č. 20).

Základ
- ExHAldySwitchesModule - modul umožňující ovladání tlačítek, zajišťuje virtuální permutační mezivrstvu mezi tlačítkem a ovládaným zařízením/scenou
- ExHAldyPowerOutletsModule - modul pro ovladání elektrických zásuvek
- ExHAldyLightsModule - modul pro ovladání světel
- ExHAldyDataCollectorModule - modul pro sber dat ze všech senzorů vč. Meteostanice a klimatizační jednotky, detektoru
- ExHAldyScenesModule - modul pro ovladání scén
- ExHAldyConditionModule - modul zajišťující spouštění podmínkových akcí
- ExHAldyClientControlSupportModule - modul pro komunikaci s klientem a zpracování požadavku z klienta
- ExHAldyAudioModule - audio modul pro přehrávání zvuku
- ExHAldyIrRemoteControlModule - modul zajišťující ovladání zařízení a scén přes IR rozhraní
- ExHAldyWindowBlindsModule - modul ovládající rolety
Vytápění a klimatizace
- ExHAldyClimateModule - modul pro ovladání klimatizační jednotky, ovladání termostatu klasického topení a klimatizace,
- ExHAldyVentilationModule - modul ovládající ventilatory a termostaty ventilace ovladání elektrického topného tělesa, ovladání termo a servo hlavičky
- ExHAldyElectricFloorHeatingModule - modul pro ovladání elektrického podlahového topného tělesa
Zabezpečovací systém
- ExHAldySecurityModule - modul vyhodnocující narušení bezpečnostních zón a umožňující jejich ovladání
- ExHAldyActiveSecurityModule - modul pro aktivní bezpečnost
Interkom
- ExHAldyCommunicationsModule - modul pro zajištění VOIP komunikace mezi SW klient vs SW klient a SW klient vs HW klient
GSM
- ExHAldyGsmModule - modul zajišťující mezivrstvu mezi GSM sítí a interfacem na ovladání jednotlivých modulů

Tabulka č. 20: Softwarové moduly první varianty (Vlastní výroby)

Řešení druhé varianty je na základě požadavků této varianty, hardwarového vybavení (Příloha č. 6) a softwarových modulů v následující tabulce (Tabulka č. 21).

Základ
- ExHAldySwitchesModule - modul umožňující ovladání tlačítek, zajišťuje virtuální permutační mezivrstvu mezi tlačítkem a ovládaných zařízení/scenou
- ExHAldyPowerOutletsModule - modul pro ovladání elektrických zásuvek
- ExHAldyLightsModule - modul pro ovladání světla
- ExHAldyDataCollectorModule - modul pro sber dat ze všech senzorů vc. Meteostanice a klimatizační jednotky, detektoru
- ExHAldyScenesModule - modul pro ovladání scén
- ExHAldyConditionModule - modul zajišťující spuštění podmínkových akcí
- ExHAldyClientControlSupportModule - modul pro komunikaci s klientem a zpracování požadavku z klienta
- ExHAldyAudioModule - audio modul pro přehrávání zvuku
- ExHAldyIrRemoteControlModule - modul zajišťující ovladání zařízení a scén přes IR rozhraní
- ExHAldyWindowBlindsModule - modul ovládající rolety
Vytápění a klimatizace
- ExHAldyClimateModule - modul pro ovladání klimatizační jednotky, ovladání termostatu klasického topení a klimatizace
- ExHAldyVentilationModule - modul ovládající ventilatory a termostaty ventilace ovladání elektrického topného tělesa, ovladání termo a servo hlavice
- ExHAldyElectricFloorHeatingModule - modul pro ovladání elektrického podlahového topného tělesa
Zabezpečovací systém
- ExHAldySecurityModule - modul vyhodnocující narušení bezpečnostních zón a umožňující jejich ovladání
- ExHAldyActiveSecurityModule - modul pro aktivní bezpečnost
Interkom
- ExHAldyCommunicationsModule - modul pro zajištění VOIP komunikace mezi SW klient vs SW klient a SW klient vs HW klient
GSM
- ExHAldyGsmModule - modul zajišťující mezivrstvu mezi GSM sítí a interfacem na ovladání jednotlivých modulů

Tabulka č. 21: Softwarové moduly druhé a třetí varianty (Vlastní výroby)

Třetí varianta je řešena na základě požadavků na danou variantu. Potřebné hardwarové vybavení je stejné jako v příloze č. 6. Softwarové moduly jsou také stejné jako v předchozí variantě (viz. Tabulka č. 21).

5 Výsledky a diskuze

Pomocí použitých metod vícekritériálního rozhodování a analýzy citlivosti preferenčního pořadí variant se vybral, jako nejvhodnější ze systémů systém HAIDY. Při aplikovaných metodách skončil pouze jednou na horším, než prvním místě a to v metodě TOPSIS, kde se umístil jako druhý nejlepší. Na základě požadavků od zadavatele, s ohledem na odstupňování finanční náročnosti, se stanovily tři varianty požadavků. V návaznosti se poté stanovilo potřebné hardwarové vybavení a softwarové moduly, pro všechny tři varianty. Dále se určily tři varianty řešení na zpracování s odlišným počtem prvků pomocí požadavků od zadavatele, potřebného hardwarového vybavení a softwarových modulů. Rozložení jednotlivých prvků systému HAIDY v domě, pro všechny varianty, lze vidět v přílohách č. 7, 8 a 9.

Výsledkem řešených variant jsou následující tabulky (Tabulka č. 22, 23 a 24), které v sobě obsahují jednotlivé hrubé rozpočty všech tří variant. Z těchto rozpočtových tabulek lze vyčíst, že nejdražší a nejobsáhlejší je první varianta. Pro doporučení této varianty mluví

to, že zadavatel chtěl mít kompletně automatizovanou domácnost s více prvky a většími možnostmi ovládání. Proti doporučení je zejména výše celkové ceny, která je 391 809 Kč. Cena druhé hrubé nabídky je 285 426 Kč. Více než o sto tisíc menší částka je ve druhé variantě kvůli tomu, že neobsahuje tolik komponent a koncových prvků. Chybí například větší dotykový panel, videovrátný nebo meteorologická stanice. Třetí hrubá nabídka obsahuje nejméně zařízení a možností ovládání. Její cena byla vypočítána na 229 141 Kč.

