



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta elektrotechnická  
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## **Posouzení přínosů technologií inteligentní domácnosti**

### **User benefits from smart home technologies**

Diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Studijní obor: Ekonomika a řízení elektrotechniky

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Šafránek, CSc.

**Tomáš Zeidler**

---

**Praha 2015**

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Tomáš Zeidler

Studijní program: elektrotechnika, energetika a management  
Obor: ekonomika a řízení elektrotechniky

Název tématu: Posouzení přínosů technologií inteligentní domácnosti

Pokyny pro vypracování:

- technologie dostupné na tuzemském trhu
- posouzení ekonomické efektivity nasazení
- neekonomické efekty technologií pro uživatele
- vícekriteriální vyhodnocení vhodnosti nasazení a porovnání s názory veřejnosti

Seznam odborné literatury:

Fiala P., Jablonský J., Maňas M.: Vícekriteriální rozhodování. Praha, VŠE 1997, ISBN 80-7079-743-7

Garlík B.: Inteligentní budovy, BEN 2012, ISBN 978-80-7300-440-8

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Šafránek, CSc. – ČVUT FEL, K 13116

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2015/2016  
L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.  
vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 4.11.2014

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 11. 5. 2015

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Šafránkovi, CSc. za mnoho cenných rad, připomínek, podnětů a trpělivosti při vedení této diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat doc. Ing. Věře Vávrové, CSc. za rady při sestavování dotazníku a všem, kteří se podíleli na jeho vyplnění. Samozřejmě bych chtěl poděkovat i všem, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

**Abstrakt:**

Tato práce se zabývá problematikou inteligentních domácností a skládá se ze dvou částí. První část je teoretická a jejím úkolem je představit v současné době nejrozšířenější technologie inteligentních domácností a jejich přínosy pro uživatele. Druhá část práce se věnuje vícekriteriálnímu hodnocení variant inteligentních domácností za pomoci metod váženého součtu pořadí, ORESTE, MAPPAC, ELECTRE III, AGREPREF a PROMETHEE a následné analýze výsledků.

**Abstract:**

This thesis deals with the issue of smart homes and consists of two parts. The first part is theoretical and its task is to present the currently most popular technology of smart homes and the benefits for users. The second part focuses on multi-criteria decision analysis of smart homes using Weighted Sum Approach, ORESTE, MAPPAC, ELECTRE III, AGREPREF, PROMETHEE methods and analysis of the results.

**Klíčová slova:**

inteligentní domácnost, chytrý dům, systémová elektroinstalace, regulace, řízení energií, zabezpečení domácnosti, požadavky uživatelů, vícekriteriální analýza, metody hodnocení

**Key words:**

smart home, modular electrical wiring, regulation, energy management, home security, user requirements, multi-criteria decision analysis, evaluation methods

# Obsah

1	Úvod .....	10
2	Charakteristika inteligentní domácnosti .....	11
2.1	Historie .....	11
2.2	Definice inteligentní domácnosti.....	14
2.3	Integrační pyramida inteligentní budovy.....	16
2.4	Rozdělení inteligentních domů .....	19
3	Nízkoenergetické, pasivní a nulové budovy.....	21
3.1	Nízkoenergetická budova.....	21
3.2	Pasivní budova.....	21
3.3	Nulová budova .....	22
3.4	Energetická náročnost budovy .....	22
4	Možnosti inteligentních domácností .....	24
4.1	Centrální systém a design.....	24
4.2	Zabezpečení .....	24
4.3	Pohodlí .....	25
4.4	Zábava .....	25
4.5	Úspora energií a ekologie .....	26
5	Elektroinstalace .....	28
5.1	Inteligentní elektroinstalace.....	28
5.2	Použitá kabeláž.....	30
5.3	Bezdrátové sítě .....	31
5.4	Záložní zdroje napájení .....	31
6	Systémy inteligentní domácnosti .....	33
6.1	EZS – elektronický zabezpečovací systém .....	33
6.2	Řízení energií.....	36
6.3	Multimediální centrum a zábava.....	39
6.4	Inteligentní domácí spotřebiče .....	46
6.5	(Bezdrátové) ovládací centrum .....	46
7	Ekonomická efektivnost .....	50
7.1	Ukázkový rozpočet inteligentní domácnosti .....	51
8	Praktická část – vícekritériální hodnocení.....	53

8.1	Cíle.....	53
8.2	Kritéria.....	54
8.3	Varianty.....	56
8.4	Dotazníkové šetření .....	58
8.5	Váhy kritérií .....	64
8.6	Metody vícekritériálního hodnocení.....	64
8.7	Shrnutí a citlivostní analýzy.....	73
9	Závěr .....	79
	Seznam použité literatury .....	80
	Obsah přiloženého CD .....	83
	Příloha A .....	1
	Příloha B .....	4
	Příloha C .....	5
	Příloha D .....	7
	Příloha E .....	8
	Příloha F.....	14

## Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulka 1: Maximální hodnoty prostupu tepla .....	21
Tabulka 2: Ukázkový rozpočet inteligentní domácnosti .....	52
Tabulka 3: Varianty rozhodování a jejich kritériální parametry .....	64
Tabulka 4: Vícekritériální hodnocení metodou váženého součtu pořadí .....	66
Tabulka 5: Vícekritériální hodnocení metodou váženého součtu pořadí pro různé skupiny .....	66
Tabulka 6: Vícekritériální hodnocení metodou ORESTE .....	67
Tabulka 7: Vícekritériální hodnocení metodou ORESTE (uspořádání variant) .....	67
Tabulka 8: Pořadí variant určené metodou ORESTE pro různé skupiny .....	67
Tabulka 9: Vícekritériální hodnocení variant metodou MAPPAC .....	68
Tabulka 10: Vícekritériální hodnocení variant metodou MAPPAC (seřazení variant) .....	68
Tabulka 11: Pořadí variant určené metodou MAPPAC pro různé skupiny .....	68
Tabulka 12: Vícekritériální hodnocení variant metodou ELECTRE III .....	69
Tabulka 13: Vícekritériální hodnocení variant metodou ELECTRE III (pořadí) .....	69
Tabulka 14: Pořadí variant určené metodou ELECTRE III pro různé skupiny .....	69
Tabulka 15: Vícekritériální hodnocení variant metodou AGREPREF .....	70
Tabulka 16: Pořadí variant určené metodou AGREPREF pro různé skupiny .....	70
Tabulka 17: Vícekritériální hodnocení variant pomocí metod PROMETHEE .....	70
Tabulka 18: Pořadí variant určené metodou PROMETHEE pro různé skupiny .....	70
Tabulka 19: Vícekritériální hodnocení metodou globálního kritéria .....	71
Tabulka 20: Vícekritériální hodnocení metodou cílového programování - rektilineární metrika .	71
Tabulka 21: Vícekritériální hodnocení metodou cílového programování - Čebyševovská metrika .....	72
Tabulka 22: Vícekritériální hodnocení metodou TOPSIS .....	72
Tabulka 23: Shrnutí pořadí variant dle jednotlivých metod .....	73
Tabulka 24: Váhy kritérií při výběru varianty E dle metody VSP .....	75
Tabulka 25: Pořadí variant při použití vah z tabulky 24 .....	75
Tabulka 26: Váhy kritérií při výběru varianty C dle metody VSP .....	75
Tabulka 27: Pořadí variant při použití vah z tabulky 26 .....	75
Tabulka 28: Váhy kritérií při výběru varianty A dle metody VSP .....	75
Tabulka 29: Pořadí variant při použití vah z tabulky 28 .....	75
Tabulka 30: Hodnota kritéria K1 vzhledem k výši úspor na vytápění a osvětlení .....	77
Tabulka 31: Pořadí variant dle metody MAPPAC při změně úspor na vytápění a osvětlení .....	78
Tabulka 32: Pořadí variant dle metody AGREPREF při změně úspor na vytápění a osvětlení .	78
Tabulka 33: Pořadí variant dle metody ELECTRE III při různém růstu cen energií .....	78



Graf 1: Rozložení spotřeby energie v domácnosti .....	26
Graf 2: Věkové složení respondentů.....	58
Graf 3: Jste zastánci modernizace a moderních technologií? .....	59
Graf 4: Do jaké míry jste informováni o problematice inteligentních domácností?.....	59
Graf 5: Bydlíte v domě/bytě s prvky inteligentní domácnosti? .....	60
Graf 6: Důležitost snížení nákladů .....	60
Graf 7: Důležitost zvýšení zabezpečení .....	60
Graf 8: Důležitost snížení výpadků dodávky energií.....	61
Graf 9: Důležitost rozšiřitelnosti .....	61
Graf 10: Důležitost zlepšení tepelné pohody .....	61
Graf 11: Důležitost zlepšení světelné pohody.....	61
Graf 12: Důležitost sjednocení ovládání .....	62
Graf 13: Důležitost možnosti vzdáleného přístupu k ovládání.....	62
Graf 14: Důležitost zvýšení komfortu domácí zábavy.....	62
Graf 15: Důležitost zlepšení efektivity obsluhy kuchyňských spotřebičů .....	62
Graf 16: Byli byste ochotni investovat 10% do technologií pro inteligentní domácnost?.....	63
Graf 17: Pavučinový diagram vážených normovaných hodnot kritérií .....	65
Graf 18: Pořadí variant podle váhy kritéria $K_1$ (VSP) .....	74
Graf 19: Hodnota variant dle metody VSP při změně váhy kritéria $K_1$ .....	74
Graf 20: Pořadí variant podle váhy kritéria $K_1$ (MAPPAC) .....	76
Graf 21: Pořadí variant podle váhy kritéria $K_1$ (ELECTRE III).....	76
Graf 22: Pořadí variant podle váhy kritéria $K_1$ (PROMETHEE) .....	77
Obrázek 1: Monsanto House of the Future .....	11
Obrázek 2: inHome AMX .....	13
Obrázek 3: Funkce obsluhy budovy.....	17
Obrázek 4: Komunikační funkce .....	17
Obrázek 5: Architektura, funkce konstrukce stavby a ekologie .....	18
Obrázek 6: Funkce prostředí a energií.....	18
Obrázek 7: Průkaz energetické náročnosti budovy .....	22
Obrázek 8: Energetické štítky spotřebičů (pračka, myčka, lednička) .....	27
Obrázek 9: Rozdíl mezi klasickou a KNX systémovou elektroinstalací .....	29
Obrázek 10: Jednotlivé části systému inHome .....	33
Obrázek 11: Účinnost světelných zdrojů.....	38
Obrázek 12: Schéma distribuce AV signálu pomocí digitálního maticového přepínače.....	42
Obrázek 13: Reproduktorová sestava 5.1 .....	44
Obrázek 14: Reproduktorová soustava 7.1 .....	45
Obrázek 15: Dolby Atmos .....	45
Obrázek 16: 20.3" Modero X® Series Panoramic Tabletop Touch Panel .....	48
Obrázek 17: Příklad možných úspor .....	50



# 1 Úvod

Inteligentní domácnost není v dnešní době již novým pojmem. První zmínky sahají do 80. let minulého století. S rozšířením moderních komunikačních technologií a zejména internetu dostává i inteligence technologií v domácnostech nový rozměr. Nejčastěji se inteligentní domácnost stará o zvyšování komfortu využíváním automatického řízení vnitřních klimatických podmínek, vytápění, zabezpečení, osvětlení, větrání a multimediální zábavy.

V teoretické části práce se zabývám problematikou inteligentních domácností, jejich historií, základním rozdělením, charakteristikou a energetickou náročností budov obecně. Dále se věnuji převážně možnostem jednotlivých technologií inteligentních domácností, které jsou v současné době dostupné také na tuzemském trhu. Vysvětluji rozdíl mezi běžnou a inteligentní elektroinstalací a zaměřuji se na důležité technologické vlastnosti a přínosy, které inteligentní domácnost přináší svému uživateli. Uvádím též přehled úspor, kterých je možné použitím těchto technologií dosáhnout.

V praktické části se zaměřuji na vícekritériální hodnocení, hlavní cíl této práce. Srovnávám různé varianty inteligentních domácností dle stanovených kritérií. Váhy jednotlivých kritérií jsou získány z dotazníkového šetření a hodnocené varianty se liší množstvím technologií, které jsou v rámci nich obsaženy. Hodnocení variant provádím pomocí několika různých metod – váženého součtu pořadí, ORESTE, MAPPAC, ELECTRE III, AGREPREF a PROMETHEE. Na závěr analyzuji výsledky, kdy pomocí citlivostní analýzy na váhy nejdůležitějších kritérií srovnávám výsledky pro jednotlivé skupiny respondentů z dotazníkového šetření.

Téma práce jsem si zvolil z důvodu zájmu o problematiku v oblasti chytrých technologií a spojení se stále více se rozšiřujícími mobilními produkty ve všech domácnostech. Oblastí mého zájmu je i možnost konfigurace různých automatizovaných procesů, které mohou usnadnit každodenní činnosti týkající se nejen provozu domácnosti.

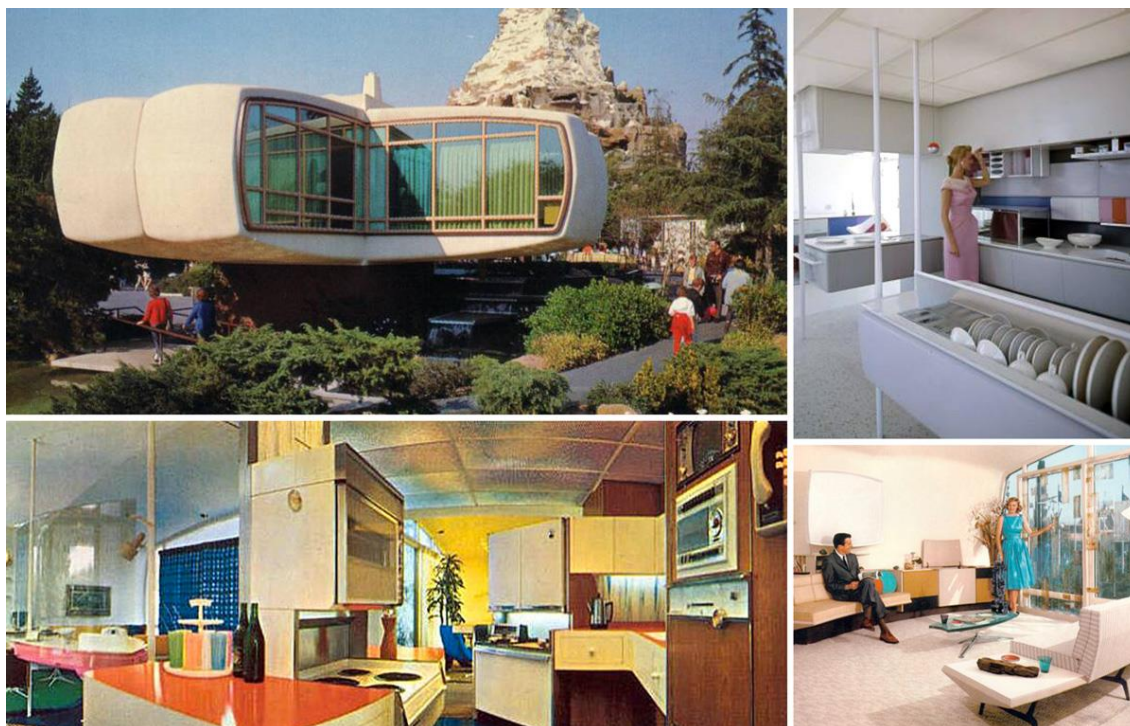


## 2 Charakteristika inteligentní domácnosti

Co znamená pojem inteligentní domácnost? Tato kapitola představuje historii a různé pohledy na inteligentní domácnost z hlediska odborníků i veřejnosti.

### 2.1 Historie

Poprvé se o inteligentních domácnostech (budovách, domech a bytech) začalo mluvit kolem roku 1957 v USA, kdy společnost Disney ve spolupráci se společností Monsanto Plastic Company představila ve svém Tomorrowlandu koncept domu, který měl znázorňovat představu bydlení za 30 let, tedy v roce 1987.



Obrázek 1: Monsanto House of the Future<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Future Was Fantastic in '57: A Look at Disneyland's Monsanto House of the Future. In: *Imagineering Disney Blog* [online]. 2010 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.imagineeringdisney.com/blog/2010/5/23/the-future-was-fantastic-in-57.html>



V následujících letech se novinky týkaly převážně spotřebičů, především rozvoje telefonů, televizí, myček nádobí, automatických praček a mikrovlnných trub.

V roce 1984 bylo pak spojení „smart home“ uznáno americkou asociací National Association of Home Builders jako technický termín. Ve stejném roce společnost Apple představila osobní počítač s revolučním grafickým rozhraním a tím odstartovala integraci počítačů do chytrých domácností.

Následovalo rozšíření do dalších zemí – Japonska, Velké Británie, Německa a dalších.

V roce 1995 v Bruselu vznikl první větší evropský projekt – Living Tomorrow, jehož cílem bylo seznámit veřejnost s nejnovějšími trendy inteligentního bydlení. První dům Vilvoorde byl otevřen na předměstí Bruselu. Následovaly byty v Amsterdamu a dalších místech. Každých pět let dochází ve všech centrech ke kompletní renovaci a aktualizaci vyhovující současným technologickým požadavkům.

3. listopadu 2005 společnost Microsoft otevřela v Praze digitální Superbyt. Základem byl nyní již historický operační systém Microsoft Windows XP s nadstavbou Windows Media Center. Výpočetní sílu dodala společnost Intel ve formě procesorů Pentium 4 a společnost Moeller Elektrotechnika poskytla inteligentní elektroinstalaci Xcomfort pro bezdrátové ovládání topení, osvětlení a dalších prvků.

V roce 2009 vznikla na tuzemském trhu společnost Insign Home, a.s. a vyvinula systém inHome, který je postaven na americkém systému AMX, známém ve spojení s řízením nejvyspělejšího konferenčního komplexu na světě – The White House Situation Room. V tomtéž roce společnost otevřela první prezentační domy, vzniklo tak Centrum inovací pro technologie moderního bydlení (CITIB). Úkolem centra je prezentovat zájemcům z řad veřejnosti nejnovější trendy v oblasti moderního chytrého bydlení. Areál CITIB se rozkládá na pozemku o rozloze necelých 4 000 m<sup>2</sup>, kde je možné navštívit dva rodinné domy a jeden zahradní domek.

Obrázek 2: inHome AMX<sup>2</sup>

Začátkem roku 2014 Google v Praze prezentoval byt budoucnosti, kde byly upřednostněny a využity pouze produkty společnosti Google. V budoucnu by měl být dovybaven inteligentními produkty společnosti Nest (termostat, alarm, detektor kouře), kterou Google koupil začátkem roku 2014 a postupně se snaží o jejich propojení s dalšími službami. Čeká se pouze na oficiální zahájení prodeje v České republice.

---

<sup>2</sup> Centrum inovací pro technologie inteligentního bydlení. *Insight Home: Technologie pro inteligentní dům, inteligentní domy a digitální domácnost* [online]. 2014 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/CITIB.html>



## 2.2 Definice inteligentní domácnosti

Inteligentní bydlení je v současnosti ve stavebnictví celosvětově rozšířeným pojmem a definice, co vůbec inteligentní bydlení znamená, se v čase dost mění, převážně vzhledem k vývoji technologií.

Představa v roce 1985 byla taková, že inteligentní domácnost by měla umět automaticky řídit své funkce. Od roku 1986 do roku 1991 pak, že domácnost by měla umět reagovat na změnu potřeb členů domácnosti. Od roku 1992 pak platí, že inteligentní domácnost svými funkcemi plně uspokojuje měnící se potřeby uživatelů.

European Intelligent Building Group (EIBG) definuje inteligentní budovu jako budovu, která obsahuje nejlepší dostupné prvky, materiály, systémy a technologie, propojené v jeden systém, který splňuje nebo i překračuje požadavky na výkonnost všech zúčastněných stran využívajících budovu, což zahrnuje hlavně vlastníky a uživatele budovy. Dále EIBG uvádí, že inteligentní budova maximalizuje svou účinnost a umožňuje efektivní řízení zdrojů s minimálními náklady.

Americký ústav pro inteligentní budovy (IBI - Intelligent Building Institute of US) definuje inteligentní budovu jako budovu, která poskytuje produktivní a nákladově efektivní prostředí pomocí optimalizace základních složek – stavební konstrukce, techniky prostředí, řídicích systémů, služeb, managementu a vztahů mezi nimi.

Japan Intelligent Building Institute definuje inteligentní budovu jako budovu, obsahující různé komunikační služby, plně automatizovaný provoz a je vhodná pro inteligentní aktivity.

Pravděpodobně nejkompexněji definuje inteligentní budovu Smart-Accelerate project. Kromě již předešlých definic přidává, že prostředí by mělo být plně produktivní, bezpečné, zdravé a tepelně, zvukově i vizuálně příjemné. Budova má mít potenciál sloužit následujícím generacím s ohledem na udržitelnost, přizpůsobivost v celém životním cyklu budovy a ochranu životního prostředí a zdrojů.

V České republice se ale nejčastěji setkáme s definicí pracovní skupiny CIB W098 z roku 1995: „Inteligentní budova je dynamická a citlivá architektura,



jež poskytuje každému obyvateli produktivní, úsporné a ekologicky přijatelné podmínky pomocí soustavné interakce mezi svými čtyřmi základními prvky: místem (materiál, struktura, prostor), procesy (automatizace, kontrola, systémy), správou (údržba, provoz) a vzájemnými vztahy mezi nimi.“<sup>3</sup>

Dále jsou zde uvedeny názory českých odborníků z ČVUT, kteří se inteligentními budovami zabývají již několik let.

- Ing. arch. Miloš Florián, ústav stavitelství, fakulta architektury ČVUT: „Slovo inteligentní znamená dynamickou, téměř živou schopnost budovy přizpůsobit se měnícím se denním podmínkám nebo střídání ročních období, aby se dosáhlo snížení spotřeby primární energie v budově. Budova může být označena skutečně jako inteligentní jen tehdy, když využívá přírodních obnovitelných zdrojů energie slunce, světla či větru, vzduchových proudů nebo vody či země jako zdroje tepla, aby zabezpečila požadavky na budovu, pokud jde o vytápění, ochlazování a osvětlení. Pro tento účel existují počítačové simulace, testy s modely v aerodynamickém tunelu a s modely ve skutečné velikosti ve volném prostoru. Budova je dále vybavena počítačovou a komunikační technikou, která vše předvídá, koordinuje a reaguje na potřeby uživatelů s cílem zajistit jim prostřednictvím interakce komfort, zábavu a bezpečí. V současné době je třeba uvažovat i o umělé evoluci člověka, která jistě v budoucnu ovlivní fungování inteligence budov.“<sup>4</sup>
- Ing. Antonín Pokorný, teorie a konstrukce pozemních staveb, ČVUT: „Inteligentní budova je název pro dobře navrženou, realizovanou a plně fungující budovu, která uspokojuje požadavky těch, kteří ji provozují a užívají. Z některých definic jako by se vytratil důraz na prioritu stavebně-architektonického konceptu

<sup>3</sup> Ing. arch. MACUROVÁ, Kristina a Ing. Zuzana VYORALOVÁ. Inteligentní budovy. In: *Ústav stavitelství II - Fakulta architektury ČVUT* [online]. 2014 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: [http://15124.fa.cvut.cz/?download=/\\_predmet.tzi3/inteligentni-budovy--2014.pdf](http://15124.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.tzi3/inteligentni-budovy--2014.pdf)

<sup>4</sup> JANATA, Michal. Inteligentní budova – stavební chameleon?. In: *ASB-portal.cz: Odborný stavební portál* [online]. 2007-12-14 [cit. 2014-11-05]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/aktualne/nazory/inteligentni-budova-stavebni-chameleon>



budovy. Ten tvoří základ dalších úvah o inteligentním využití co největšího počtu stavebních prvků a částí staveb a spolu s technickým vybavením, službami a managementem vytváří předpoklady pro vznik inteligentní budovy.“<sup>5</sup>

Pojem inteligentní domácnost se může jevit jako zvláštní slovní spojení. Intelligence se většinou nespojuje s neživým předmětem, potažmo přímo s budovou. Inteligentní domácnost se však dokáže sama rozhodovat na základě vyhodnocení různých podnětů, ale vše, podle čeho se domácnost rozhoduje a řídí, musí nejdříve nastavit uživatel nebo programátor. Pokud toto vezmeme v úvahu, je přesnější označení automatizovaná domácnost nebo chytrá domácnost, kde jsou podněty z různých senzorů automaticky vyhodnocovány různými systémy a následně po analýze dochází k reakci.

## 2.3 Integrovaná pyramida inteligentní budovy

Jak je zřejmé z uvedených definic, inteligentní bydlení spojuje fungování mnoha faktorů jako celku. Společným znakem všech inteligentních budov je důraz na integraci (sjednocení a spojení ve vyšší celek).

Každou stranu pomyslné pyramidy tvoří určité souvislosti a spojením všech čtyř stran můžeme definovat inteligentní budovu. Na obrázcích 3 a 4 jsou naznačeny souvislosti inteligentní budovy z pohledu funkce obsluhy a komunikační funkce. Jednotlivé funkce jsou řazeny dle toku lidí, toku energie a vody a toku informací. Na druhé straně pyramidy (obrázky 5 a 6) je znázorněn význam tzv. virtuální inteligentní budovy. Jsou zde popisovány souvislosti architektonických, konstrukčních a stavebních systémů.

Tato práce se zaměřuje na inteligentní budovy především z prvních dvou pohledů.

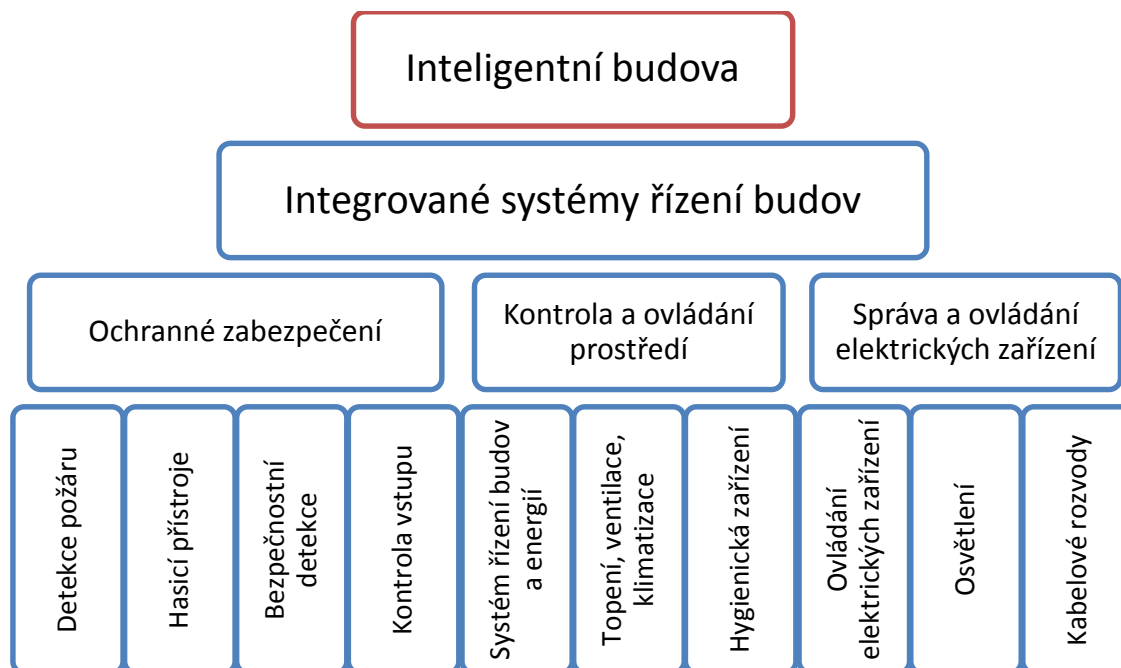
---

<sup>5</sup> JANATA, Michal. Inteligentní budova – stavební chameleon?. In: *ASB-portal.cz: Odborný stavební portál* [online]. 2007-12-14 [cit. 2014-11-05]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/aktualne/nazory/inteligentni-budova-stavebni-chameleon>



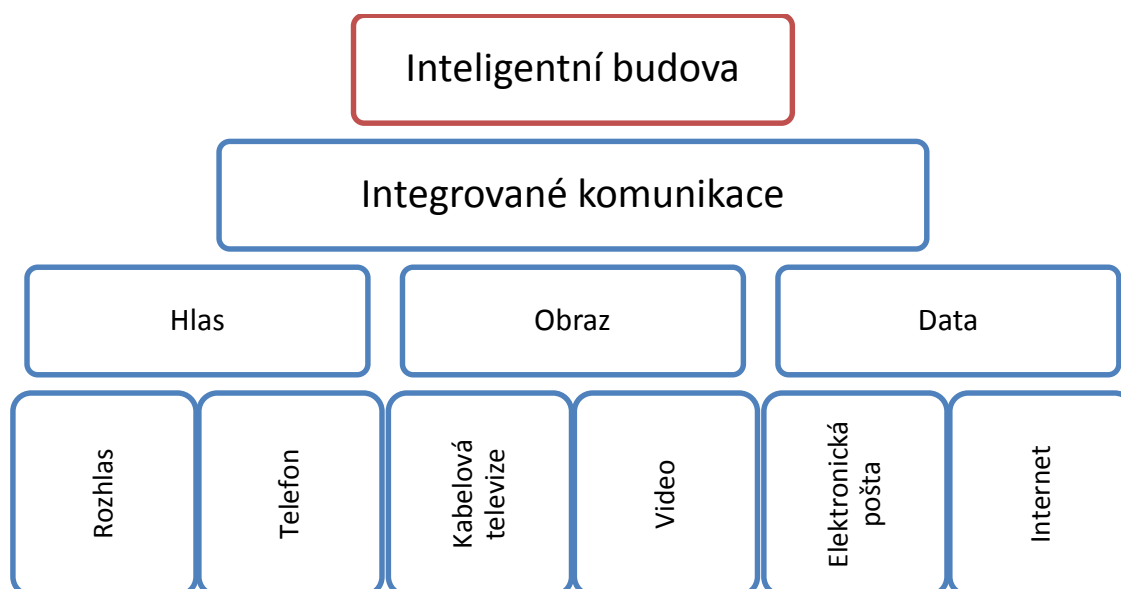


### 2.3.1 Integrace z pohledu funkce obsluhy



Obrázek 3: Funkce obsluhy budovy<sup>6</sup>

### 2.3.2 Integrace z pohledu funkce komunikace



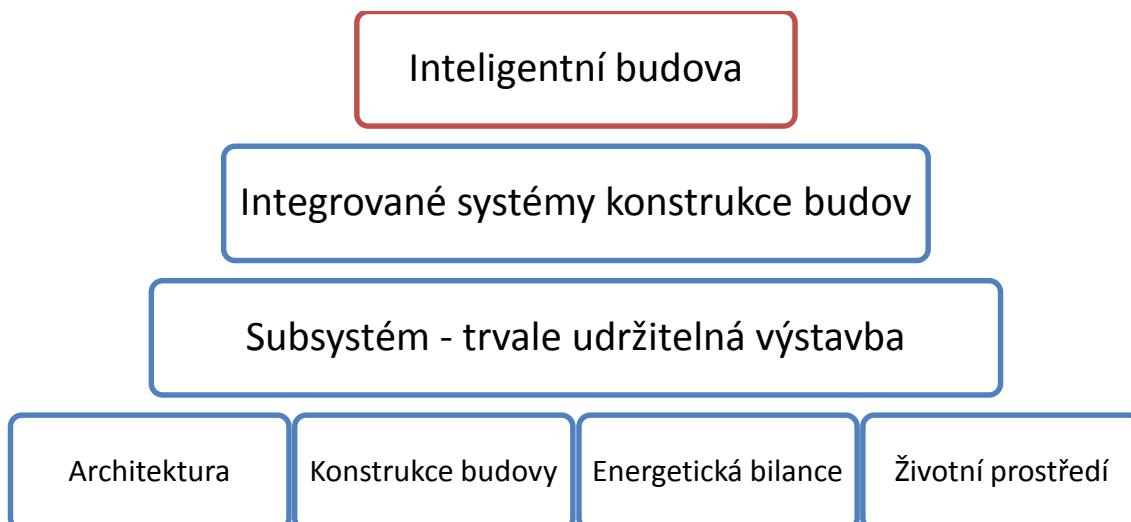
Obrázek 4: Komunikační funkce<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Převzato a upraveno ze strany 11 - GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012, 348 s. ISBN 978-80-7300-440-8.

<sup>7</sup> Převzato a upraveno ze strany 11 - GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012, 348 s. ISBN 978-80-7300-440-8.

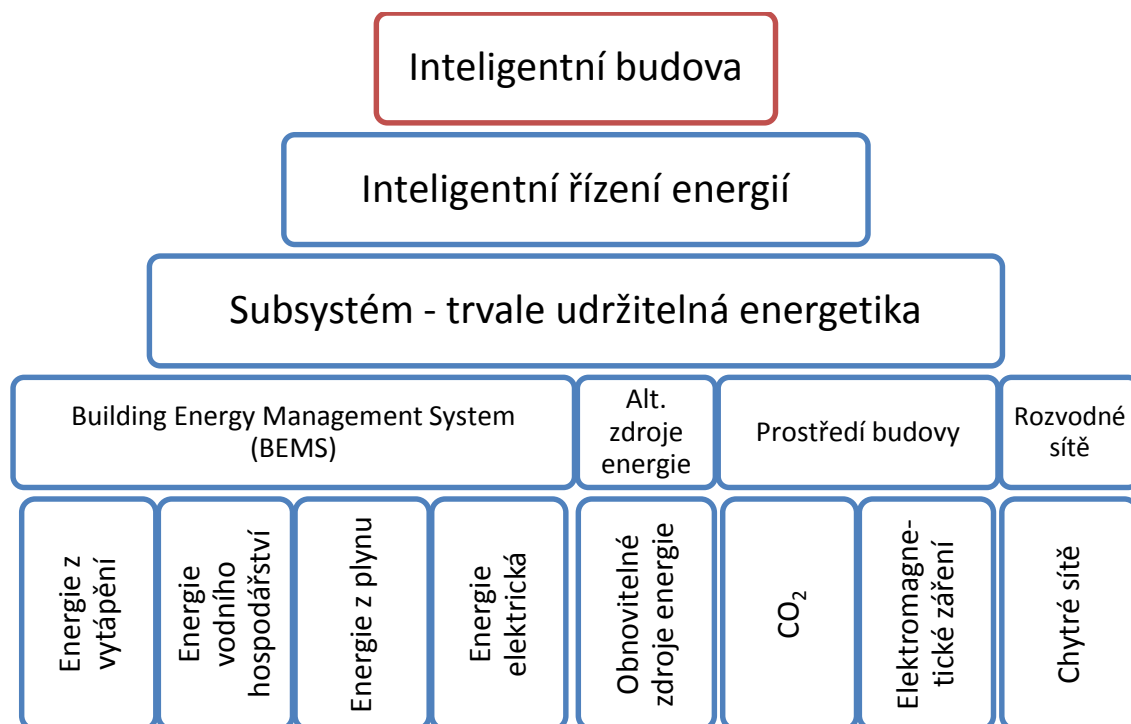


### 2.3.3 Integrace z pohledu architektury, konstrukce a ekologie



Obrázek 5: Architektura, funkce konstrukce stavby a ekologie<sup>8</sup>

### 2.3.4 Integrace z pohledu funkce prostředí a energií



Obrázek 6: Funkce prostředí a energií<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Převzato a upraveno ze strany 12 - GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012, 348 s. ISBN 978-80-7300-440-8.

<sup>9</sup> Převzato a upraveno ze strany 12 - GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012, 348 s. ISBN 978-80-7300-440-8.



## 2.4 Rozdělení inteligentních domů

Pojem inteligentní dům se používá v současné době pro řadu různých domů, které se ale vzájemně liší. Miroslav Valeš v knize Inteligentní dům rozděluje inteligentní domy dle inteligence do pěti skupin.

### 2.4.1 Dům obsahující inteligentní zařízení a systémy

Dům obsahuje různé inteligentní zařízení a systémy, které jsou nezávislé na ostatních a fungují nezávisle. Příkladem může být systém řízení osvětlení, ten vyhodnotí data přicházející ze snímačů pohybu a úrovně venkovního osvětlení a při vstupu člověka do místnosti uvede do činnosti vnitřní osvětlení.

### 2.4.2 Dům obsahující inteligentní komunikační zařízení a systémy

Dům obsahuje inteligentní zařízení a systémy, které mezi sebou neustále komunikují, vyměňují si informace o změnách a následně mohou podle toho reagovat. Příkladem může být dům, který v případě odchodu posledního uživatele pošle signál ostatním systémům, které převedou dům do uzavřeného stavu, zapnou bezpečnostní systém, zhasnou všechna světla, zatáhnou bezpečnostní rolety, vypnou ostatní nepotřebná zařízení, např. televizi, a případně omezí regulaci teploty v místnostech.

### 2.4.3 Propojený dům

Dům je propojen s uživatelem pomocí vnitřního a vnějšího komunikačního okruhu. Uvnitř domu komunikace probíhá přes centrální systém ovládní, na který jsou připojeny všechny ostatní systémy. Mimo budovu probíhá komunikace přes internet a obvykle intuitivní aplikaci pro mobilní telefony nebo přes webové rozhraní. V případě vnějšího narušení takového domu spustí bezpečnostní systém alarm, vytáhne bezpečnostní rolety, rozsvítí všechna světla, která pak nelze vypnout vypínačem, pošle signál bezpečnostní službě a uživateli o narušení bezpečnosti a umožní jim přístup ke kamerovému systému domu.