Při výběru nejvhodnější varianty pro realizaci automatizovaného domu pro zadavatele, se musí vycházet nejen z míry funkčnosti, ale i z celkové částky dané realizace. Pokud zadavatel trvá na svých původních požadavcích s tím, že s danou cenou souhlasí, tak se jednoduše podepíše smlouva a začne se s realizací. Většinou se ale hledají další varianty jak ušetřit peníze s co nejmenším dopadem na funkčnost celého systému. Z tohoto pohledu je optimální druhá varianta řešení, která není tak drahá a obsahuje dostatek funkcí systému na ovládání domu. Možností je také neinstalovat všechna zařízení hned a připravit dům na budoucí dodatečné instalace koncových prvků a úpravy systému.

První varianta				
Popis prvku	Objednávací kód	ks celkem	cena/kus	cena celkem
Hardware Haidy				112 469
Jenoduchý vypínač	SS2B-C-S-2	4	1 257	5 026
Dvojitý vypínač	SS4B-C-S-2	15	1 327	19 898
Převodník Ethernet/ CAN	ECC-E-D	2	2 146	4 291
Zdroj 12V 2A DIN		1	1 000	1 000
Zdroj 24V 6A		1	800	800
Senzorový modul	SMF-C-S	4	5 796	23 184
Modul vstupů a výstupů 2042	IOM2042-C-D-2	4	1 064	4 256
Stmívač 6x100W	DIM6X100W-C-D6-2	1	7 746	7 746
Reléový spínač 250V 6x6A	P6R6A-C-D2-2	2	2 201	4 403
Reléový spínač 250V 6x16A	P6R16A-C-D6-2	1	1 950	1 950
Ovladač motoru žaluzii 4x6A	M4R6A-C-D2	2	2 968	5 936
Univerzální modul	UR01-C-S-2	1	1 355	1 355
Koncentrátor zabezpečovačky	SDC18-C-D2	2	2 688	5 376
Zapojení, konfigurace, oživení a testy Haidy		109	250	27 250
Hardware				38 600
GSM brána	GSM01	1	3 500	3 500
Server Haidy + Modul základních funkcí + Haidy klient (1licence)	SHPMK1	1	30 000	30 000
Switch 8/100 port	SW24/100R2	1	900	900
Záložní zdroj pro Haidy	TR1500VA2U	1	4 200	4 200
Software				49 940
Modul vytápění a klimatizace	MVK1	1	9 990	9 990
Modul zabezpečení	MZ1	1	9 990	9 990
Modul GSM	MGSM1	1	4 990	4 990
Modul Interkom	MI1	1	4 990	4 990
Haidy klient SW licence	HKL1	2	9 990	19 980
Koncové prvky podporované Haidy				60 800
Počet meteostanic		1	17 000	17 000
IP Videovratny 2N		1	16 800	16 800
Dotykový panel 10"		1	12 000	12 000
Počet dotykových panelů 17"		1	15 000	15 000
Ostatní				130 000
Projektové práce - Elektro+Haidy		1	18 000	18 000
Elektroinstalace (material + práce) - kvalifikovaný odhad		1	112 000	112 000
Cena celkem				391 809

Tabulka č. 22: Rozpočet na první variantu řešení (Kalkulátor HAIDY)

Druhá varianta				
Popis prvku	Objednávací kód	ks celkem	cena/kus	cena celkem
HW Haidy				85 066
Jenoduchý vypínač	SS2B-C-S-2	4	1 257	5 026
Dvojitý vypínač	SS4B-C-S-2	14	1 327	18 571
Převodník Ethernet/ CAN	ECC-E-D	2	2 146	4 291
Zdroj 12V 2A DIN		1	1 000	1 000
Zdroj 24V 6A		1	800	800
Senzorový modul	SMF-C-S	1	5 796	5 796
Modul vstupů a výstupů 2042	IOM2042-C-D-2	4	1 064	4 256
Stmívač 6x100W	DIM6X100W-C-D6-2	1	7 746	7 746
Reléový spínač 250V 6x6A	P6R6A-C-D2-2	2	2 201	4 403
Reléový spínač 250V 6x16A	P6R16A-C-D6-2	1	1 950	1 950
Ovladač motoru žaluzii 4x6A	M4R6A-C-D2	2	2 968	5 936
Univerzální modul	UR01-C-S-2	1	1 355	1 355
Koncentrátor zabezpečovačky	SDC18-C-D2	1	2 688	2 688
Zapojení, konfigurace, oživení a testy Haidy		85	250	21 250
HW				38 400
GSM brána	GSM01	1	3 500	3 500
Server Haidy + Modul základních funkcí + Haidy klient (1licence)	SHPMK1	1	30 000	30 000
Switch 8/100 port	SW24/100R2	1	700	700
Záložní zdroj pro Haidy	TR1500VA2U	1	4 200	4 200
SW				34 960
Modul vytápění a klimatizace	MVK1	1	9 990	9 990
Modul zabezpečení	MZ1	1	9 990	9 990
Modul GSM	MGSM1	1	4 990	4 990
Haidy klient SW licence	HKL1	1	9 990	9 990
Koncové prvky podporované Haidy				12 000
Dotykový panel 10"		1	12 000	12 000
Ostatní				115 000
Projektové práce - Elektro+Haidy		1	15 000	15 000
Elektroinstalace (material + práce) - kvalifikovaný odhad		1	100 000	100 000
Cena celkem				285 426

Tabulka č. 23: Rozpočet na druhou variantu řešení (Kalkulátor HAIDY)

Třetí varianta				
Popis prvku	Objednávací kód	ks celkem	cena/kus	cena celkem
HW Haidy				66 971
Jenoduchý vypínač	SS2B-C-S-2	7	1 257	8 796
Dvojitý vypínač	SS4B-C-S-2	9	1 327	11 939
Převodník Ethernet/ CAN	ECC-E-D	2	2 146	4 291
Zdroj 12V 2A DIN		1	1 000	1 000
Zdroj 24V 6A		1	800	800
Modul vstupů a výstupů 2042	IOM2042-C-D-2	4	1 064	4 256
Stmívač 6x100W	DIM6X100W-C-D6-2	1	7 746	7 746
Reléový spínač 250V 6x6A	P6R6A-C-D2-2	2	2 201	4 403
Reléový spínač 250V 6x16A	P6R16A-C-D6-2	1	1 950	1 950
Univerzální modul	UR01-C-S-2	1	1 355	1 355
Koncentrátor zabezpečovačky	SDC18-C-D2	1	2 688	2 688
Zapojení, konfigurace, oživení a testy Haidy		71	250	17 750
HW				34 200
GSM brána	GSM01	1	3 500	3 500
Server Haidy + Modul základních funkcí + Haidy klient (1licence)	SHPMK1	1	30 000	30 000
Switch 8/100 port rack	SW24/100R2	1	700	700
SW				24 970
Modul vytápění a klimatizace	MVK1	1	9 990	9 990
Modul zabezpečení	MZ1	1	9 990	9 990
Modul GSM	MGSM1	1	4 990	4 990
Ostatní				103 000
Projektové práce - Elektro+Haidy		1	13 000	13 000
Elektroinstalace (material + práce) - kvalifikovaný odhad		1	90 000	90 000
Cena celkem				229 141

Tabulka č. 24: Rozpočet na třetí variantu řešení (Kalkulátor HAIDY)

6 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala problematikou inteligentních domů. Cílem práce bylo analyzovat možnosti instalované technologie a její vzájemná integrace v inteligentních domech. Na základě teoretických východisek a výběru systému určit vhodný systém pro inteligentní dům a pomocí požadavků od zadavatele vypracovat případovou studii na konkrétní řešení.

V literární rešerši se určil teoretický rámec zaměřený na inteligentní domy. První část se zabývala automatizací budov, systémovou technikou budov a technickým zařízením budov. V managementu energií se teoretická východiska týkala jeho funkcí v různých souvislostech a doby návratnosti investovaných prostředků. Poté se literární rešerše zabývala definováním pojmů nízkoenergetický a pasivní dům. Dále se definoval pojem inteligentní budova a vymezil se výraz inteligentní dům. Poté se rozebíraly přínosy pro obyvatele inteligentního domu, úspory a monitorování spotřeby energií. Nakonec se v literární rešerši popisovala základní infrastruktura a možnosti integrace, ovládání a automatizace inteligentního domu.

V praktické části práce se na základě analýzy teoretických východisek specifikovala kritéria. Poté následoval popis systémů zaměřený na jednotlivá kritéria. Pomocí kritérií a popisu všech systémů pak byla vytvořena kritériální matice. Potom se kvantifikovaly ordinární informace a určily se váhy kritérií pomocí Saatyho metody a metody postupného rozvrhu vah. Dále se určilo konečné pořadí variant podle jednotlivých metod a vybrala se nejvhodnější varianta systému pomocí analýzy citlivosti preferenčního pořadí variant. V další části následovala charakteristika vybraného systému. Nakonec se na základě požadavků na systém od zadavatele vypracovala tři různá řešení s ohledem na finanční náročnost. Jednotlivé návrhy měly jak odlišné prvky a možnosti ovládání, tak i rozpočet. Výsledná varianta se vybrala v závislosti na původních požadavcích od zadavatele na zcela automatizovaný dům a výši rozpočtů jednotlivých variant řešení. Vybrána byla druhá varianta řešení s optimálním poměrem ceny a možnostmi ovládání domu. Pro spokojenost zadavatele požadující úplnou automatizaci domu lze dům připravit na budoucí instalace dalších zařízení s minimálním dopadem na rozpočet.

7 Seznam použitých zdrojů

1. ABB i-bus® KNX. *Systém inteligentní elektroinstalace pro nevšední řešení* [online]. Vystaveno 24. 3. 2011 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=8915>.
2. ADP CZ s.r.o. *Systém inteligentní dům* [online]. Vystaveno 4. 12. 2008 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.solary.cz/>.
3. Archipelag. *Projekty rodinných domů Archipelag: Amélka - popis - Typové projekty rodinných domů* [online]. Vystaveno 8. 8. 2011 [cit. 2012-3-10]. Dostupné z: <http://www.archipelag.cz/typove-projekty-rodinnych-domu/projekt-rodinneho-domu-amelka/?Kind=1&Name=am%C3%A9lka&SearchForm=1>.
4. BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan. *Základní metody operační analýzy*. 1. vydání. Praha: CREDIT Praha, 2003. 250 s. ISBN 80-213-0951-2. Str. 113 – 124.
5. BURČÍK, Jaroslav. *Inteligentní budovy* [online]. Vystaveno 25. 5. 2006 [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: http://www.hkp.cz/upl/files/BURCIK_i2010.pdf.
6. ČSN ISO/IEC 9126: Informační technika. *Hodnocení softwarového produktu charakteristiky jakosti a návod pro jejich používání*. 1. vydání. Vydal: Český normalizační institut, 1993.
7. Ego-n®. *Inteligentní elektroinstalace – ABB* [online]. Vystaveno 8. 10. 2007 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=8919>.
8. ELEKTRO – Pavelek. *i-Dům (inteligentní dům)* [online]. Vystaveno 3. 8. 2010 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.pavelek.cz/idum-inteligentni-dum/>.
9. FRIEBELOVÁ, Jana. *Vícekritériální rozhodování za jistoty* [online]. Vystaveno 29. 10. 2008 [cit. 2012-03-13]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/Vicekritko.pdf>.
10. HAIDY a.s. *Chytré a úsporné bydlení* [online]. Vystaveno 22. 11. 2011 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.haidy.cz/>.
11. HALUZA, Miroslav, MACHÁČEK, Jan. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace* [online]. Vystaveno 19. 9. 2011 [cit. 2012-02-25]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>.