#### **2.4.4 Učící se dům**

System v domě zaznamenává od prvotního spuštění veškeré aktivity uživatelů a podle nich se snaží následně předvídat jejich potřeby. Takový dům šetří náklady na programování a nastavení řídicího systému dle požadavků konkrétních uživatelů. Tento dům například řídí topení dle zvyklostí uživatelů, takže ví, kdy se obvykle vracejí z práce, a na základě historických dat zapne topení nebo klimatizaci.

#### **2.4.5 Pozorný dům**

Dům neustále monitoruje pomocí speciálních podlah a čidel polohu konkrétních osob a jejich aktivitu. V tomto případě se jedná o vyhodnocování podnětů v reálném čase (nepoužívají se historická data) a na základě těchto podnětů pak dochází k ovládní vestavěných technologií domu.



## 3 Nízkoenergetické, pasivní a nulové budovy

Jelikož cena energií v poslední době prokazatelně roste a dá se očekávat, že se tak bude dít i nadále, zaměřuje se stavební průmysl hlavně na snižování nákladů potřebných na provoz budovy.

Nízkoenergetické budovy jsou energeticky úsporné budovy, které mají náklady na jejich provoz menší, než je stanoveno normami a předpisy. Do nákladů na provoz promlouvají zejména náklady na vytápění a ochlazování prostor, ohřev teplé vody a spotřebu elektrické energie.

### 3.1 Nízkoenergetická budova

Nízkoenergetická budova se odlišuje od klasické hlavně úsporou nákladů na vytápění v přibližně polovičním rozdílu. Dle normy ČSN 73 0540-2 lze mezi nízkoenergetické zařadit budovy s měrnou spotřebou tepla na vytápění do 50 kWh·m<sup>-2</sup>·rok. Dalším kritériem je prostup tepla a s tím související izolační vrstva budovy. Tabulka uvádí maximální hodnoty pro jednotlivé části budovy.

Část budovy	Součinitel prostupu tepla
Obvodové zdívo	0,2 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Střecha	0,2 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Podlaha	0,4 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna	1,1 W/(m <sup>2</sup> ·K)

Tabulka 1: Maximální hodnoty prostupu tepla<sup>10</sup>

### 3.2 Pasivní budova

Pasivní budova je charakterizována, podobně jako nízkoenergetická budova, minimalizací spotřeby energií. Využíváním systémů pro vytváření energie z obnovitelných zdrojů a optimalizováním stavebního řešení snižuje potřebu primární energie z neobnovitelných zdrojů. Limit pro pasivní budovu je 15 kWh·m<sup>-2</sup>·rok a nutnost dodržet celkovou intenzitu výměny vzduchu při tlakovém rozdílu.

<sup>10</sup> ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.



### 3.3 Nulová budova

Do kategorie nulových budov se řadí budovy, které mají měrnou spotřebu tepla pro vytápění do 5 kWh·m<sup>-2</sup>·rok a jsou tedy víceméně soběstačné.


### 3.4 Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost budovy je souhrn všech energií, které do budovy vstupují, tzn. energie na vytápění, chlazení, větrání, ohřev teplé vody a osvětlení. Všechny tyto údaje jsou uvedeny v průkazu energetické náročnosti budovy. Průkaz je součástí dokumentace při výstavbě nových budov, při větších změnách, při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí a nesmí být starší než 10 let. Průkaz energetické náročnosti budovy je vydáván pouze zákonem definovanými energetickými auditory.

#### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2012 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 148/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: \_\_\_\_\_  
 PŠČ, místo: \_\_\_\_\_  
 Typ budovy: \_\_\_\_\_  
 Plocha obálky budovy: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Obestavěný prostor: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 Objemový faktor tvaru A/V: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
 Energetická vztažná plocha: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

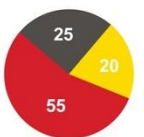


#### DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro:	Stanovena ano <input checked="" type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření v protokolu průkazu a vyhodnocení dopadá na energetickou náročnost šipkou (Doporučení)

#### PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANOU ENERGIÍ



- Slunce
- Biomasa
- Zemní plyn
- Uhlí
- LTO
- CZT
- Elektřina

#### ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrná hodnota kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)			
<b>A</b> Mimořádně úsporná	Dop. A	XXX	Dop. XXX
<b>B</b> Velmi úsporná	XXX B	XXX	XXX
<b>C</b> Úsporná	XXX C	XXX	XXX
<b>D</b> Neúsporná	XXX D	XXX	XXX
<b>E</b> Nehospodárná	XXX E	XXX	XXX
<b>F</b> Velmi nehospodárná	XXX F	XXX	XXX
<b>G</b> Mimořádně nehospodárná	XXX G	XXX	XXX

Hodnota pro celou budovu

Celková dodaná energie	XXXX	Neobnovitelná primární energie	XXXX
------------------------	------	--------------------------------	------

#### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
<b>A</b> Dop.	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>B</b> Dop.	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>C</b> XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>D</b> Dop.	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>E</b> XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>F</b> XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>G</b> XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

U<sub>em</sub> W/m<sup>2</sup>·K; kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

Vyhotoveno dne: \_\_\_\_\_ Platnost do: \_\_\_\_\_  
 Zpracovatel: \_\_\_\_\_ Osvědčení č.: \_\_\_\_\_  
 Kontakt: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

Obrázek 7: Průkaz energetické náročnosti budovy<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Průkaz energetické náročnosti budovy - PENB. *Nemoinspekt - inspekce nemovitostí* [online]. 2015 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <http://www.nemoinspekt.cz/prukaz-energeticke-narocnosti-penb>



V souladu s evropskou normou EN 15232 musí být budova, která má být zařazena do nejvyšší energetické třídy A (nejúspornější), vybavena alespoň těmito vzájemně provázanými funkcemi:

- provázané individuální řízení teploty v místnostech,
- závislé řízení teploty zdrojů tepla a teploty průtokového média,
- řízení na stálou osvětlenost s otevřenou regulační smyčkou s vazbou na denní světlo,
- řízení osvětlení ve vazbě na přítomnost,
- elektricky ovládané stínění venkovními žaluziemi,
- řízení žaluzií a osvětlení ve spolupráci s řízením vytápění, ventilace a klimatizace.

Pro energetickou třídu B je třeba zajistit alespoň tyto provázané funkce:

- individuální řízení teplot v místnostech,
- řízení teploty zdrojů tepla a teploty průtokového média podle venkovní teploty,
- řízení osvětlení ve vazbě na přítomnost,
- elektricky ovládané stínění venkovními žaluziemi,
- řízení žaluzií a osvětlení ve spolupráci s řízením vytápění, ventilace a klimatizace.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> KUNC, Ing. Josef. Proč dát přednost systémové elektroinstalaci?. *Elektroinstalatér: Odborný časopis pro moderní elektroinstalace*. Praha: ČNTL, 2012, roč. 18, č. 1.



## **4 Možnosti inteligentních domácností**

Inteligentní domácnost je pro všechny, kteří v současné době chtějí moderně a bezpečně bydlet, využívat pohodlí a šetřit prostředky na provoz. Většina nových domů má již zabudované termostaty a klimatizace pro řízení teploty, zabezpečovací systém, domácí kino apod., ale každý z těchto systémů pracuje odděleně, s jiným ovládáním a bez vzájemné komunikace. Inteligentní domácnost všechny tyto prvky propojuje a sjednocuje jejich ovládání do jednoho komplexního systému.

### **4.1 Centrální systém a design**

Pomocí centrálního systému ovládání lze jednoduše měnit veškerá nastavení ostatních zařízení v domácnosti. Na rozdíl od klasického manuálního ovládání vytápění, oken, světel, audiovizuální techniky lze vše nastavit jako celek a připravit režimy pro různé situace – režim spánku, dovolené, snídane, promítání, návštěvy apod. Jedním stisknutím tlačítka se veškeré systémy nastaví do požadovaného stavu.

Dojde tak ke sjednocení ovladačů a vypínačů do jednoho propojeného systému a celý design domácnosti bude působit ucelenějším dojmem. Uživatel též může měnit vzhled jednotlivých ovládacích prvků. Všechny kabely a i některá zařízení jsou zabudovány do zdí, a tak neruší celkový dojem.

### **4.2 Zabezpečení**

Uživatel má pomocí alarmu, požárních čidel, kamerového systému nebo infračervených závor v každém okamžiku přehled o své domácnosti a při jakékoliv nestandardní události je upozorněn notifikací nebo SMS. Infračervené závory lze použít například k hlídání bezpečné vzdálenosti dětí od bazénu. Při odchodu posledního uživatele se automaticky zapne alarm, vypnou světla a požadované spotřebiče, zatáhnou žaluzie, topení a klimatizace se přepnou na udržovací režim. Aktivaci systému zabezpečení lze provést pro celý objekt nebo jen určitou oblast. Systém také umožňuje náhodné rozsvěcování světel k simulaci přítomnosti v objektu. V případě poplachu se uživateli i volané





bezpečnostní službě zobrazí místo, kde poplach nastal, rozsvítí se všechna světla a zapne se bezpečnostní kamera.

### 4.3 Pohodlí

Inteligentní dům přináší komfort převážně v často se opakujících činnostech, které je schopen vykonávat místo uživatele. Systém dokáže ztlumit klimatizaci při otevření okna, lehce v noci přisvítit cestu na WC, upozornit na došlou poštu ve schránce, napustit vanu nebo pustit pračku. Automatický budík ráno detekuje lehký spánek a případně upraví dobu vzbuzení, žaluzie se postupně otevírají k simulaci svítání. V kuchyni se mezitím spustí kávovar a pekárna pro čerstvé pečivo. V případě telefonátu je možné přijmout hovor kdekoliv v domácnosti, kde jsou zabudované reproduktory a mikrofony. Systém také dokáže v případě nepříznivého počasí zavřít střešní okna, zatáhnout rolety či stáhnout markýzu. Ovládání systému je jednoduché a přizpůsobené pro každého uživatele domácnosti a lze používat dálková ovládání, dotykové obrazovky či mobilní telefon nebo tablet. Ovládání je možné též přes internet, a to i ze zahraničí.

### 4.4 Zábava

Inteligentní dům propojuje audiovizuálně většinu místností, tedy i takové, kde často reproduktory chybí, např. terasa, koupelna nebo sauna.

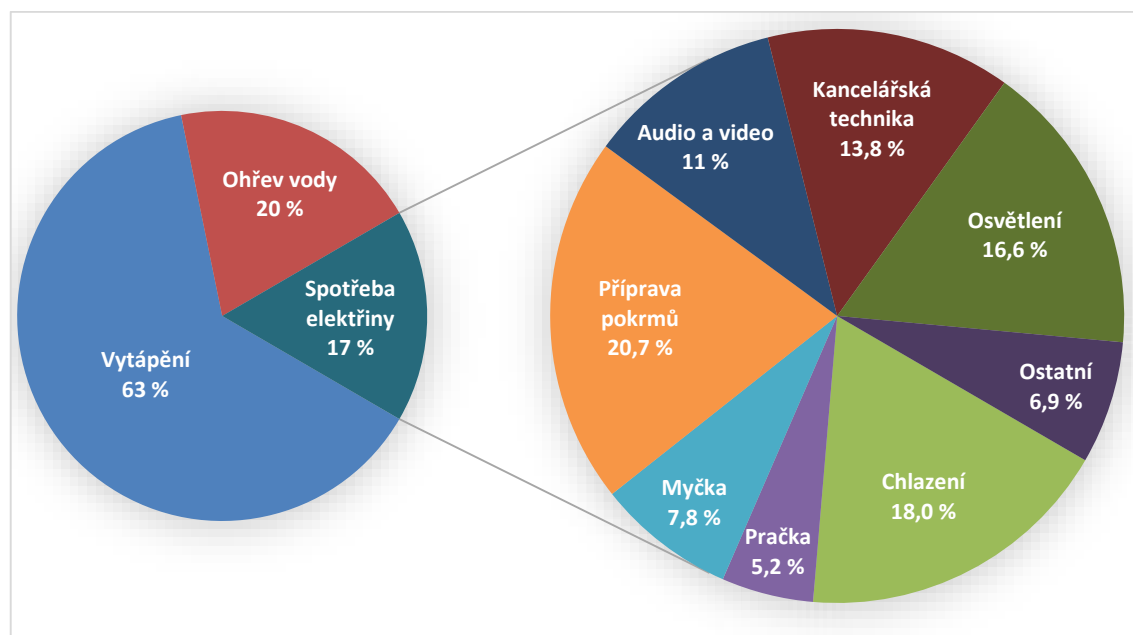
V libovolné místnosti tak má uživatel dostupné fotografie, hudbu včetně prostorového zvuku, nahrávky z dovolených, filmy, internet, rádio a satelitní či digitální televizní vysílání. Systém dokáže vybrané pořady nahrávat s vynecháním reklam a v případě puštění filmu lze jedním multifunkčním tlačítkem zároveň ztlumit osvětlení, zatáhnout žaluzie, stáhnout plátno a zapnout projektor nebo televizi. Zesilovač následně dle zdroje upraví hlasitost na požadovanou úroveň.



## 4.5 Úspora energií a ekologie

Jedním z nejdůležitějších přínosů inteligentních domácností je úspora energií v nejrůznější podobě a s tím spojená ekologie domácnosti.

V následujícím grafu je vidět rozložení spotřeby energie v české domácnosti.

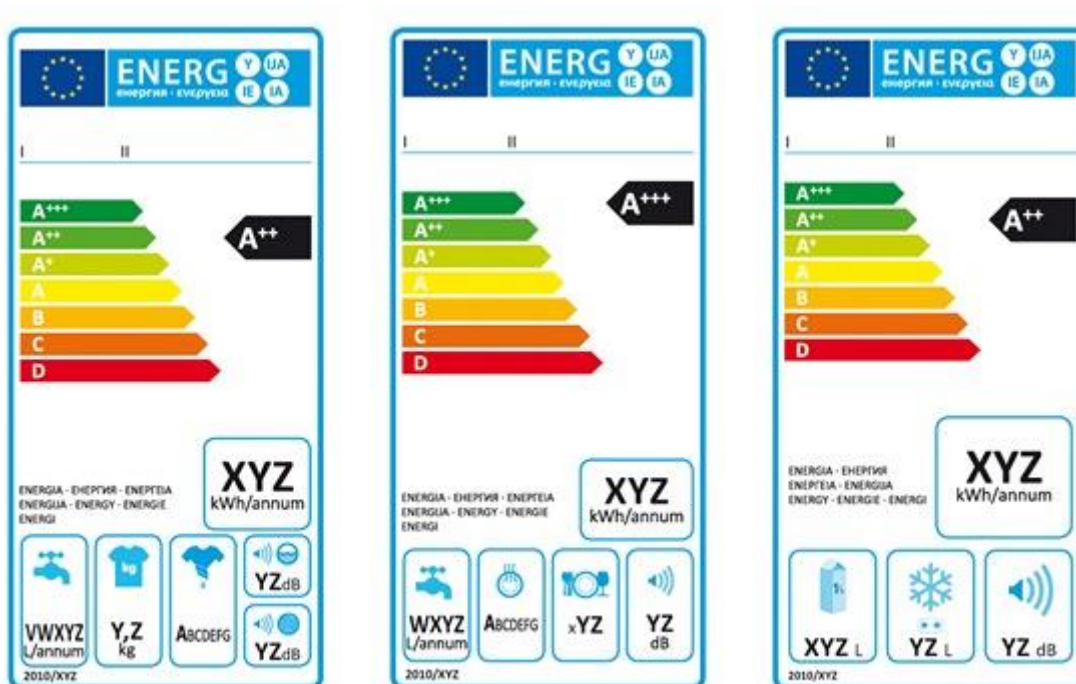


Graf 1: Rozložení spotřeby energie v domácnosti<sup>13</sup>

Inteligentní domácnost může ušetřit chytrou regulací až 30% nákladů. V každé místnosti totiž reguluje teplotu zvláště na základě přesných údajů a efektivně využívá všechny zdroje energií, například při svitu sluníčka v zimním období vytáhne žaluzie a nechá místnost vyhřívát. Systém ale dokáže šetřit i jinde. Nejste-li delší dobu v místnosti, sám ztlumí osvětlení, případně zhasne. Podle venkovních světelných podmínek upravuje osvětlení místností.

V inteligentní domácnosti je vhodné také používat energeticky účinnější spotřebiče a zařízení. Nově zakoupené spotřebiče musí být v současné době ze zákona opatřeny štítkem, který informuje o tom, jak kvalitní je výrobek z hlediska spotřeby elektrické energie.

<sup>13</sup> Spotřeba energie v domácnostech. *Vítejte na Zemi...: multimediální ročenka životního prostředí* [online]. 2014 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: [http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba\\_energie\\_v\\_domacnostech&site=energie](http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie)

Obrázek 8: Energetické štítky spotřebičů (pračka, myčka, lednička)<sup>14</sup>

Na uvedeném obrázku jsou vzory pro tři různé spotřebiče, kde kromě hodnocení třídy účinnosti písmeny A – D (dříve až G) jsou uvedeny též další provozní vlastnosti, jako spotřeba vody, hlasitost nebo objem.

<sup>14</sup> CRAFT, Tom. Nové energetické štítky spotřebičů jasně ukazují jejich kvalitu. *Bydlení iDNES.cz: Vše o bydlení* [online]. 2011 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: [http://bydleni.idnes.cz/energeticke-stitky-0ol-/spotrebice.aspx?c=A110330\\_121352\\_spotrebice\\_rez](http://bydleni.idnes.cz/energeticke-stitky-0ol-/spotrebice.aspx?c=A110330_121352_spotrebice_rez)



## 5 Elektroinstalace

V současné době se v klasických domácnostech kromě silnoproudé instalace vyskytují maximálně telefonní přípojka, anténní kabel k televizi a datová zásuvka. Pro co nejefektivnější fungování chytré domácnosti je nutné správné propojení jednotlivých systémů, a to navyšuje množství potřebné kabeláže.

I v případě, že se v současné době nebuduje přímo chytrá domácnost, je lepší realizovat tzv. systémovou elektroinstalaci, ta totiž v budoucnu umožní jednoduše implementovat inteligentní řízení domácnosti. Systémová elektroinstalace je sice v průměru o 20% nákladnější oproti standardní elektroinstalaci, ale zvyšuje hodnotu nemovitosti, která je do budoucna připravena na inteligentní systémy.

Standardní elektroinstalace se používá pro rozvody ke spotřebičům a světlům, kde tvoří samostatné okruhy pro ovladače a zařízení. Není zde žádné propojení s centrálním rozvodem, zařízení spolu nekomunikují. Realizovat standardní elektroinstalaci dokáže velké množství firem i živnostníků a existuje tu tedy vyšší tlak na cenu. Jde sice v první fázi o levnější variantu, ale jakékoliv případné změny pak zvyšují náklady a při větším množství kabeláže dochází též k nepřehlednosti.