12. Insight Home. *Technologie pro inteligentní domy* [online]. Vystaveno 24. 8. 2011 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/inHome.html>.
13. ISB. *Inteligentní systémy budov* [online]. Vystaveno 1. 9. 2009 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.iqbudovy.cz/>.
14. MATZ, Václav. *Softwarové nástroje využívané v systémech automatizace budov - programovací nástroje, grafické centrály* [online]. Vystaveno 11. 7. 2011 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/7644-softwarove-nastroje-vyuzivane-v-systemech-automatizace-budov-programovaci-nastroje-graficke-centraly>.
15. MERZ, Hermann, HANSEMANN, Thomas, HÜBNER, Christof. *Automatizované systémy budov*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2008. 264 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
16. ODVÁRKA, Petr. *Strukturované kabeláže – úvod* [online]. Vystaveno 9. 4. 2001 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Strukturovane-kabelaze-uvod-942001>.
17. Sdružení NED – nízkoenergetický dům. *Kolik energie spotřebuje průměrná domácnost?* [online]. Vystaveno 3. 12. 2010 [cit. 2012-02-08]. Dostupné z: http://ned.kvalitne.cz/energie/spotreba_domacnost.html.
18. Smart accelerate. *Definitions* [online]. Vystaveno 29. 1. 2005 [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: <http://www.ibuilding.gr/definitions.html>.
19. SMOLA, Josef. *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 352 s. ISBN 978-80-247-2995-4.
20. Stakohome. *Chytré a moderní bydlení se Stakohome®* [online]. Vystaveno 12. 7. 2010 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-byt.cz/>.
21. TOMAN, Karel, KUNC, Josef. *Systémová technika budov*. 1. vydání. Praha: FCC PUBLIC, 1998. 96 s. ISBN 80-901985-4-6.
22. TRIMR s.r.o. *Inteligentní systémy řízení – inteligentní domy* [online]. Vystaveno 10. 3. 2010 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.trimr.cz/inteligentni-systemy.php>.
23. V PRAXI. *Bezpečnostní systémy* [online]. Vystaveno 12. 5. 2010 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: http://www.zabezpecovaci-systemy.ic.cz/bezpecnostni_systemy.html.

24. VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 2. vydání. Brno: Vydavatelství ERA, 2008. 136 s. ISBN 978-80-7366-137-3.
25. VELTE, Toby J.; VELTE, Anthony T. *Síťové technologie Cisco: velký průvodce*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2003. 759 s. ISBN 80-7226-857-0. Str. 431 - 432.
26. VOTRUBA, Zdeněk. *Počítačové instalace III* [online]. Vystaveno 7. 11. 2006 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://tf.czu.cz/~votruba/elektro/pi3.pdf>.
27. Yatun s.r.o. *Chytrý domov* [online]. Vystaveno 4. 11. 2010 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.control4.cz/>.