### 5.1 Inteligentní elektroinstalace

Z pohledu systémové elektroinstalace, která tvoří základ pro implementaci inteligentních systémů, rozlišujeme dva typy elektroinstalace:

- sběrníková elektroinstalace,
- elektroinstalace do hvězdy.

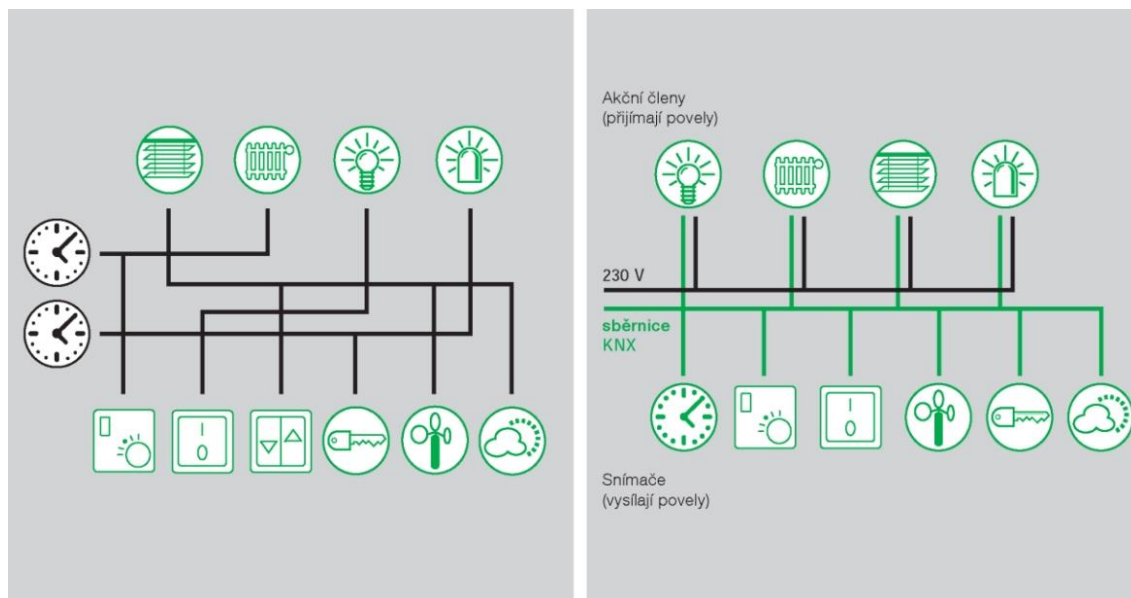
#### 5.1.1 Sběrníková systémová elektroinstalace

V praxi vypadá sběrníková systémová elektroinstalace tak, že mezi jednotlivými částmi elektroinstalace vede pouze jeden jediný kabel. Na ten jsou pak připojeny jednotlivé systémy postupně za sebou. V jednu chvíli tak ale mohou přes sběrnici komunikovat pouze dvě zařízení mezi sebou najednou, ostatní musí počkat, až se sběrnice uvolní. Komunikace však probíhá velmi rychle, za vteřinu



může proběhnout několik desítek až stovek spojení. Většinou se proto používá kombinovaná elektroinstalace, kdy silová část je oddělena a napájení ovládacích prvků obstarává sběrnice s malým napětím 30V.

Pro komunikaci se používá standardizovaný protokol KNX/EIB.



Obrázek 9: Rozdíl mezi klasickou a KNX systémovou elektroinstalací<sup>15</sup>

Výhody sběrnicevé elektroinstalace:

- podpora více výrobců a integrátorů,
- méně potřebné kabeláže oproti instalaci do hvězdy,
- otevřený systém,
- snadná rozšiřitelnost.

Nevýhody sběrnicevé elektroinstalace:

- limit počtu zařízení připojených na jednu sběrnici,
- sdílení sběrnice – komunikace pouze dvou zařízení v jeden okamžik,
- v případě poruchy elektroinstalace – kompletní výpadek,

<sup>15</sup> KUNC, Josef. ABB EPJ: 3.2 Systémové elektrické instalace EIB/KNX (3. část) (2.díl). In: *Elektrika.cz: portál o silnoproudé elektrotechnice, elektroinstalace, vyhlášky, schémata zapojení*. [online]. 2006 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-10-17.8393432351>



- nutnost využití KNX tlačítek, která jsou násobně dražší oproti standardním,
- nutnost osazení rozvaděče elektronickými spínači.

### 5.1.2 Systémová elektroinstalace do hvězdy

V případě elektroinstalace do hvězdy jsou všechny standardní vypínače nahrazeny tlačítky a všechny kabely jsou svedeny do rozvaděče. Podobně jsou svedeny i kabely od světel a dalších systémů. Rozvaděč zahrnuje elektronické spínače, které spínají dané okruhy podle stisknutých tlačítek. Spínače jsou napojené také na centrální řídicí jednotku, která dokáže tyto spínače také ovládat.

Elektroinstalace do hvězdy je tak vhodná spíše pro menší domácnosti. Pro větší objekty je výhodnější použít z důvodu náročnosti na množství kabeláže spíše sběrníkovou elektroinstalaci.

Výhody elektroinstalace do hvězdy:

- nižší pořizovací náklady,
- možnost využití standardních prvků pro přípravu na budoucí implementaci inteligentních systémů,
- neomezené množství připojených zařízení,
- spolehlivost,
- ovladače od libovolného výrobce.

Nevýhody elektroinstalace do hvězdy:

- větší množství použité kabeláže,
- nutný větší prostor pro rozvaděč.

## 5.2 Použitá kabeláž

Pro propojení systémů v inteligentní domácnosti a pro standardizovanou komunikaci (hlasovou a datovou) se používá kabel UTP (Unshielded Twisted Pair) kategorie 6a a 7, který se skládá ze čtyř kroucených nestíněných párů vodičů.



CAT6a – běžná kabeláž v inteligentní domácnosti, pracuje s šířkou pásma 500 MHz a používá se i pro 10GBASE-T Ethernet s rychlostí 10 Gb/s.

CAT 7 – stíněná kroucená linka s teoretickou rychlostí až 100 Gb/s. V inteligentní domácnosti se používá pouze k propojení systémových přepínačů.

## 5.3 Bezdrátové sítě

V inteligentní domácnosti lze bezdrátově ovládat skoro vše – regulace osvětlení, vytápění, zabezpečení atd. Jediné, co zatím nelze spolehlivě bezdrátově přenášet, je napájení.

Bezdrátové řešení je vhodné u nemovitostí, které jsou již postavené a není možné do zdí a podlah natáhnout kabely. Vždy je ale lepší realizovat drátovou systémovou elektroinstalaci, která je méně nákladná a více spolehlivá.

Výhody bezdrátového ovládání:

- instalace do již kompletně hotových domácností,
- jednoduchá a rychlejší instalace,
- možnost jednoduché rozšiřitelnosti.

Nevýhody bezdrátového ovládání:

- nižší spolehlivost,
- nižší bezpečnost,
- nutnost řešit baterie,
- velký nárůst nákladů (jeden bezdrátový okruh je až o polovinu dražší).

## 5.4 Záložní zdroje napájení

Nutnost a specifikace záložního zdroje napájení je závislá na lokaci, frekvenci a délce výpadků elektrické energie. Se záložním zdrojem je nutné počítat již při projektování domácnosti a je potřeba definovat důležitost napájení jednotlivých spotřebičů. Běžně se záložně napájí aspoň řídicí systém, dále pak lednička, bezdrátové sítě, zabezpečení apod.



### 5.4.1 UPS

Uninterruptible Power Supply (Source) – nepřerušitelný zdroj energie. Jedná se o akumulátor – baterii, která nahradí po určitou dobu dodávku elektrické energie. Nevýhodou je, že v případě delšího výpadku a vybití akumulátoru není možné záložní zdroj použít. Běžně se tak využívá pouze pro krátké výpadky, případně pro dobu, než nastartují záložní generátory.

### 5.4.2 Solární záložní zdroj

Jedná se o kombinaci akumulátoru (UPS) a fotovoltaického článku, který umožňuje prodloužit dobu dodávky záložní energie, případně pro nižší odběry výpadek energie úplně nahradit.

### 5.4.3 Záložní generátor

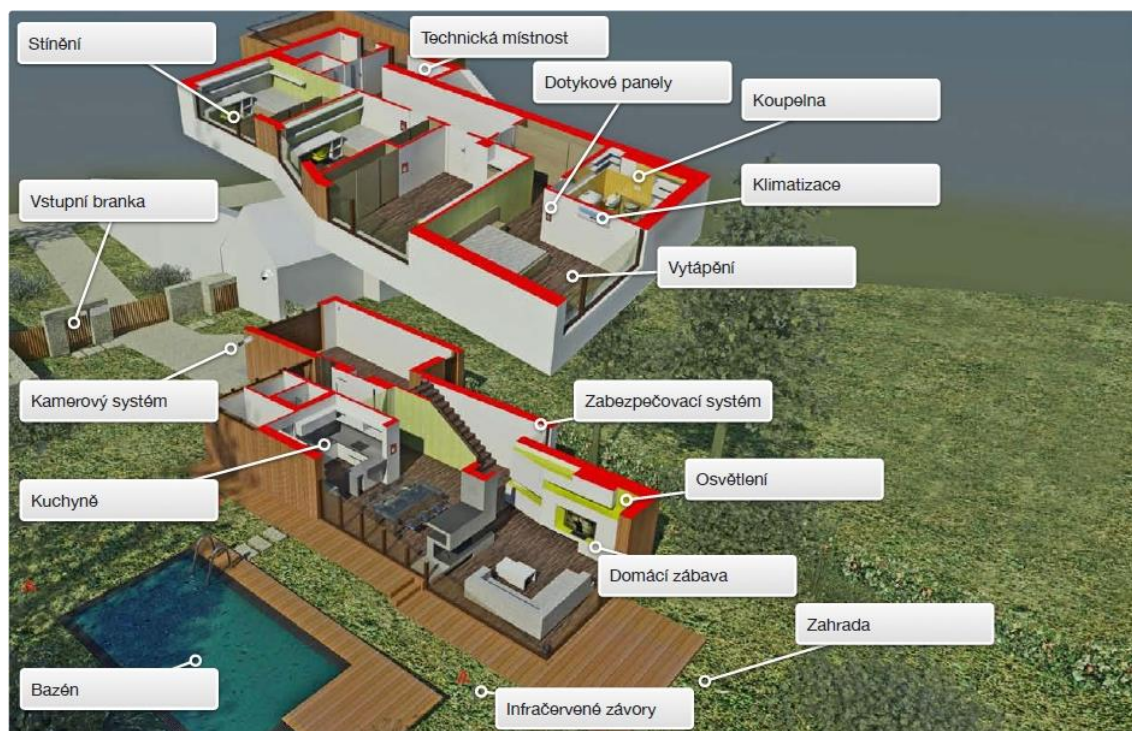
Záložní generátor se používá k výrobě elektrické energie z jiného zdroje, například nafty nebo benzínu. Běžně se záložní generátory používají ve větších objektech, kde je zajištěn odvod zplodin a nevadí vyšší hlučnost generátoru. Výhodou generátorů je možnost doplnění paliva v případě delšího výpadku.





## 6 Systémy inteligentní domácnosti

V této kapitole jsou popsány jednotlivé systémy, které mohou být součástí inteligentní domácnosti. Pozornost bude věnována zejména systémům integrovaným v řešení inHome AMX společnosti Insight Home, a.s., která je partnerem americké společnosti AMX.



Obrázek 10: Jednotlivé části systému inHome<sup>16</sup>

### 6.1 EZS – elektronický zabezpečovací systém

V současné době se stává určitá forma elektronického zabezpečení domácnosti již standardem. Používají se infračervené závory, perimetrická čidla, případně složitější systémy jako například čtečky otisků prstů. Celý objekt je pak připojen na takzvaný pult centralizované ochrany (PCO), což je služba nabízená soukromými společnostmi. Při vyhlášení poplachu může PCO vyslat zásahovou jednotku, aby zjistila, co se stalo, a případně zadržela pachatele do příjezdu

<sup>16</sup> PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. 2012, 238 s. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/>



policie. Některé pojišťovací společnosti dokonce bez určitých forem zabezpečení nejsou ochotny daný objekt pojistit.

Na českém trhu se nejčastěji používají tři typy systémů:

- Paradox – od stejnojmenné kanadské společnosti, který se hodí pro rodinné domy,
- Galaxy – od americké společnosti Honeywell, který se implementuje především do větších objektů,
- Dominus Millennium českého výrobce ABBAS, a.s., který na tuzemském trhu působí již od roku 1999.

V rámci zabezpečení je také důležitý vzdálený přístup, který umožňuje spravovat domácnost z jakéhokoliv místa pomocí počítače, tabletu nebo mobilního telefonu. Nutné je však vysoké zabezpečení, aby se předešlo zneužití nepovolanou osobou.

### 6.1.1 Snímače a detektory

Pro zjištění poplachových situací se využívá několika různých druhů detektorů a snímačů. Nejčastěji jsou využívány pohybové snímače, které slouží k detekci pohybu. Fungují na principu detekce pomocí infračervených paprsků, případně pomocí mikrovlnné detekce. Pro zabezpečení oken se používá elektromagnetických snímačů, které bývají někdy součástí okenních rámců. Dále existují čidla pro detekci požáru, úniku vody nebo plynu, otřesů, případně tříštění skla.

Centrální systém informuje i o výpadcích jednotlivých systémů nebo jejich prvků. Upozorní na výpadek chodu ledničky nebo tepelného čerpadla, při úniku vody přeruší její přívod a zamezí dalšímu úniku. Informaci o těchto krizových situacích dostává jak majitel, tak určená servisní společnost, aby mohla provést neodkladnou nápravu.

Pro lokální signalizaci poplachové události se používají vnitřní i venkovní sirény, umístěné v hůře dostupných místech, aby se zabránilo jejich poškození.



Pro zabezpečení okolí se používají tzv. perimetrická (obvodová) čidla. Jde například o infračervené závory, které detekují přítomnost osoby již při vstupu do zahrady. Pro detekci na delší vzdálenost lze použít mikrovlnné a laserové závory.

### 6.1.2 Kamerový systém

Pro kamery lze v inteligentní domácnosti nalézt dvojí využití, jednak k zabezpečení objektu, kdy se používají venkovní kamery, tak k zjištění, co se děje uvnitř objektu – k hlídání dětí atd. Součástí kamerového systému bývá nahrávací zařízení, někdy i připojení do internetového úložiště, kde se záznam ze všech kamer uchovává po určitou dobu pro pozdější analýzu. Některé kamery lze nastavit i tak, že záznam uchovávají jen při detekci pohybu.

Pokročilejší kamery jsou vybaveny možností přiblížení a sledování vybraného pohybujícího se objektu. Při nízkém osvětlení okolí objektu je možné využít termovizních systémů, které měřením povrchové teploty snadno detekují narušitele i za úplné tmy.

Nejvyšším stupněm kamerové ochrany jsou inteligentní kamerové systémy, které jsou vybaveny systémem pro analýzu obrazu. Ten vyhodnocuje obraz a v případě uživatelem definované události informuje centrální systém, který provede požadované úkony. Systém je možné využít i k rozpoznávání poznávací značky přijíždějícího vozidla pro automatické otevření brány nebo garáže a nasvícení příjezdové cesty.

### 6.1.3 Zabezpečení přístupu

Nejnovější systémy pro zabezpečení vstupu již nefungují na klíčové bázi, ale používají nejčastěji kódy, otisky prstů, čipové karty nebo scan obličeje. Objekt je možné odemknout i pomocí telefonu přes vzdálené připojení k centrálnímu systému nebo pomocí čtečky NFC, stačí pouze přiložit telefon vybavený touto technologií.



## 6.2 Řízení energií

### 6.2.1 Vytápění, ohřev vody a klimatizace

Běžné vytápění s termostatem přináší mnoho problémových situací, například při otevření okna se topení rozehřeje naplno, místnost je zbytečně vytápěna, navíc teplo uniká ven. Systém pro vytápění chytré domácnosti detekuje otevření okna a případně uzavře ventily, aby nedošlo k zbytečnému plýtvání. Systém lze také nastavit tak, aby topení spouštěl pouze v určitých místnostech a v předem nastavené době. Nutnou podmínkou je však umístění termostatu nebo snímače do každé místnosti. Pomocí řízeného vytápění místností lze dosáhnout výrazných úspor.

Celý systém vytápění je řízen regulátory, inteligentní elektroinstalace ovládá pouze koncové termostatické regulační hlavice na jednotlivých tělesech a rozdělovače podlahového vytápění.

Pro vytápění je možné kombinovat více způsobů – tepelné čerpadlo, kotel na zemní plyn nebo solární systém – lze je použít i k ohřevu teplé vody.

Běžně je k ohřevu vody využíván solární systém (sluneční kolektory), hodí se především v letních měsících, kdy může pokrýt až 100% spotřeby, a tepelné čerpadlo (hloubkové vrty). V případě potřeby se pak systém přepíná na ohřev vody plynovým kotlem.

K systému inteligentního vytápění je možné „připojit“ také domácí krb. V případě zátopu se ostatní systémy automaticky vypnou a počkají na dosažení cílové teploty a upozorní uživatele.

U ochlazování prostor je princip podobný jako u vytápění, také dochází k řízení klimatizace jednotlivých místností dle jejich využívání. Na rozdíl od vytápění je ale snaha tepelnou ztrátu maximalizovat a naopak omezit tepelné zisky. Řešení klimatizace je obecně náročné na stavební úpravy. Je sice možné využít mobilních klimatizačních jednotek, ale ty mají nižší účinnost, vysokou energetickou náročnost a dost často také nemalou hlučnost. Proto je vhodné, nejen z hlediska budoucích úspor, zvolit instalaci pevných klimatizačních systémů.



### 6.2.2 Stínící technika

Důležitým prvkem v řízení teploty v domácnosti je také stínění, které reguluje množství dopadajícího světla i tepla. Napojením na centrální systém lze v kombinaci s vytápěním dokonale regulovat teplotu v místnostech. Zabrání se tak zbytečnému přehřívání místností v létě, naopak v zimě lze využít sluneční energii k vytápění. Místo žaluzií lze v současné době také použít speciální skla s možností zabarvení.

Druhým přínosem je nastavení soukromí, kdy se místo žaluzií někdy používají speciální mléčná skla, ta lze pomocí elektrického proudu proměnit v čirá.

Stínící techniku lze obecně rozdělit do dvou skupin, na venkovní a vnitřní. Nejčastěji se setkáme s vnitřním typem stínění, jako jsou klasické žaluzie nebo látkové rolety. Bohužel tento typ stínění chrání interiér pouze před světlem, nikoliv před horkem. Venkovní stínění zabraňuje ohřívání oken, čímž znatelně omezuje pronikání tepla do místností. Mezi nejčastější způsob venkovního stínění patří předokenní rolety, které kromě zastínění (úplného zatemnění) slouží k tepelné i hlukové izolaci a také jako překážka nezvaným hostům.