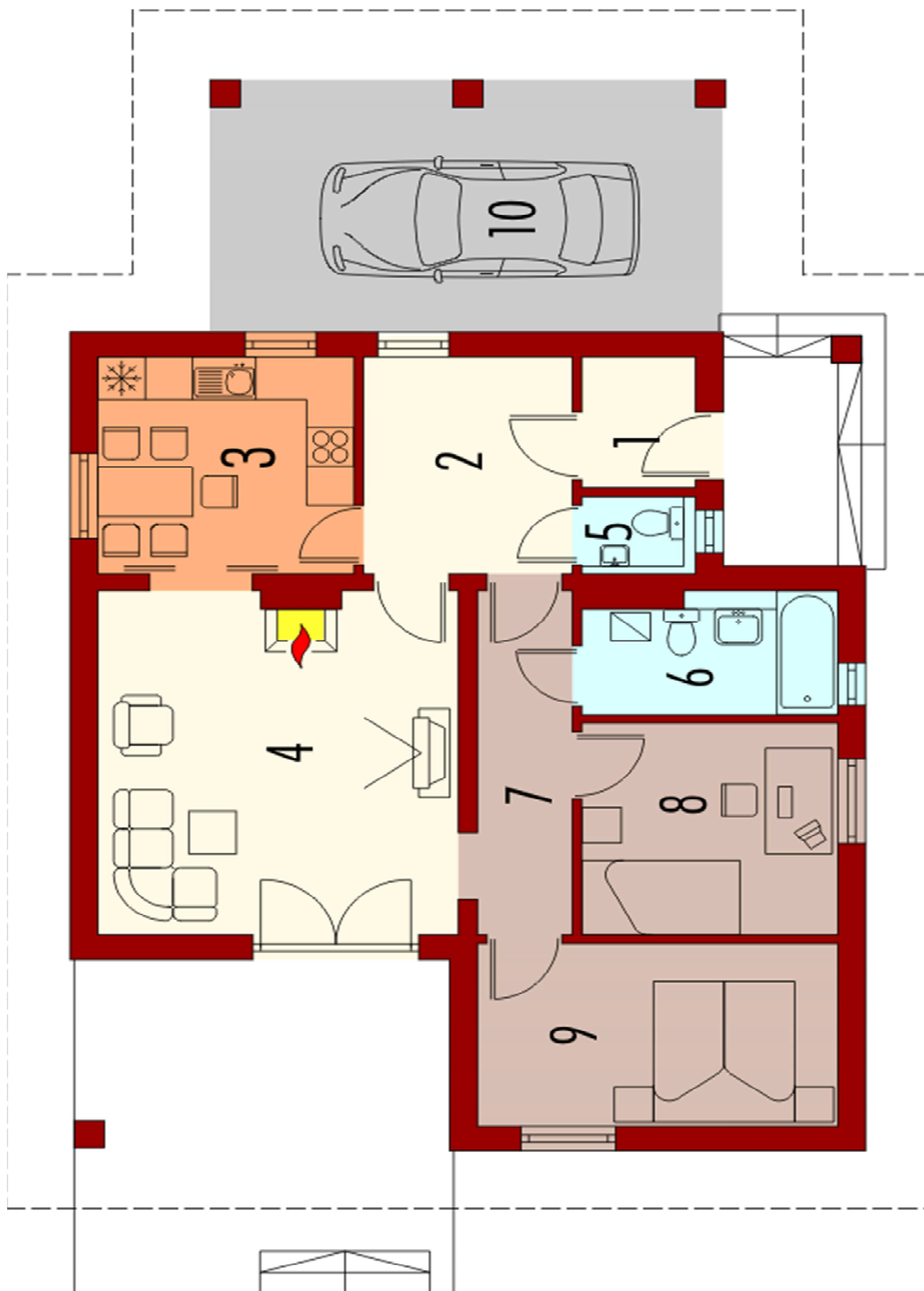
8 Seznam obrázků, tabulek a příloh

Obrázek č. 1: Hierarchická struktura automatizace budov.....	- 13 -
Obrázek č. 2: Zvláštní hierarchická struktura techniky systémů budov.....	- 14 -
Obrázek č. 3: Závislost ceny na výkonnosti elektroinstalace.....	- 15 -
Obrázek č. 4: Spínání optimalizované v čase na příkladu ústředního topení.....	- 17 -
Obrázek č. 5: Regulační pásmo nulové spotřeby energie.....	- 18 -
Obrázek č. 6: Energetický controlling.....	- 19 -
Obrázek č. 7: Rozdělení spotřeby energie v průměrné domácnosti v ČR.....	- 28 -
Obrázek č. 8: Standardizované sběrnice a sítě.....	- 37 -
Tabulka č. 1: Seznam kritérií a systémů.....	- 45 -
Tabulka č. 2: Kriteriační matice – 1. a 2. část.....	- 45 – 46 -
Tabulka č. 3: Vyjádření preferencí.....	- 47 -
Tabulka č. 4: Skupiny kritérií a jejich označení.....	- 48 -
Tabulka č. 5: Saatyho matice S.....	- 48 -
Tabulka č. 6: Výsledek Saatyho postupu v doplňku Sanna.....	- 48 -
Tabulka č. 7: Výsledné normované váhy kritérií postupného rozvrhu vah.....	- 48 -
Tabulka č. 8: Bodovací metoda.....	- 49 -
Tabulka č. 9: Metoda pořadí.....	- 50 -
Tabulka č. 10: Metoda aspiračních úrovní.....	- 51 -
Tabulka č. 11: WSA – vstupní data.....	- 51 -
Tabulka č. 12: WSA – upravená vstupní data.....	- 52 -
Tabulka č. 13: WSA – normalizovaná matice R.....	- 52 -

Tabulka č. 14: TOPSIS – vstupní data.....	- 53 -
Tabulka č. 15: TOPSIS – upravená vstupní data.....	- 53 -
Tabulka č. 16: TOPSIS – normalizovaná kritériální matice R.....	- 53 -
Tabulka č. 17: TOPSIS – vážená kritériální matice W.....	- 54 -
Tabulka č. 18: TOPSIS – výsledné pořadí variant.....	- 54 -
Tabulka č. 19: Preferenční pořadí variant.....	- 55 -
Tabulka č. 20: Softwarové moduly první varianty.....	- 59 -
Tabulka č. 21: Softwarové moduly druhé a třetí varianty.....	- 59 -
Tabulka č. 22: Rozpočet na první variantu řešení.....	- 61 -
Tabulka č. 23: Rozpočet na druhou variantu řešení.....	- 62 -
Tabulka č. 24: Rozpočet na třetí variantu řešení.....	- 63 -
Příloha č. 1: Půdorys rodinného domu Amélka.....	- 69 -
Příloha č. 2: Shrnuté požadavky první varianty.....	- 70 -
Příloha č. 3: Shrnuté požadavky druhé varianty.....	- 71 -
Příloha č. 4: Shrnuté požadavky třetí varianty.....	- 72 -
Příloha č. 5: Seznam hardwarového vybavení pro první variantu.....	- 73 -
Příloha č. 6: Seznam hardwarového vybavení pro druhou a třetí variantu.....	- 74 -
Příloha č. 7: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro první variantu.....	- 75 -
Příloha č. 8: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro druhou variantu.....	- 76 -
Příloha č. 9: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro třetí variantu.....	- 77 -

9 Přílohy

Příloha č. 1: Půdorys rodinného domu Amélka (Archipelag, 2011)



Příloha č. 2: Shrnutí požadavky první varianty (Vlastní výroby)

První varianta							
Kategorie	druh	umístění	počet	Kategorie	druh	umístění	počet
Osvětlení	spínaná světla		9	Zabezpečovací systém	Detektor kouře	Kuchyň	1
		Vchod	1		Detektor pohybu		9
		Veranda	1			Zá dveří	1
		Garážové stání	1			Pokoj	1
		Zá dveří	1			Ložnice	1
		Předsíň	1			Předsíň	1
		Toaleta	1			Kuchyň	1
		Kuchyňská světla	3			Obývací místnost	1
	stmívaná světla		5			Koupelna	1
		Ložnice	1			Garážové stání	1
Pokoj		1		Chodba	1		
Koupelna		1		Magnetické detektory	18		
Obývací místnost		1			Zá dveří	1	
Ovládání	Jednoduchý vypínač		4		Pokoj	2	
		Chodba	4		Ložnice	2	
	Dvojitý vypínač		15		Předsíň	2	
		Zá dveří	2		Kuchyň	4	
		Předsíň	2		Obývací místnost	2	
		Kuchyň	3		Koupelna	2	
		Obývací místnost	3		Toaleta	2	
		Koupelna	2		Branka vchod	1	
		Pokoj	1		Rolety	Rolety	8
		Toaleta	1			Obývací místnost	1
Ložnice	1		Kuchyň	2			
Haidy klient SW licence	Na PC majitele	1		Předsíň		1	
Dotykových panelů 10"	Zá dveří	1		Toaleta		1	
Dotykových panelů 17"	Obývací místnost	1		Koupelna		1	
				Pokoj		1	
				Ložnice		1	
Topení	ovládání servoventilů	tepelný rozvaděč	7	Měřiče	Vodoměr		1
		Toaleta	1		Elektroměr		1
		Pokoj	1	Komunikace	GSM brána		1
		Ložnice	1		IP Videovrátný		1
		Zá dveří + Předsíň	1	Ostatní	elektrozámek	branka	1
		Kuchyň	1		Záložní zdroj pro Haidy		1
		Obývací místnost	1		Záložní server		1
		Koupelna	1		Senzorový modul		4
	žebřík s elektrickou patronou a teplovodním okruhem	Koupelna	1			Obývací místnost	1
	Ventilatory		3			Ložnice	1
						Pokoj	1
						Koupelna	1
					Meteostanice	1	
	Okruhy venkovního rozmrazování	Vchod/Vjezd	1				

Příloha č. 3: Shrnutí požadavky druhé varianty (Vlastní výroby)

Druhá varianta													
Kategorie	druh	umístění	počet	Kategorie	druh	umístění	počet						
Osvětlení	spínaná světla		9	Topení	ovládání servoventilů	tepelný rozvaděč	7						
		Vchod	1			Toaleta	1						
		Veranda	1			Pokoj	1						
		Garážové stání	1			Ložnice	1						
		Zádveří	1			Zádveří +Předsíň	1						
		Předsíň	1			Kuchyň	1						
		Toaleta	1			Obývací místnost	1						
		Kuchyňská světla	3			Koupelna	1						
	stmívaná světla					5	žebřík s elektrickou patronou a teplovodním okruhem	Koupelna	1				
		Ložnice	Ložnice			1	Zabezpečovací systém	Detektor pohybu		9			
Pokoj			1	Zádveří	1								
Koupelna			1	Pokoj	1								
Obývací místnost	1		Ložnice	1									
Rolety	Rolety		8	Zabezpečovací systém	Magnetické detektory	Předsíň			1				
		Obývací místnost	1			Kuchyň			1				
		Kuchyň	2			Obývací místnost			1				
		Předsíň	1			Koupelna			1				
		Toaleta	1			Garážové stání			1				
		Koupelna	1			Chodba			1				
		Pokoj	1				9						
		Ložnice	1			Zádveří	1						
Ovládání	Jednoduchý vypínač		4	Měřiče	Vodoměr		1						
		Chodba	4				1						
	Dvojitý vypínač		14			Komunikace	GSM brána		1				
		Zádveří	1					Ostatní	Záložní zdroj pro Haidy		1		
		Předsíň	2							Sensorový modul	Obývací místnost		1
		Kuchyň	3										
		Obývací místnost	3										
		Koupelna	2										
		Pokoj	1										
		Toaleta	1										
	Ložnice	1											
	Haidy klient SW licence	Na PC majitele	1										
Dotykových panelů 10"	Zádveří	1											

Příloha č. 4: Shrnutí požadavky třetí varianty (Vlastní výroby)

Třetí varianta									
Kategorie	druh	umístění	počet	Kategorie	druh	umístění	počet		
Osvětlení	spínaná světla	Vchod	9	Topení	ovládání servoventilů	tepliny rozvaděč	7		
		Veranda	1			Toaleta	1		
	stmívaná světla	Garážové stání	1		žebřík s elektrickou patronou Detektor pohybu	Magnetické detektory	Pokoj	1	
		Zádveří	1				Ložnice	1	
		Předsíň	1				Předstíň	1	
		Toaleta	1				Kuchyň	1	
		Kuchyňská světla	3				Obývací pokoj	1	
			5				Koupelna	1	
	Ovládání	Jednoduchý vypínač	Ložnice		1	Zabezpečovací systém		Koupelna	9
			Pokoj		1			Zádveří	1
Dvojitý vypínač		Koupelna	1	Zabezpečovací systém			Pokoj	1	
		Obývací místnost	1				Ložnice	1	
		Chodba	1				Předstíň	1	
		Toaleta	7				Kuchyň	1	
		Chodba	1				Obývací pokoj	1	
		Pokoj	4				Koupelna	1	
Haidy klient SW licence		Dvojitý vypínač	Ložnice	1	Ostatní		elektrozámek	Garážové stání	1
			Zádveří	9				Chodba	1
	Předsíň		1						
	Kuchyň		2						
Měřiče	Na PC majitele	Obývací pokoj	3	Ostatní	elektrozámek	Předstíň	1		
		Koupelna	1			Kuchyň	2		
			1			Obývací pokoj	1		
Komunikace	Vodoměr		1	Ostatní	elektrozámek	Koupelna	1		
		Elektroměr	1			Toaleta	1		
		GSM brána	1			branka	1		