Všechny typy stínící techniky lze ovládat manuálně nebo pomocí automatického pohonu. Motorizace přináší vyšší pohodlí, delší životnost stínící techniky a v kombinaci s větrným čidlem i ochranu před poničením, kdy v případě silného větru dojde k automatickému zatažení.

### 6.2.3 Osvětlení

Hlavní výhody, které přináší připojení řízení osvětlení k centrálnímu systému, jsou:

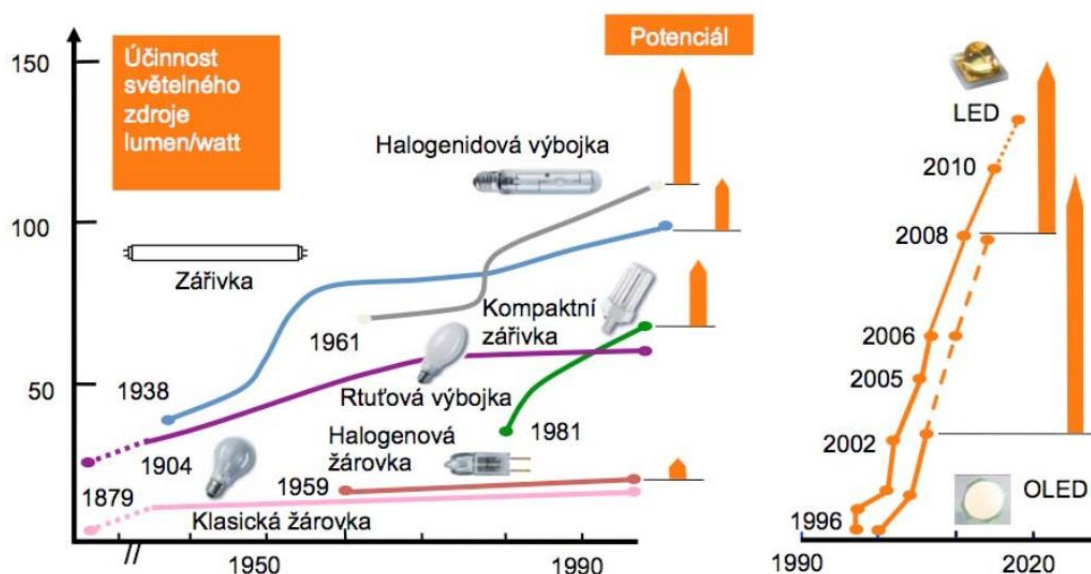
- centrální řízení osvětlení celého objektu,
- vytváření a řízení světelných scén (intenzita, barvy),
- možnost měnit funkčnost jednotlivých ovládacích prvků osvětlení,
- automatické rozsvěcování dle situace,
- úspora elektrické energie,
- automatické ovládání osvětlení v závislosti na pohybu osob.



Světelné scény lze vytvářet pomocí řízeného nastavení RGB LED žárovek nebo panelů. Konkrétní nastavení, například pro sledování televize, se uloží a lze ho pak kdykoliv znovu vyvolat, případně se spustí automaticky při zapnutí televize a při nízkém venkovním světle.

Použití LED osvětlení je přínosné hlavně díky těmto vlastnostem:

- vysoká životnost (až 50 000 hodin),
- absence UV a IR záření,
- okamžitá reakce na rozsvícení,
- odolnost proti častému spínání,
- regulace barvy – RGB,
- možnost regulace teploty světla u RGBW LED (2200 – 6500 K),
- stmívatelnost (1 – 100%),
- vysoká účinnost z hlediska lm/W (viz následující obrázek).



Obrázek 11: Účinnost světelných zdrojů<sup>17</sup>

Pro osvětlení jednotlivých místností v domácnosti je nutné správně zvolit světelný tok i teplotu chromatičnosti, je vhodné minimalizovat zastoupení modré složky v místnostech určených k odpočinku. Pro práci je vhodná teplota 4000 K,

<sup>17</sup> PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. 2012, 238 s. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/>



pro odpočinek 2700 K, v ložnici i méně, neboť modré světlo může působit problémy se spánkem.

Díky propojení osvětlení s centrálním systémem a systémovou elektroinstalací je možné upravovat funkčnost jednotlivých nástěnných ovladačů. Neslouží jen k řízení osvětlení, ale mohou regulovat teplotu nebo hlasitost hudby. K regulaci osvětlení lze použít také senzory, které snímají intenzitu venkovního světla, intenzitu osvětlení v místnosti a přítomnost osob, pak podle toho nastaví osvětlení místnosti.

Pro řízení osvětlení se používá systém DALI (Digital Addressable Lighting Interface = digitální adresovatelné světelné rozhraní). Otevřený protokol, který podporují všichni výrobci chytrých domácích spotřebičů, slouží k ovládání skupin svítidel. Při větším množství osvětlovacích soustav se používá kombinace dvou různých sběrnic, svítidla jsou připojena ke sběrnici DALI, ovládací prvky ke sběrnici KNX, a komunikaci zprostředkovává rozhraní KNX/DALI. Každý světelný zdroj je opatřen DALI předřadníkem, který je adresovatelný a může být tak individuálně ovládán. Celkový možný počet svítidel připojených do soustavy není omezen, omezená je pouze délka DALI sběrnice - 300 m při použití standardizovaného vodiče o průřezu 1,5 mm<sup>2</sup> (není vhodné používat UTP kabely).

## 6.3 Multimediální centrum a zábava

Podstatnou součástí vybavení inteligentních domácností jsou i prvky starající se o zábavu. V současné době existuje mnoho způsobů a forem zábavy, je možné sledovat televizi, filmy, seriály, video z internetu, poslouchat hudbu nebo si zahrát počítačovou hru. To je však většinou spojeno s více různými zařízeními, které se vyskytují pouze na jednom konkrétním místě v domácnosti, s množstvím ovladačů a spleť nejrůznějších kabelů. Ideálním řešením je vše připojit k systému inteligentní domácnosti, ten se následně postará o distribuci signálu napříč domácností do jednotlivých místností a zobrazovacích zařízení.



### 6.3.1 Zvuk

V domácnostech se používá většinou ozvučení různého typu – zabudované reproduktory, hi-fi stereo soustava se zesilovačem pro kvalitní audio nebo sestava pro prostorový zvuk k domácím kinu.

Systém pro ozvučení všech místností pomocí zabudovaných reproduktorů se nazývá multiroom audio. Ten umožňuje v různých místnostech poslech různé hudby nebo naopak ve všech místnostech po celém domě stejné. Poslouchat je možné analogové, digitální nebo internetové rádio, streamovanou hudbu, hudbu uloženou na centrálním úložišti nebo na CD. I venkovní přilehlé prostory je možné ozvučit a poslouchat hudbu i na zahradě. Skladby lze vybírat pomocí dotykového nebo tlačítkového panelu v daných místnostech. V jednotlivých částech interiéru se nenachází žádné zařízení ani kabeláž, pouze zabudované reproduktory, které mohou být součástí designu místností. Jednotlivé zdroje signálu jsou umístěny v technické místnosti a jsou napojené na maticový přepínač se zónovými zesilovači.

Pro přenos hudby se v současné době používá nejčastěji formát MP3, kde se využívá ztrátové komprese zvuku založené na algoritmu MPEG (Motion Picture Experts Group). Pro digitální uložení hudby bez ztráty kvality se používá formát FLAC (Free Lossless Audio Codec), který umožňuje uchovat hudbu ve stejné kvalitě jako na CD. Ve formátu FLAC bývají uloženy i profesionální nahrávky ve studiové kvalitě, kde se používá vzorkovací frekvence až 192 kHz a 24bitový stereofonní záznam (CD kvalita používá 44,1 kHz a 16bitový záznam).

### 6.3.2 Obraz

Podobně jako multiroom audio pro zvuk existuje také pro obraz multiroom video, jehož cílem je dostat videesignál v co nejlepší kvalitě do libovolného zobrazovacího zařízení v domácnosti.

V současné době existuje mnoho zdrojů videesignálu – pozemní, satelitní, kabelové televizní vysílání, internetové a streamované vysílání, sdílené domácí video, stažené filmy, filmy na DVD a na Blu-ray, atd. Problémem je propojení těchto zdrojů signálu a různých zobrazovacích zařízení. Používá se tak dvojnásobné řešení.



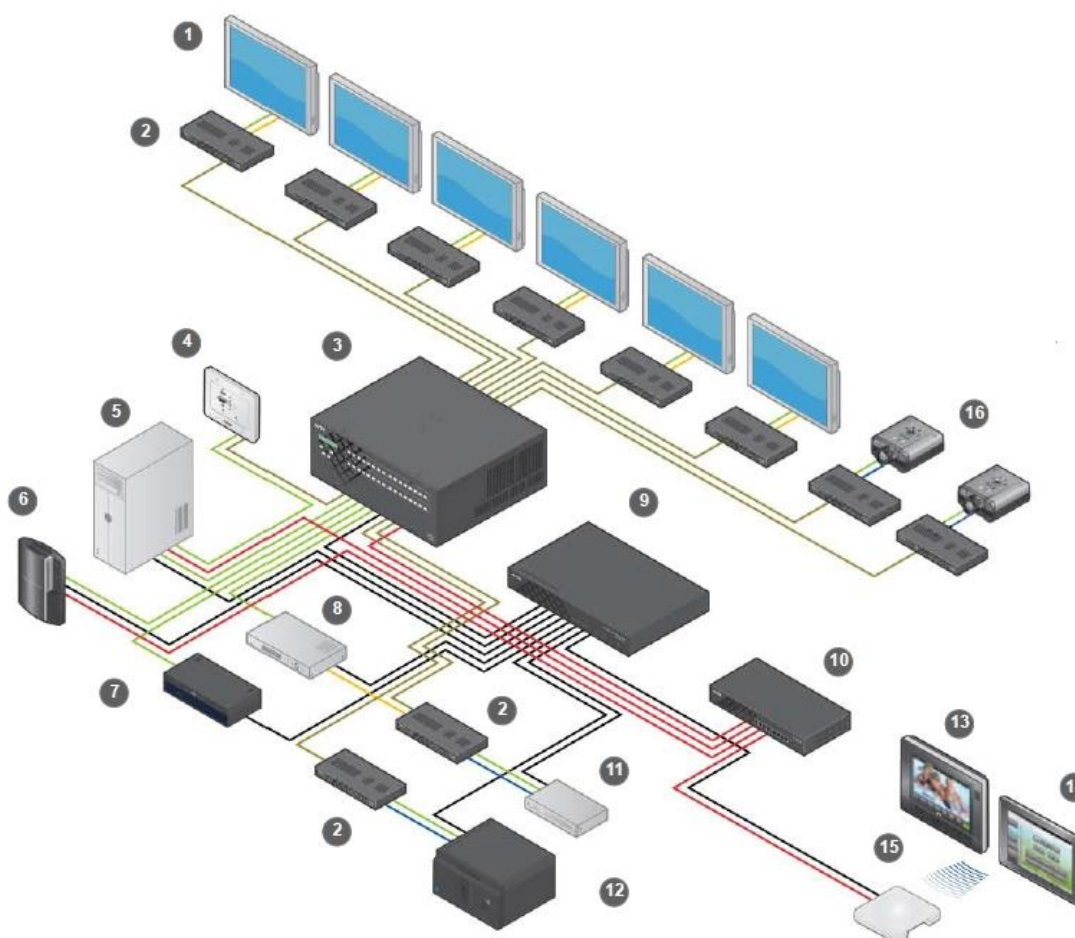


**Lokální řešení:** V každé místnosti je umístěna veškerá technika pro dané zobrazovací zařízení.

- Výhody: modulární řešení, levné komponenty, jednoduchá kabeláž.
- Nevýhody: přítomnost více zařízení v místnosti, nemožnost distribuce signálu do jiné místnosti.

**Centrální řešení:** Základem je digitální maticový prepínač, který umožňuje libovolný vstup zobrazit na libovolném výstupu, distribuovat obraz i zvuk ethernetovým kabelem až na vzdálenost 100m a streamovat video do libovolného zařízení.

- Výhody: v každé místnosti je možné sledovat jakékoliv video, možnost pokračovat v jiné místnosti, možnost sledování satelitního vysílání na více zařízeních.
- Nevýhody: vyšší cenová náročnost, složitější kabeláž.



Obrázek 12: Schéma distribuce AV signálu pomocí digitálního maticového přepínače<sup>18</sup>

Popis prvků z obrázku 12:

- 1 – Zobrazovací zařízení (TV)
- 2 – Přijímač (AMX NetLink Receiver)
- 3 – Digitální maticový přepínač (AMX ENOVA)
- 4 – Nástěnný panel s AV vstupy
- 5 – Datové úložiště
- 6 – Herní konzole
- 7 – Blu-ray přehrávač
- 8 – Satelitní přijímač
- 9 – Napájecí jednotka
- 10 – Gigabit PoE switch
- 11 – DVD přehrávač
- 12 – Měníč disků
- 13 – Ovládací dotykový panel
- 14 – Tablet
- 15 – Přístupový bod – WiFi
- 16 – Projektor

<sup>18</sup> Digital Media Switchers. *AMX Trade Site* [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.amx.com/products/categoryDigitalMediaSwitchers.asp>



Kromě různých zdrojů obrazu existuje i mnoho obrazových formátů. Analogový obraz se dnes již skoro nepoužívá (až na výjimky u bezpečnostních kamer), proto z hlediska multimédií má význam se zabývat výhradně digitálním obrazem.

Analogové televizní vysílání bylo postupně také nahrazeno digitálním – DVB (Digital Video Broadcasting). Přejít na digitální vysílání bohužel neřeší rozlišení a s tím související ostrost a kvalitu obrazu. Některé televize stále vysílají ve formátu SDTV (Standard Definition Television), který vychází z analogového signálu typu PAL (720 x 576 px při formátu obrazu 4:3). Větší televizní společnosti již vysílají ve formátu HDTV (High Definition Television), který se dále dělí na HD (1280 x 720 px při formátu 16:9) a FullHD (1920 x 1080 px při formátu 16:9). Někdy se používá také označení 720p nebo 1080p/i – písmeno za číslovkou udává, zda je obraz vysílán prokládaně (i – interlaced), tj. za sekundu se vykreslí vždy 50 půlsnímků (vždy jen liché nebo sudé řádky), nebo progresivně (p – progressive), kdy se vykreslí za sekundu vždy 25 kompletních snímků. Poslední dobou se rozšiřuje vysílání v rozlišení 4K (3840 x 2160 px při formátu 16:9).

Pro přenos signálu se používá satelitní (DVB-S), pozemní (DVB-T) nebo kabelové (DVB-C) vysílání s MPEG-2 případně MPEG-4 kompresí.

Pro uchování digitálního videa se dříve používaly výhradně DVD disky. Dnes je již standardem FullHD a video se ukládá na Blu-ray disky, které nabízejí obraz v rozlišení až 1080p a osmikanálový prostorový zvuk.

S rostoucí rychlostí internetu je již možné kvalitní obraz streamovat a není nutné používat úložná média.

### 6.3.3 Domácí kino

Samostatnou částí domácnosti pro získání nejkvalitnějšího obrazového i zvukového zážitku by mělo být domácí kino.

Domácí kino neslouží pouze ke sledování filmů, ale využije se i při sledování sportovních událostí nebo hraní videoher. Základní sestavu tvoří velká širokoúhlá televize s prostorovým audiosystémem. Pro kvalitnější sledování filmů je možné televizi nahradit plátnem a projektořem s vysokým rozlišením. Při využití projektořu je vhodné zajistit možnost dostatečného zatemnění místnosti.



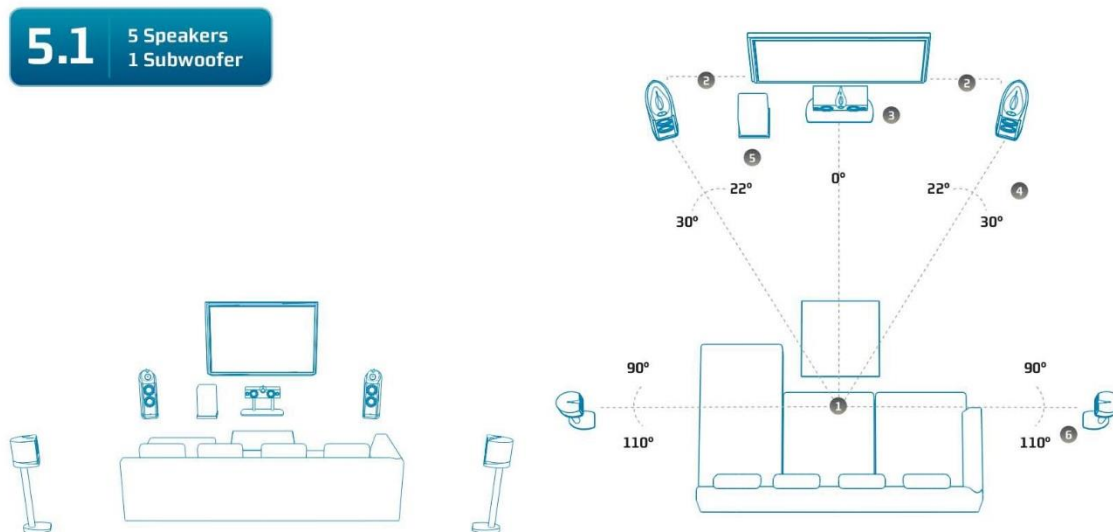
U projektoru je důležitá nejen technologie – LCD nebo DLP, ale také hlučnost samotného přístroje, která by se měla pohybovat maximálně kolem hodnoty 20 dB.

Mezi plátny jsou nejvíce rozšířena elektrická spouštěcí plátna, doporučují se i samonapínací plátna, která omezují vlnění. O kvalitě obrazu rozhoduje také povrch plátna:

- Matte White – bílo-šedivý povrch ze 4 vrstev, pozorovací úhel je 60°,
- HC Matte White – šedý povrch, který vylepšuje kontrast obrazu zvýrazňováním černých ploch,
- 3D Virtual Grey – speciální povrch navržený pro 3D projekci, který odráží až 99% polarizovaného světla.

Základem domácího kina je také prostorový zvuk. Kromě kvalitních reproduktorů je nutná též kabelová příprava pro konkrétní uspořádání.

Minimální počet reprosoustav pro prostorový zvuk je 5.1. Ideální rozmístění je uvedeno na následujícím obrázku.



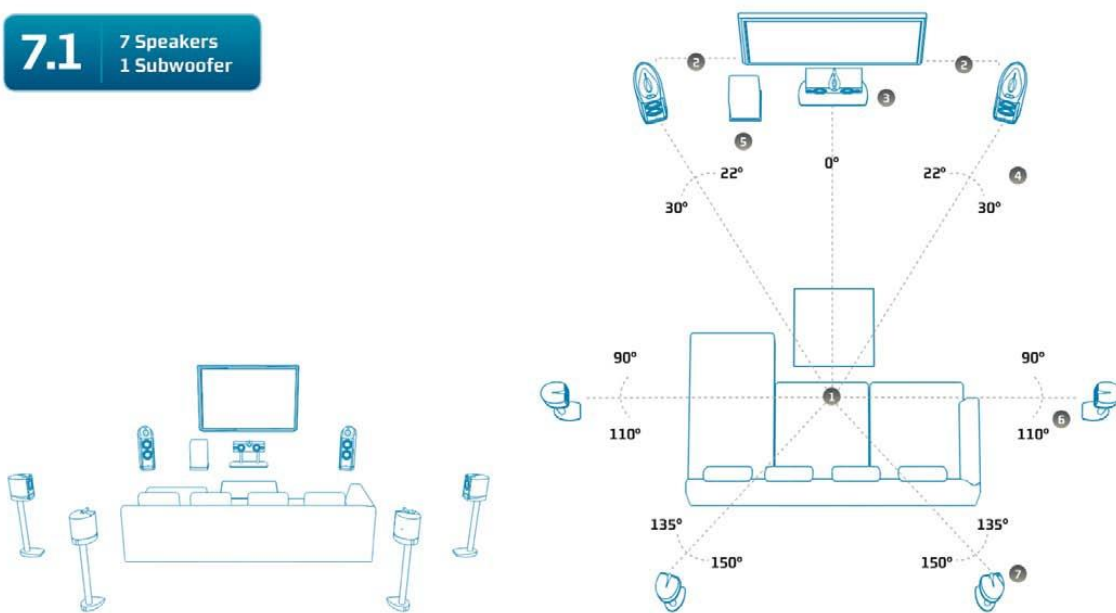
Obrázek 13: Reprodukční sestava 5.1<sup>19</sup>

V poslední době se začínají prosazovat také sestavy 7.1, které přinášejí ještě věrnější prostorový efekt přidáním další dvojice zadních reproduktorů. U sestavy 7.2 dochází ke zdvojení subwooferu.

<sup>19</sup> PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. 2012, 238 s. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/>

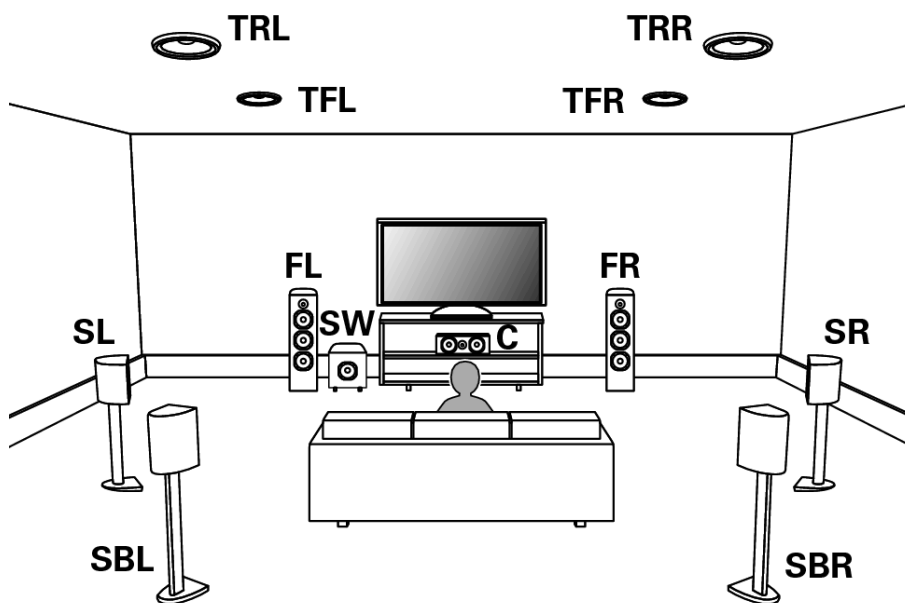


**7.1** 7 Speakers  
1 Subwoofer



Obrázek 14: Reprodukční soustava 7.1<sup>20</sup>

Přidáním stropních reproduktorů k sestavě 7.1 (případně 9.1) vznikne sestava pro Dolby Atmos, známá především z kinosálů.



Obrázek 15: Dolby Atmos<sup>21</sup>

<sup>20</sup> PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. 2012, 238 s. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/>

<sup>21</sup> New Dolby Atmos demo. In: *AVS Forum* [online]. 2014 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.avsforum.com/forum/155-diy-speakers-subs/1742185-new-dolby-atmos-demo-wow-2.html>



Pro kvalitu zvuku je důležitý i receiver, který by měl minimálně podporovat 7.2 kanálový zvuk a formáty DTS-HD Master a Dolby Digital True HD.

Pro filmové nadšence je pak nejideálnější variantou samostatná místnost určená k promítání filmů – malý kinosál. Mělo by se jednat o místnost s rozměry minimálně 4m x 6m a výškou 2,5m. Ideální poměr stěn je 2:3. V místnosti by se neměly vyskytovat velké plochy, které odrážejí zvuk, proto je vhodné používat materiály jako koberec, závěsy atd. Jelikož se promítá obraz na plátno vždy o maximální výšce (šířka obrazu je u každého filmu různá), je potřeba zautomatizovat zakrývání neosvětlené plochy závěsy či oponou.

## 6.4 Inteligentní domácí spotřebiče

Inteligentní domácnost nejen řídí základní chod domácnosti, ale i usnadňuje péči o domácnost díky automatizovaným procesům. Inteligentní pračku nebo sušičku je možné spustit dálkově mobilním telefonem, postačí jen dopředu pračku naplnit prádlem. Podobně pracuje vysavač, který se sám pohybuje ve vymezené oblasti, nebo čistička vzduchu.

### 6.4.1 Inteligentní kuchyně

Do systému inteligentní domácnosti je důležité zahrnout i kuchyň a spotřebiče v ní. Bohužel zatím není příliš výrobců, kteří umožňují připojení kuchyňských spotřebičů přímo k řídicímu systému domácnosti, ale většinou využívají vlastní protokoly k jejich řízení.

Postupně se rozšiřují chytré kávovary a především lednice s dotykovými panely pro snadnější ovládání. Pro mnoho domácností by určitě našla využití výškově nastavitelná pracovní plocha pro jednotlivé členy domácnosti.

## 6.5 (Bezdrátové) ovládací centrum

Základním principem inteligentní domácnosti je propojení všech prvků a jejich centralizované ovládání. Dříve byl základem nástěnný ovládací panel, ale nyní se ovládání domácnosti přesouvá čím dál více do chytrých mobilních telefonů a tabletů.



Od začátku je snaha umožnit ovládání celé domácnosti buď dotykem, nebo hlasem. Nejdříve se využívaly tlačítkové ovládací prvky, později přišly displeje, které byly ale jen černobílé a nedotykové, ovládání probíhalo pomocí navigačních tlačítek. Po příchodu barevných panelů byl už jen krok k dotykovým panelům, které však využívaly rezistivní technologii (dotykový panel reaguje na tlak pomocí tlakové membrány), která není uzpůsobena pro multi-dotykové ovládání. V současné době se používají kapacitní dotykové panely (jako u chytrých telefonů), které jsou sice dražší, ale poskytují lepší podání barev, multi-dotykové ovládání a přesnější reakce.

### 6.5.1 Nástěnné panely

Trendem posledních let je sice využívat k ovládání bezdrátové prvky, jako mobilní telefon nebo tablet, přesto mají nástěnné ovládací panely důvod k instalaci. Bezdrátová zařízení jsou závislá na výdrži baterie a na bezdrátovém signálu. Při vybití baterie nebo výpadku Wi-Fi sítě použití tohoto zařízení není možné. Proto se doporučuje umístit v domácnosti alespoň jeden nástěnný panel, který se využije v případě, že bezdrátový ovládací prvek nelze použít nebo není po ruce.

Důvodem je i bezpečnost. Nástěnný panel je totiž fixně připojen a nehrozí možnost odposlechu dat mezi bezdrátovým zařízením a síťovým routerem, zejména při komunikaci se zabezpečovacím zařízením.

### 6.5.2 Bezdrátové panely

Tyto panely umožňují stejné ovládání domácnosti jako nástěnné panely, avšak přinášejí mobilitu. K domácnosti jsou připojené přes bezdrátovou Wi-Fi síť, tím je možné použití kdekoli v dosahu této sítě.

Panely kromě kapacitního displeje disponují technologií NFC k možnosti spárování s dalšími mobilními zařízeními, například pro videokonferenci nebo domovní komunikaci.

Díky relativně velkému IPS displeji, který má vysoký kontrast a dobré pozorovací úhly, lze najednou sledovat nebo ovládat provoz více zařízení – například sledovat bezpečnostní kamery a zároveň ovládat vytápění. Jednotlivé



sekce lze na panelu dotykem měnit, čímž lze dosáhnout ideálního rozvržení pro každého člena domácnosti.

Panely se vyrábějí v několika velikostech, ty největší mohou mít úhlopříčku až kolem 20“, naopak ty nejmenší 5-7“.



Obrázek 16: 20.3" Modero X® Series Panoramic Tabletop Touch Panel<sup>22</sup>

### 6.5.3 Chytrá dálková ovládání

Kromě velkých dotykových panelů lze k ovládání celé domácnosti použít také dálkové ovládání, tvarově podobné ovladačům k televizím, DVD, atd.

Všechny jednotlivé ovladače lze tedy nahradit tímto chytrým, který umožní ovládat i vytápění, osvětlení a další prvky inteligentní domácnosti.

### 6.5.4 Ovládání mobilním zařízením

Oproti předchozím způsobům ovládání inteligentní domácnosti přináší ovládání pomocí mobilního telefonu nebo tabletu několik výhod, největší z nich je, že většina lidí má mobilní telefon „po ruce“. Zařízení také neslouží pouze jednomu účelu – ovládání domácnosti, ale poskytuje i další možnosti jako například prohlížení internetu, čtení pošty a knih, poslouchání hudby, hraní her apod.

<sup>22</sup> MXT-2000XL-PAN : 20.3" Modero X® Series Panoramic Tabletop Touch Panel. AMX Trade Site [online]. 2015 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z: <http://www.amx.com/products/MXT-2000XL-PAN.asp>





Pro mobilní zařízení existuje speciální aplikace umožňující řízení chytré domácnosti, což je pohodlnější řešení než přístup přes webové rozhraní.

### **6.5.5 Uživatelské rozhraní**

Všechny představené technologie by byly jen velmi těžko říditelné bez jednoduchého, intuitivního a přehledného uživatelského rozhraní jednotlivých ovládacích prvků.

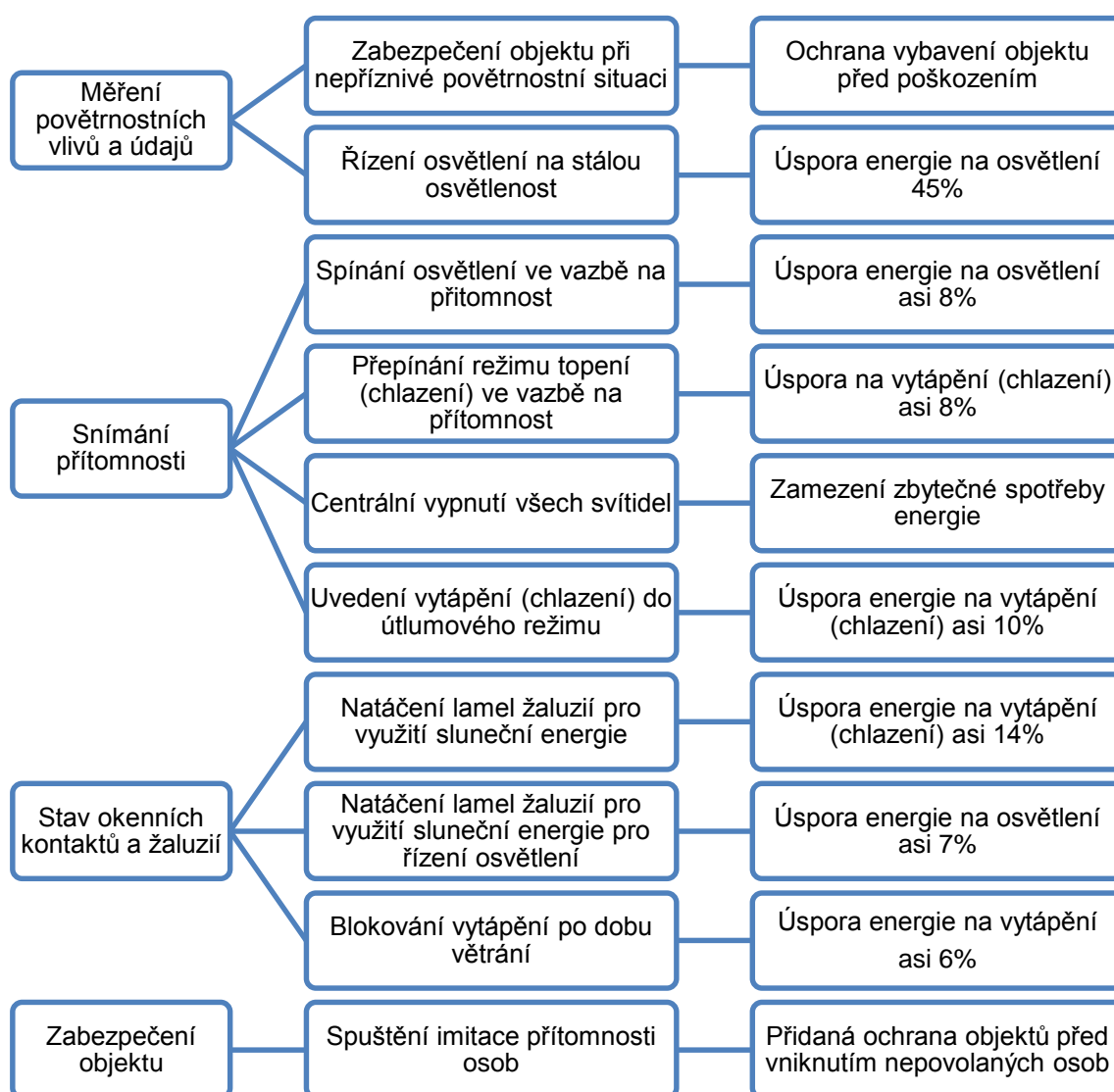
Uživatelské prostředí může být uzpůsobeno pro každého uživatele a domácnost přesně dle jejich požadavků. Většinou není potřeba pročítat dlouhé manuály, ovládání je jednoduché i díky názorné vizualizaci jednotlivých prvků.



## 7 Ekonomická efektivnost

Doposud se práce týkala převážně problematiky inteligentních domácností z technického hlediska, ale potenciálního uživatele bude jistě zajímat také hledisko ekonomické.

Projekty inteligentních domácností obecně uvádějí čísla, která mají zákazníka přesvědčit o velikosti úspor. Jedná se však o velmi hrubé odhady, které se mohou od skutečnosti ve výsledku lišit, a nelze je nijak přesně určit. Záleží totiž na mnoha faktorech, od kterých se již zmíněné úspory a náklady odvíjejí. Příklad úspor je uveden na následujícím obrázku.



Obrázek 17: Příklad možných úspor<sup>23</sup>

<sup>23</sup> KUNC, Ing. Josef. Proč dát přednost systémové elektroinstalaci?. *Elektroinstalatér: Odborný časopis pro moderní elektroinstalace*. Praha: ČNTL, 2012, roč. 18, č. 1.



Při ekonomickém hodnocení investičních projektů se používají metody hodnotící zisky, dobu návratnosti, čistou současnou hodnotu apod. Tyto metody však v ekonomickém hodnocení inteligentních domácností není možné použít, jelikož lze těžko ohodnotit komfort a úspory, které jsou ovlivněny především chováním koncového uživatele. Sebelepší systém řízení energií nebude úsporný, pokud uživatel nebude dodržovat určité podmínky. Obdobný problém nastane u hodnocení komfortu, kdy záleží na osobním postoji uživatele ke konkrétním technologiím. Také čistě nákladové metody hodnocení efektivity investic se nepoužívají, protože hodnocení inteligentní domácnosti jen z pohledu průměrných ročních nebo diskontovaných nákladů není plně vypovídající.

Pro ohodnocení inteligentní domácnosti a jejího ekonomického přínosu je tak vhodné použít jiné metody, například ty pro řešení a analýzu vícekritériálních problémů.

## 7.1 Ukázkový rozpočet inteligentní domácnosti

Rozpočet na zařízení inteligentní domácnosti se mění výrazně s rozsahem realizace. Pohybuje se obecně od 200 000 Kč při malé instalaci až po milionové částky v případě rozsáhlých instalací za pomoci nejmodernějších technologií.

Uvedený rozpočet odpovídá tradiční konfiguraci v případě rodinného domu se dvěma patry, garáží a bazénem.



<b>Cena bez DPH (Kč)</b>	
<b>Osvětlení a zásuvky</b>	
Ovládání stmívání svítidel	25 000
Spínání zásuvkových okruhů	16 000
<b>Stínění</b>	
Ovládání rolet nebo žaluzií	17 000
<b>Vytápění a klimatizace</b>	
Řízení teploty	2 000
Řízení klimatizace	4 000
Řízení vytápění - centrální	7 000
Řízení větrání	7 000
<b>Bezpečnost</b>	
Bezpečnostní systém	51 000
Přístupový systém	7 000
Kamerový systém	25 000
Video vrátný	26 000
<b>Monitorování</b>	
Monitorování prostředí (teplota, vlhkost, CO <sub>2</sub> )	10 000
Spotřeba elektrického proudu	5 000
Spotřeba vody	1 000
Povětrnostní podmínky	6 000
<b>Zábava</b>	
Audio zóna	29 000
Video zóna	37 000
Ovládání audio nebo video zařízení	5 000
Centrální úložiště	9 000
<b>Ostatní</b>	
Ovládání vstupní brány	1 000
Ovládání garážových vrat	3 000
Ovládání zavlažování	2 000
Ovládání bazénu	3 000
<b>Řídicí systém</b>	
Řídicí jednotka	56 000
<b>Práce</b>	
Konfigurace	12 000
Naprogramování	19 000
Instalace	10 000
Projektová dokumentace	11 000
<b>CELKEM</b>	<b>406 000,- Kč</b>

Tabulka 2: Ukázkový rozpočet inteligentní domácnosti<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Zpracováno dle: Náklady na rozsáhlou instalaci chytré domácnosti. *LETTON* [online]. 2014 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: [http://www.letton.cz/cena\\_velka.html](http://www.letton.cz/cena_velka.html)



## **8 Praktická část – vícekriteriální hodnocení**

Jak již bylo uvedeno v úvodu, tato část práce je věnována problému rozhodování o míře implementace jednotlivých technologických prvků inteligentního bydlení při stavbě či rozsáhlejší rekonstrukci vlastního domu.