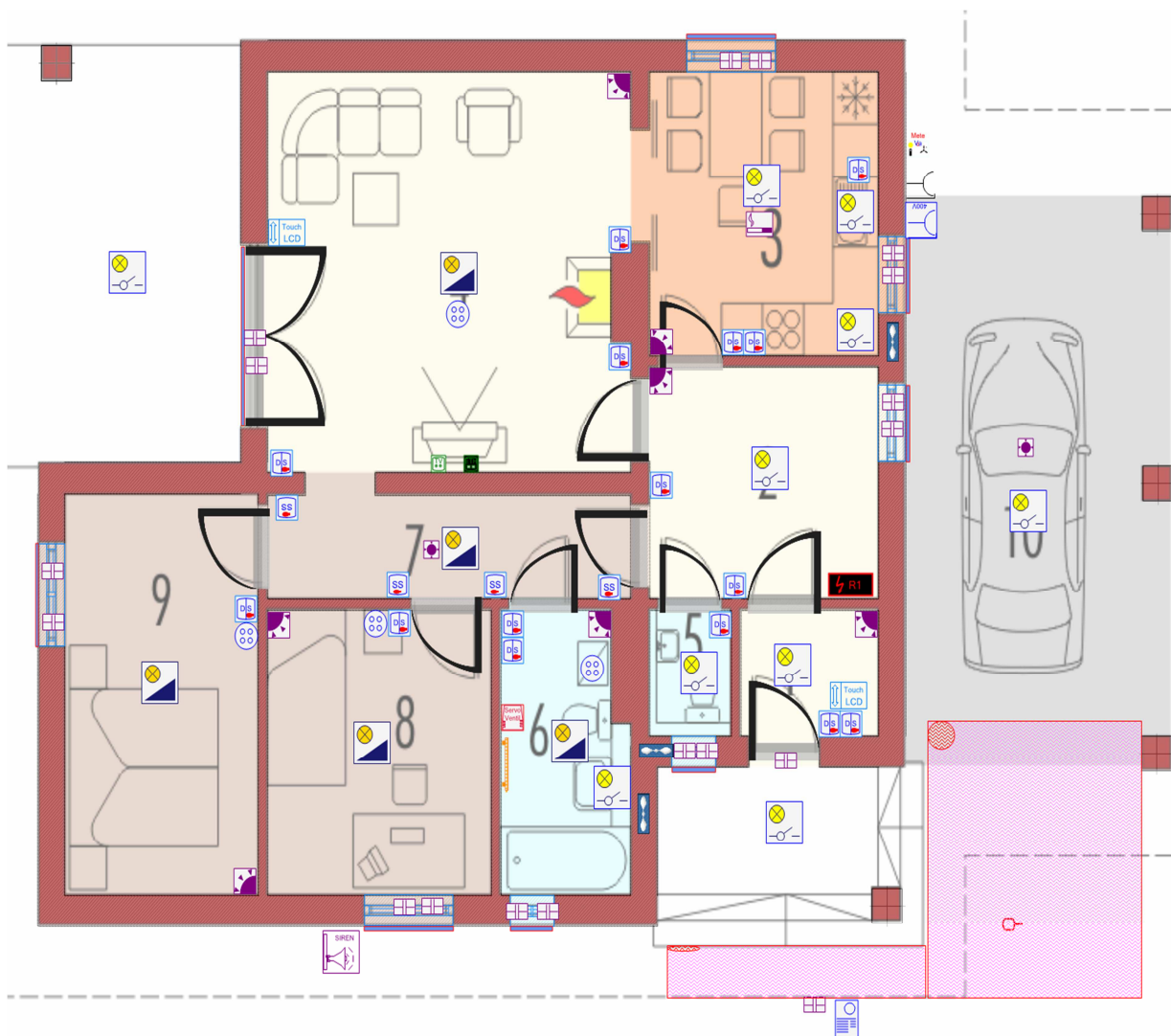
Příloha č. 5: Seznam hardwarového vybavení pro první variantu (Vlastní výroby)

Popis elektronického prvku	Objednávací kód	Provedení	ks	Tlačítka	DIN	DOUT	AIN	AOUT	Čítač	Relé	RS232	RS485	RF	RegOut	Teplota	Světelnost	Hlučnost	Vlhkost	Tlak	IR
Jenoduchý vypínač	SS2B-C-S-2	DaVinci		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Dvojitý vypínač	SS4B-C-S-2	DaVinci		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RS232	ECC-E-D2	2M-DIN	2	-	2	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RS485	ECC-E-D2-2	2M-DIN	2	-	2	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RF	ECC-E-D2-3	2M-DIN	2	-	14	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Převodník CAN/ RS232	RS232-C-S-3	BOX		-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník CAN/ RS485	RS485-C-S	BOX		-	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Senzorový modul	SMF-C-S	DaVinci		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Senzorový modul bez tlaku	SMFNP-C-S-2	DaVinci		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Modul vstupů a výstupů 2042	IOM2042-C-D-2	1M-DIN	1	-	2	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2230	IOM2230-C-D-2	1M-DIN	1	-	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 4040	IOM4040-C-D-2	1M-DIN	1	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 8000	IOM8000-C-D-2	1M-DIN	1	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2022	IOM2022-C-S	BOX		-	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 4022	IOM4022-C-S	BOX		-	4	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2210	IOM2210-C-S	BOX		-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 6000	IOM6000-C-S	BOX		-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strmívač 1x500W	DIM500W-C-D-2	1M-DIN	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Strmívač 8x50W 12V DC	DIM8X50W12VDC-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
Strmívač 6x100W	DIM6X100W-C-D6-2	6M-DIN	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Strmívač 1x250W	DIM250W-C-S-2	BOX		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 16A	PR16A-C-S-2	BOX		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 2x6A	P2R6A-C-S-2	BOX		-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 6x6A	P6R6A-C-D2-2	2M-DIN	2	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 6x16A	P6R16A-C-D6-2	6M-DIN	6	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovladač motoru žaluzií 4x6A	M4R6A-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Univerzální modul	UR01-C-S-2	BOX		-	6	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Koncentrátor zabezp. systému	SDC18-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAN podpora	CANBOO-C-D	1M-DIN	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Příloha č. 6: Seznam hardwarového vybavení pro druhou a třetí variantu (Vlastní výroby)