### **8.1 Cíle**

Cíl výše zmíněného problému, jímž je finální realizace inteligentní domácnosti, lze sice jednoznačně určit, avšak tento cíl je natolik široký, že je vhodné jej rozdělit na jednotlivé dílčí cíle, které budou tento hlavní cíl naplňovat z různých oblastí zájmu. Z těchto dílčích cílů pak vyplyne výběr varianty, která bude tyto cíle v maximální možné míře naplňovat.

Dílčí cíle lze rozdělit dle oblastí zájmu na cíle ekonomické, technologické a cíle pro zvýšení komfortu, které se pak skládají z jednotlivých klíčových vlastností daných prvků. Jednotlivé dílčí cíle lze rozdělit vzhledem k požadovanému hlavnímu cíli takto:

- Globální cíl: inteligentní domácnost
  - Ekonomické cíle (snížení nákladů na domácnost)
  - Technologické cíle
    - Zvýšení zabezpečení domácnosti
    - Snížení výpadků dodávky energií
    - Možnost připojení dalších technologií (rozšiřitelnost)
  - Cíle pro zvýšení komfortu
    - Zlepšení tepelné pohody
    - Zlepšení světelné pohody
    - Sjednocení a zjednodušení ovládání jednotlivých prvků domácnosti
    - Možnost vzdáleného přístupu k ovládání domácnosti
    - Zvýšení komfortu domácí zábavy (možnost konzumace multimediálního obsahu ve všech místnostech)
    - Zlepšení efektivity obsluhy kuchyňských spotřebičů



## 8.2 Kritéria

### K<sub>1</sub> – Ekonomické kritérium

- Minimalizační kvantitativní kritérium, intervalová škála, v Kč

Kritérium hodnotí náklady a úspory technologií inteligentních domácností. V částce je zohledněna přibližná pořizovací hodnota technologií (plánovaná životnost se liší dle technologie) a úspory plynoucí z jejich nasazení. Částka je vyjádřena pomocí anuity (diskontní sazba 3%), od které se odčítají úspory energií, kde se předpokládá růst cen ve výši 2% ročně (viz Příloha B).

### K<sub>2</sub> – Úroveň zabezpečení domácnosti

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle množství instalovaných technologií pro zabezpečení domácnosti (alarm, pohybové snímače, infračervené závory, dveřní a okenní kontakty, protipožární detektory, únikové detektory, otřesové detektory, kamerový systém, napojení na PCO, přístupový systém).

### K<sub>3</sub> – Úroveň záložních zdrojů při výpadku energií

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle použitých záložních zdrojů pro případ výpadku energií (UPS, záložní agregát, sluneční kolektory).

### K<sub>4</sub> – Rozšiřitelnost inteligentních systémů

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant určuje použitá technologie pro integraci prvků inteligentní domácnosti s ohledem na její budoucí rozšiřitelnost (typ elektroinstalace, použití standardních komunikačních protokolů - KNX, DALI apod.).

### K<sub>5</sub> – Komfort řízení teploty

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle množství instalovaných technologií a úrovně komfortu z pohledu řízení teploty v rámci domácnosti (individuální řízení teploty v místnostech, automatizace stínící techniky, větrání).



#### **K<sub>6</sub> – Komfort řízení osvětlení**

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle úrovně komfortu z pohledu řízení osvětlení v rámci domácnosti (centrální řízení osvětlení, vytváření světelných scén, automatické ovládání osvětlení v závislosti na pohybu osob).

#### **K<sub>7</sub> – Úroveň ovládacího centra domácnosti**

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant určuje úroveň ovládacího centra z hlediska komfortu pro uživatele (sjednocení ovládání všech prvků, ovládání dotykovými panely, bezdrátovými panely, mobilními zařízeními).

#### **K<sub>8</sub> – Možnost vzdáleného přístupu k domácnosti**

- Maximalizační kvantitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Kritérium zohledňuje možnost vzdáleného přístupu k domácnosti přes internet z webového rozhraní nebo pomocí mobilní aplikace.

#### **K<sub>9</sub> – Úroveň integrace a možnosti prvků domácí zábavy**

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle úrovně integrace domácí zábavy do systému inteligentní domácnosti (multiroom audio, multiroom video, centrální datové úložiště, domácí kino).

#### **K<sub>10</sub> – Úroveň integrace a možnosti kuchyňských spotřebičů**

- Maximalizační kvalitativní kritérium, ordinální (pořadová) škála

Pořadí variant je určeno dle úrovně integrace kuchyňských spotřebičů do systému inteligentní domácnosti (automatické řízení spotřebičů, individuální nastavení výšky pracovní desky).



## 8.3 Varianty

### Varianta A

Jedná se o nulovou variantu, kdy je domácnost řešena standardní elektroinstalací a nevyskytují se v ní žádné prvky inteligentní domácnosti. Jednotlivé prvky, jako řízení vytápění, klimatizace a osvětlení, jsou řešeny nezávisle na sobě.

### Varianta B

Tato varianta obsahuje pouze přípravu v podobě systémové elektroinstalace, která je základem pro případné budoucí nasazení inteligentních technologií do domácnosti. Domácnost bude fungovat stejně jako s konvenční elektroinstalací, ale v případě budoucí realizace inteligentní domácnosti již nebude nutné natahovat novou kabeláž, což se většinou neobejde bez zásadních stavebních zásahů.

### Varianta C

V této variantě inteligentní domácnosti jsou uvažovány kromě systémové elektroinstalace ještě následující funkce:

- lokální řízení vytápění a klimatizace,
- řízení žaluzií a další stínící techniky,
- zabezpečení domácnosti,
- centrální ovládání domácnosti.

Vytápění je regulováno pomocí termostatů pro jednotlivé tepelné okruhy, které řídí přímo jednotlivá tepelná tělesa za pomoci elektricky ovládaných ventilů (termohlavice). Samostatně je k systému připojeno také podlahové topení (teplovodní nebo elektrické).

Žaluzie je možno ovládat jednotlivě nebo po skupinách, například dle světových stran nebo místností.

Zabezpečení domácnosti je řešeno pomocí standardního zabezpečovacího systému s pohybovými čidly, alarmem a připojením na pult centrální ochrany.





### **Varianta D**

V této variantě inteligentní domácnosti jsou uvažovány kromě systémové elektroinstalace ještě následující funkce:

- spínání osvětlení,
- detekce přítomnosti a pohybu ve vnitřních prostorech,
- stmívatelnost osvětlení,
- řízení žaluzií a další stínící techniky,
- zabezpečení domácnosti,
- centrální ovládání domácnosti.

Vnitřní osvětlení má pro každou místnost jeden nebo dva spínané okruhy, které je možné ovládat nástěnnými přepínači i dálkově. V domácnosti je možné nastavovat světelné scény, anebo při odchodu vypnout jediným tlačítkem veškeré osvětlení.

Žaluzie je možno ovládat jednotlivě nebo po skupinách, například dle světových stran nebo místností.

Zabezpečení domácnosti je řešeno pomocí standardního zabezpečovacího systému s pohybovými čidly, alarmem a připojením na pult centrální ochrany.

### **Varianta E**

V této variantě jsou uvažovány veškeré technologie z varianty C a D, navíc je zde realizováno vyšší zabezpečení domácnosti v podobě infračervených závor, různých čidel a požárních nebo únikových detektorů. V rámci domácnosti je také realizováno multiroom audio, které přináší možnost poslouchat hudbu ve všech místnostech.

### **Varianta F**

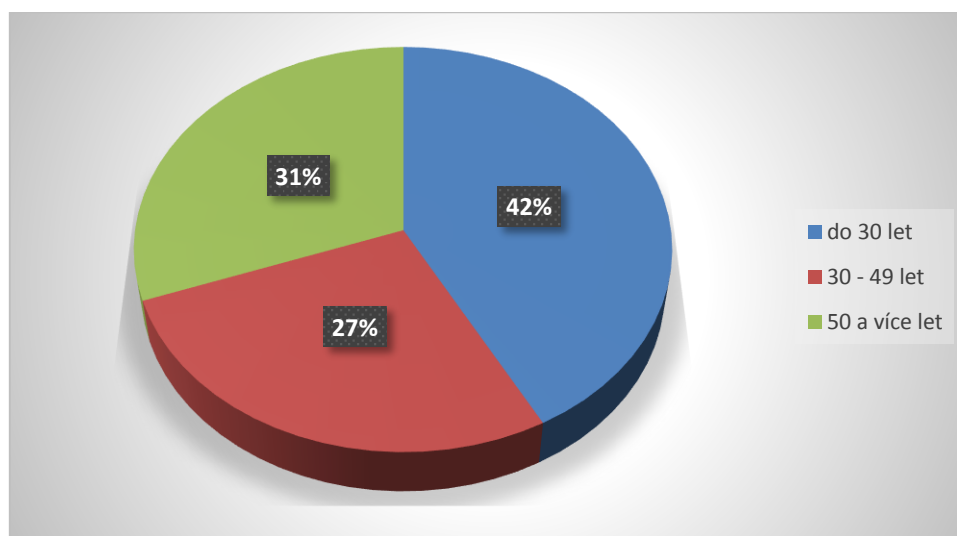
Varianta inteligentní domácnosti s nejvyšší výbavou vylepšuje předchozí varianty o vyšší zabezpečení domácnosti pomocí kamerového systému. Do systému regulace teploty je integrováno automatické řízení větrání a vedle rozvodu audio signálu je v domácnosti realizován také rozvod video signálu do všech místností.



## 8.4 Dotazníkové šetření

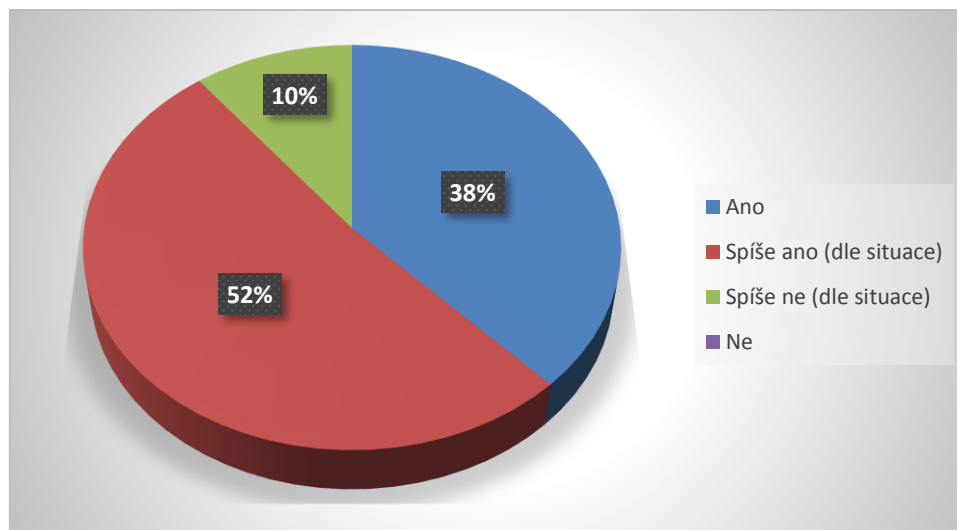
Pro další část práce bylo potřebné určit váhy kritérií, proto byl vytvořen dotazník (viz Příloha A), ve kterém se kromě rozdělení důležitosti kritérií zjišťoval také vztah respondentů k technologiím inteligentních domácností a moderním technologiím obecně.

Celkem se dotazníkového šetření zúčastnilo 95 osob, z toho bylo 40 ve věku do 30 let, 26 ve věku 30-49 let a 29 starších 50 let.



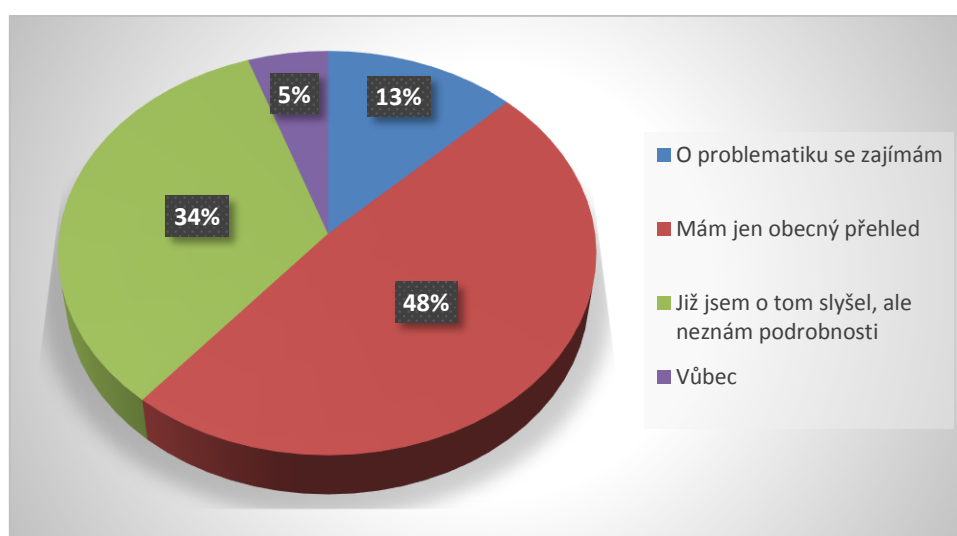
Graf 2: Věkové složení respondentů

V první otázce byl zjišťován vztah respondentů k moderním technologiím. Pouze 10% respondentů se vyjádřilo, že spíše nejsou zastánci moderních technologií. Více jak polovina respondentů odpověděla, že zastánci spíše jsou, ale záleží na situaci, a 38% respondentů uvedlo, že patří mezi zastánce.



Graf 3: Jste zastánci modernizace a moderních technologií?

Dále se zjišťovala informovanost respondentů ohledně technologií inteligentních domácností. Více jak polovina respondentů má alespoň obecný přehled v této problematice a 13% se dokonce o tuto problematiku zajímá. Pouze 5% odpovědělo, že nemají o inteligentních domácnostech žádné informace. Respondentům, kteří v této části odpověděli, že mají v problematice inteligentních domácností pouze obecný přehled, neznají podrobnosti nebo nejsou vůbec informováni, se v další části dotazníku nabídlo video<sup>25</sup> od společnosti Insight Home, a.s. se základními informacemi.

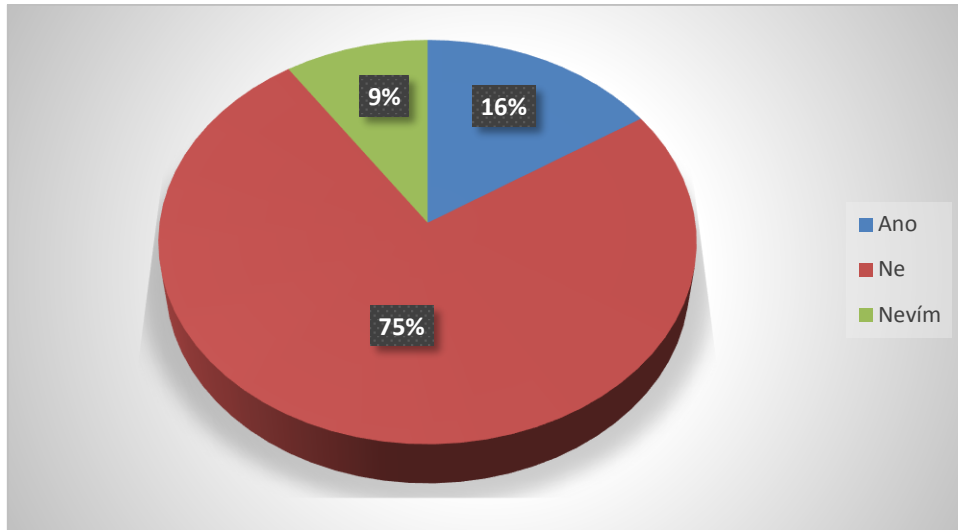


Graf 4: Do jaké míry jste informováni o problematice inteligentních domácností?

<sup>25</sup> INSIGHT HOME, a.s. *Insight Home představuje inHome řešení pro inteligentní dům a byt*. 2011. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=Pa\\_eFU-CBiA](https://www.youtube.com/watch?v=Pa_eFU-CBiA)

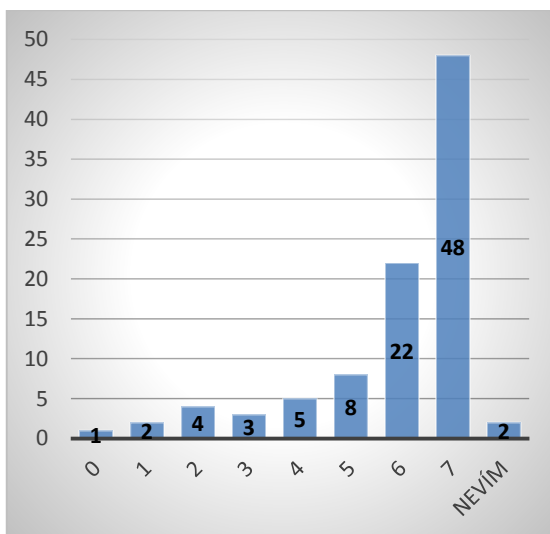


Třetí otázka dotazníku měla za úkol zjistit, jaká část respondentů již v domě nebo bytě s inteligentními technologiemi bydlí. Dle předpokladu většina dotazovaných uvedla, že bydlí v tradiční domácnosti, a pouze 16%, že bydlí v inteligentní domácnosti.

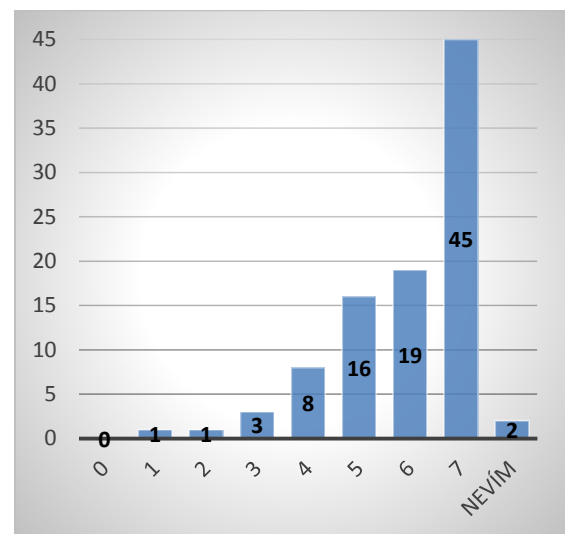


Graf 5: Bydlíte v domě/bytě s prvky inteligentní domácnosti?