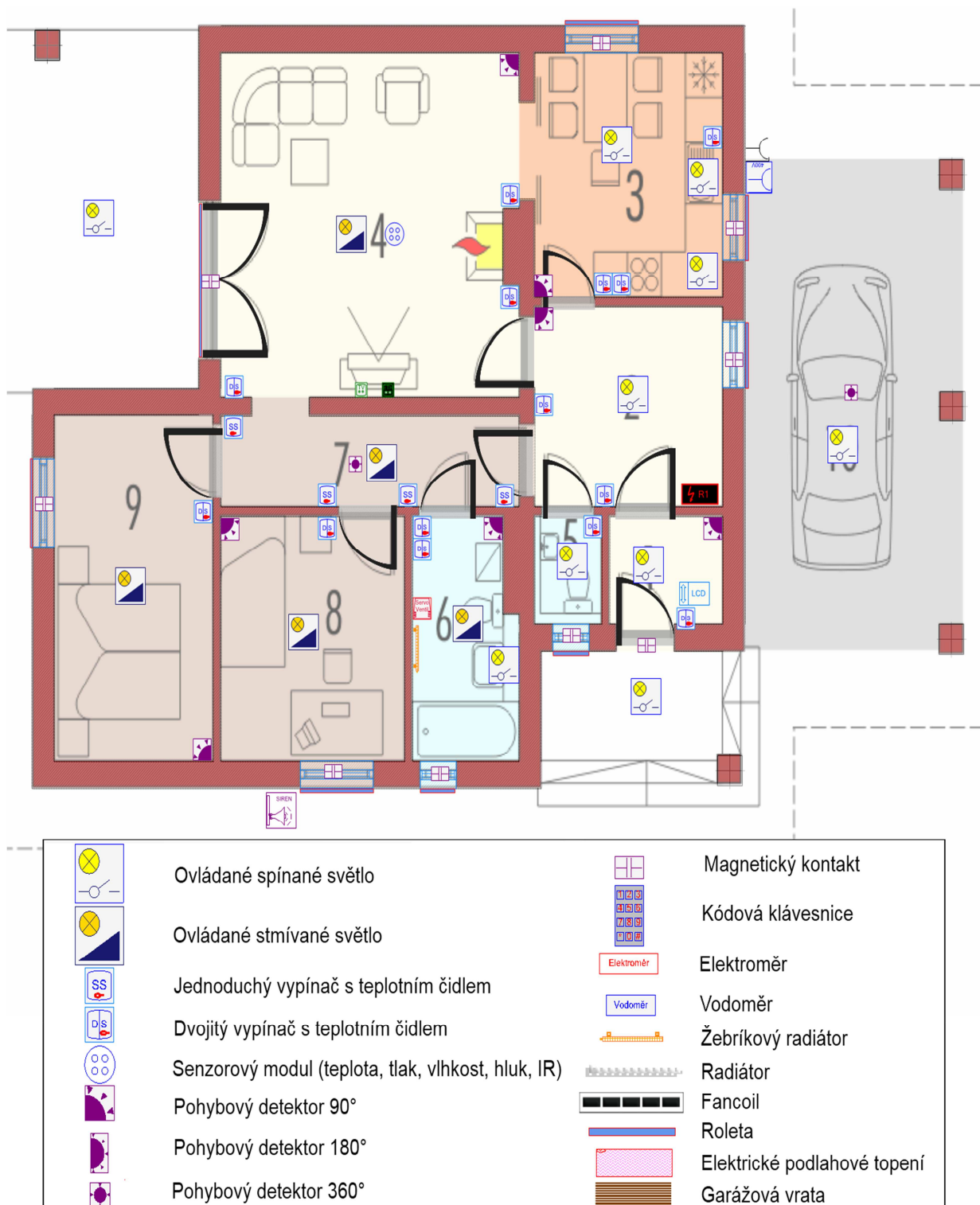
Popis elektronického prvku	Objednávací kód	Provedení	ks	Tlačítka	DIN	DOUT	AIN	AOUT	Čítač	Relé	RS232	RS485	RF	RegOut	Teplota	Světelnost	Hlučnost	Vlhkost	Tlak	IR
Jenoduchý vypínač	SS2B-C-S-2	DaVinci		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Dvojitý vypínač	SS4B-C-S-2	DaVinci		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RS232	ECC-E-D2	2M-DIN	2	-	2	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RS485	ECC-E-D2-2	2M-DIN	2	-	2	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník Ethernet/ CAN a RF	ECC-E-D2-3	2M-DIN	2	-	14	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Převodník CAN/ RS232	RS232-C-S-3	BOX		-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Převodník CAN/ RS485	RS485-C-S	BOX		-	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Senzorový modul	SMF-C-S	DaVinci		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Senzorový modul bez tlaku	SMFNP-C-S-2	DaVinci		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Modul vstupů a výstupů 2042	IOM2042-C-D-2	1M-DIN	1	-	2	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2230	IOM2230-C-D-2	1M-DIN	1	-	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 4040	IOM4040-C-D-2	1M-DIN	1	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 8000	IOM8000-C-D-2	1M-DIN	1	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2022	IOM2022-C-S	BOX		-	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 4022	IOM4022-C-S	BOX		-	4	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 2210	IOM2210-C-S	BOX		-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modul vstupů a výstupů 6000	IOM6000-C-S	BOX		-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Střmívač 1x500W	DIM500W-C-D-2	1M-DIN	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Střmívač 8x50W 12V DC	DIM8X50W12VDC-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
Střmívač 6x100W	DIM6X100W-C-D6-2	6M-DIN	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Střmívač 1x250W	DIM250W-C-S-2	BOX		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 16A	PR16A-C-S-2	BOX		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 2x6A	P2R6A-C-S-2	BOX		-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 6x6A	P6R6A-C-D2-2	2M-DIN	2	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reléový spínač 250V 6x16A	P6R16A-C-D6-2	6M-DIN	6	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovladač motoru žaluzii 4x6A	M4R6A-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Univerzální modul	UR01-C-S-2	BOX		-	6	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Koncentrátor zabezp. systému	SDC18-C-D2	2M-DIN	2	-	-	-	9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAN podpora	CANBOO-C-D	1M-DIN	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Příloha č. 7: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro první variantu (HAIDY, 2011)



	Ovládané spínané světlo		Magnetický kontakt
	Ovládané stmívané světlo		Kódová klávesnice
	Jednoduchý vypínač s teplotním čidlem		Elektroměr
	Dvojitý vypínač s teplotním čidlem		Vodoměr
	Senzorový modul (teplota, tlak, vlhkost, hluk, IR)		Žebříkový radiátor
	Pohybový detektor 90°		Radiátor
	Pohybový detektor 180°		Fancoil
	Pohybový detektor 360°		Roleta
			Elektrické podlahové topení
			Garážová vrata

Příloha č. 8: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro druhou variantu (HAIDY, 2011)



Příloha č. 9: Rozložení prvků systému HAIDY v domě pro třetí variantu (HAIDY, 2011)