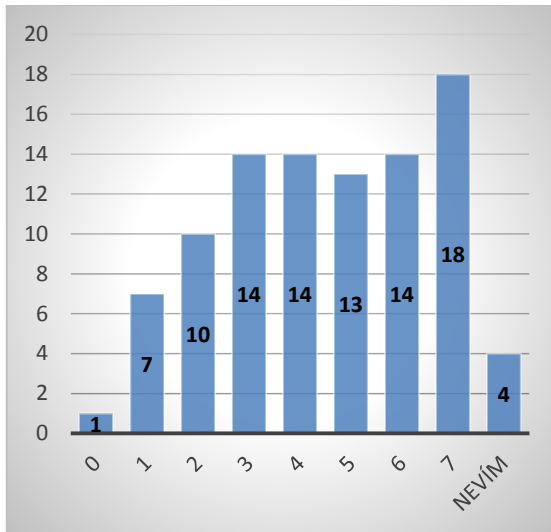
Druhá část dotazníku byla již věnována určování důležitosti jednotlivých kritérií, která se následně využijí ve vícekriteriálním hodnocení variant inteligentních domácností. Jako dvě nejdůležitější kritéria vnímají respondenti snížení nákladů na domácnost a zvýšení zabezpečení domácnosti.



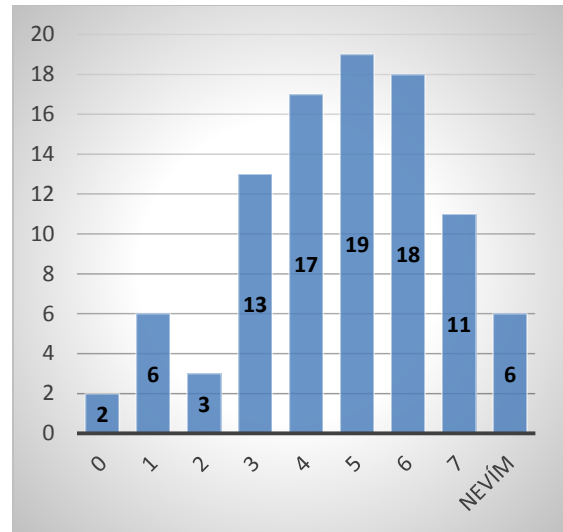
Graf 6: Důležitost snížení nákladů



Graf 7: Důležitost zvýšení zabezpečení

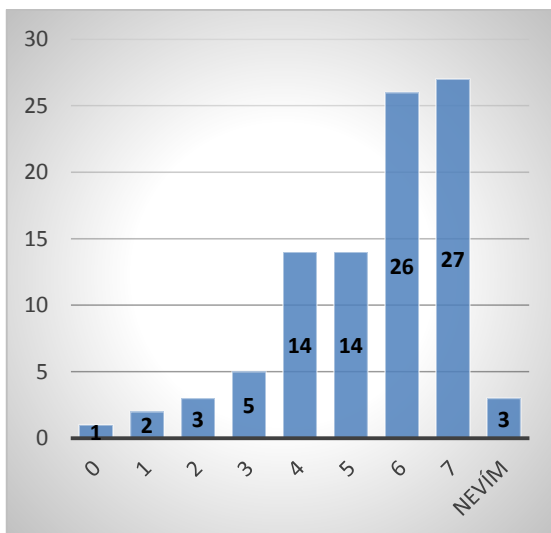


Graf 8: Důležitost snížení výpadků dodávky energií

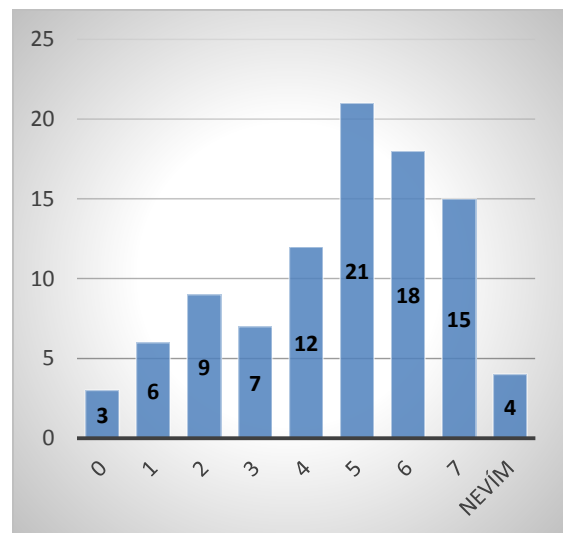


Graf 9: Důležitost rozšiřitelnosti

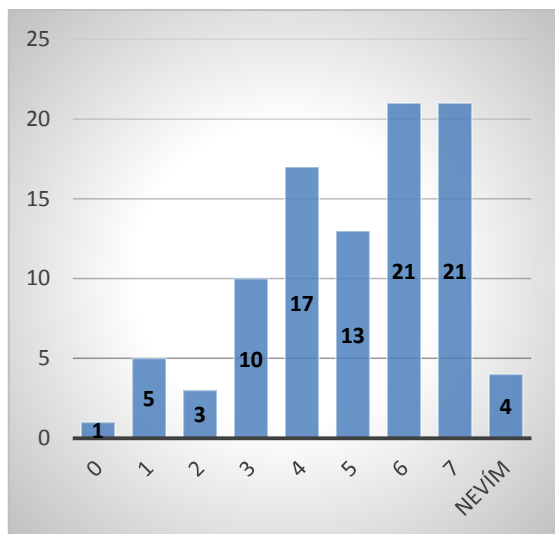
Jako další dle pořadí důležitosti považuje většina respondentů zlepšení tepelné pohody při automatickém řízení teploty v jednotlivých místnostech domácnosti. Naopak možnosti budoucí rozšiřitelnosti a zlepšení světelné pohody nejsou vnímány tak důležitě.



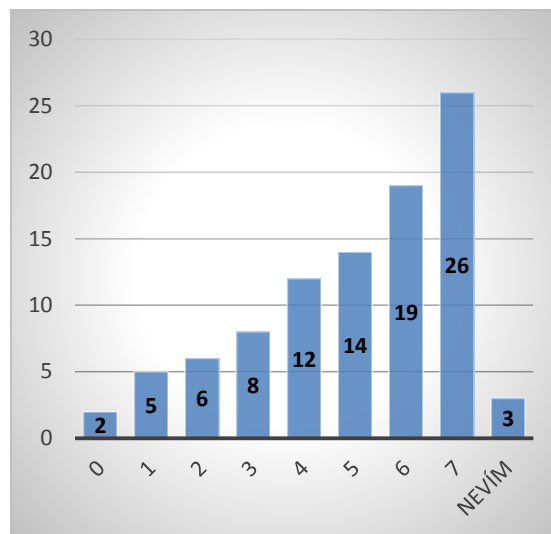
Graf 10: Důležitost zlepšení tepelné pohody



Graf 11: Důležitost zlepšení světelné pohody

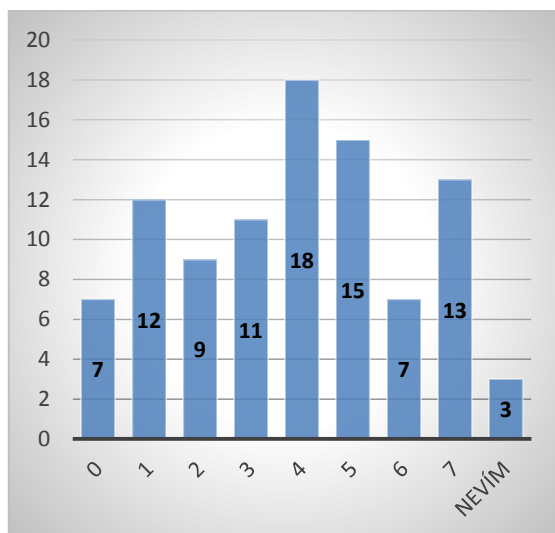


Graf 12: Důležitost sjednocení ovládání

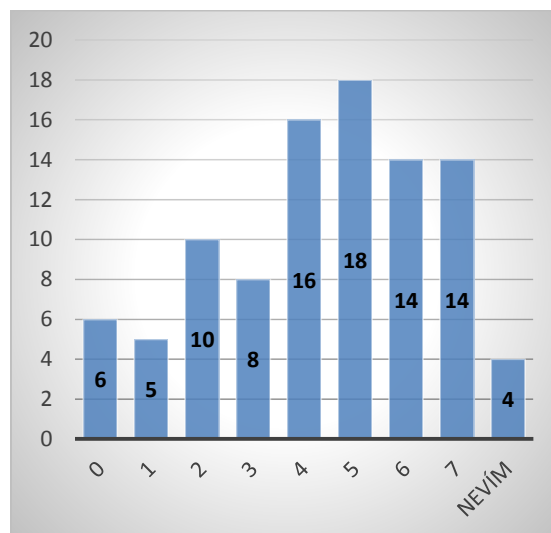


Graf 13: Důležitost možnosti vzdáleného přístupu k ovládání

Možnost vzdáleného přístupu k ovládání domácnosti je dle respondentů čtvrté nejdůležitější kritérium, naopak zvýšení komfortu domácí zábavy v podobě rozvodu audio a video signálu po domácnosti a zlepšení efektivity obsluhy kuchyňských spotřebičů vnímají jako nejméně důležitá kritéria.



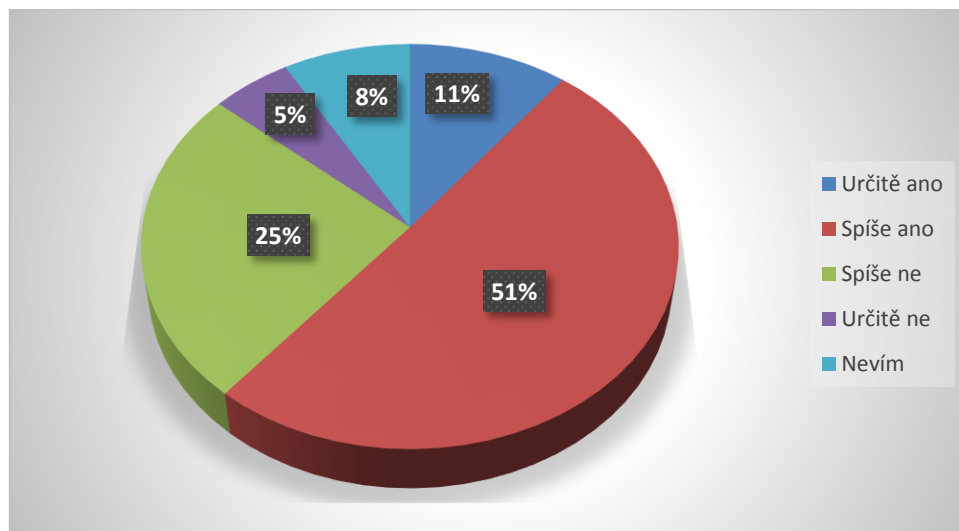
Graf 14: Důležitost zvýšení komfortu domácí zábavy



Graf 15: Důležitost zlepšení efektivity obsluhy kuchyňských spotřebičů



Poslední uzavřená otázka měla za cíl zjistit, zda by byli respondenti ochotni investovat do technologií inteligentní domácnosti částku, která odpovídá přibližně 10% z ceny nemovitosti (hodnota nejčastějších instalací). Z výsledků lze vyčíst, že více jak polovina respondentů by byla ochotna takovou částku do technologií inteligentní domácnosti investovat.



Graf 16: Byli byste ochotni investovat 10% do technologií pro inteligentní domácnost?

V poslední části dotazníku se bylo možné v rámci otevřené otázky vyjádřit, co dalšího by dotazovaní očekávali od inteligentní domácnosti. Zde je uvedeno několik názorů:

- „Čekal bych, aby se většina prvků ovládala hlasem podobně jako Xbox One, Siri u Apple a nebo Google.“
- „Inteligenci - učit se z chování a chytrě optimalizovat a automatizovat (princiálně jako Nest).“
- „Například posouzení stavu a množství potravin v ledničce plus online nákup.“
- „Soudím, že současný stav nabídky inteligentních domácností je pro většinu spíš nedostupný, a proto neočekávám prudký nárůst dalších novinek. Spíš očekávám, že v krátké době budou pořizovací náklady v možnostech i většiny populace. Současně však musí být nabízené spotřebiče pro domácnost ve větší míře uzpůsobeny požadavkům inteligentních domácností.“



## 8.5 Váhy kritérií

Pro výpočet vah kritérií byla využita získaná data z dotazníkového šetření, kdy dotazovaní pomocí bodovací metody hodnotili důležitost jednotlivých kritérií. U každého jednotlivého respondenta byla vypočítána váha pro každé z kritérií a výsledná váha byla určena jako aritmetický průměr.

Název	Kritéria			Varianty					
	Typ	Stup.	Váha	A	B	C	D	E	F
K <sub>1</sub>	min	int.	<b>0,1364</b>	6500	9800	17100	24200	27700	50200
K <sub>2</sub>	max	poř.	<b>0,1341</b>	1	1	2	2	3	4
K <sub>3</sub>	max	poř.	<b>0,0867</b>	1	1	2	2	2	2
K <sub>4</sub>	max	poř.	<b>0,0826</b>	1	2	2	3	3	3
K <sub>5</sub>	max	poř.	<b>0,1184</b>	1	1	3	2	3	4
K <sub>6</sub>	max	poř.	<b>0,0893</b>	1	2	2	3	3	3
K <sub>7</sub>	max	poř.	<b>0,1005</b>	1	1	2	2	3	3
K <sub>8</sub>	max	poř.	<b>0,1036</b>	1	1	2	2	2	2
K <sub>9</sub>	max	poř.	<b>0,0674</b>	1	1	1	1	2	3
K <sub>10</sub>	max	poř.	<b>0,0809</b>	1	2	2	2	2	2

Tabulka 3: Varianty rozhodování a jejich kritériální parametry

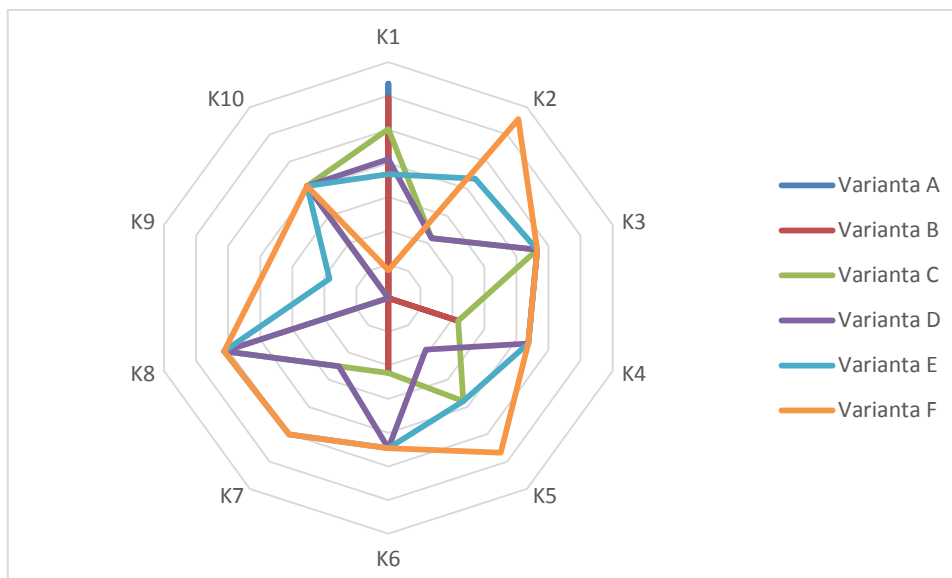
## 8.6 Metody vícekritériálního hodnocení

Pro vícekritériální hodnocení výše uvedených variant bylo použito několik metod (v této práci se nenachází popis jednotlivých metod, který lze ale najít například v práci Ladislava Chluma<sup>26</sup>).

Nejdříve bylo ověřeno, zda není některá z variant ideální – dominuje všem ostatním variantám, protože pak by následné srovnávání postrádalo smysl. K tomu byly použity vážené normované hodnoty kritérií, které byly pro názornost vyneseny do následujícího grafu (Graf 17). Z něj je také vidět, že žádná varianta není ideální.

<sup>26</sup> CHLUM, Ladislav. Programové nástroje pro analýzu diskretních problémů teorie rozhodování [online]. 2007 [cit. 2015-04-07]. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Jana Kalčevová. Dostupné z: <http://isis.vse.cz/zp/51927/podrobnosti>. Strana 16-38.





Graf 17: Pavučinový diagram vážených normovaných hodnot kritérií

Pro hodnocení variant dle různých metod bylo vyzkoušeno několik různých programů – MS Excel, rozšíření Sanna 2014<sup>27</sup>, SYMCA<sup>28</sup>, MyChoice Beta<sup>29</sup>, MCA8<sup>30</sup>, MCDA-ULaval<sup>31</sup> a Visual PROMETHEE<sup>32</sup>.

Nejvíce výsledků bylo získáno pomocí rozšíření Excelu Sanna 2014 a také programem MCA8, který ale bohužel neumožňuje zobrazení mezivýsledků, ale naopak přehledně zobrazí všechny výsledky včetně pořadí dle jednotlivých metod. Některé z uvedených programů používaly shodné metody, při porovnání však nedocházelo k rozdílným výsledkům, objevily se pouze drobné odchylky způsobené pravděpodobně rozdílným zaokrouhlováním při výpočtu.

Za každým názvem metody je uveden program, pomocí kterého byly hodnoty a pořadí určeny.

<sup>27</sup> SANNA. JABLONSKÝ, Josef. *JJ`s Page* [online]. Dostupné z: <https://webhosting.vse.cz/jablon/>

<sup>28</sup> VALTA, Oldřich. *SYMCA - systém pro vícekriteriální analýzu (úprava pro Windows)* [online]. 2008. Dostupné z: <http://theses.cz/id/jfguli/>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Jan Fábry.

<sup>29</sup> Software MyChoice: Vícekriteriální manažerské rozhodování. *Jan Dobeš Software* [online]. Dostupné z: <http://www.dobesoft.cz/web.php?id=4>

<sup>30</sup> Software. *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava: Katedra elektroenergetiky* [online]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat410/>

<sup>31</sup> MCDA-ULaval. *Université Laval* [online]. Dostupné z: <http://cersvr1.fsa.ulaval.ca/mcda/?q=en>

<sup>32</sup> Visual PROMETHEE. *PROMETHEE Methods* [online]. Dostupné z: <http://www.promethee-gaia.net/academic-edition.html>



## Metoda váženého součtu pořadí (MS Excel)

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
<b>Váha</b>	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		<b>Pořadí</b>
<b>Varianta A</b>	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
<b>Varianta B</b>	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
<b>Varianta C</b>	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
<b>Varianta D</b>	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
<b>Varianta E</b>	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
<b>Varianta F</b>	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

Tabulka 4: Vícekriteriální hodnocení metodou váženého součtu pořadí

Metoda váženého součtu pořadí byla použita také pro jiné váhy kritérií, získané z dotazníku při selekci pouze určitých skupin respondentů dle věku nebo dle jejich vztahu k moderním technologiím. V následující tabulce jsou uvedeny pouze výsledky, ale jak je vidět, pořadí variant (tučně) se v žádném z případů neliší.

	Věk						Jste zastánci moderních technologií?					
	do 30 let		30-49 let		50+ let		Spíše ne		Spíše ano		Ano	
<b>Varianta A</b>	4,943	<b>6</b>	4,940	<b>6</b>	4,943	<b>6</b>	4,872	<b>6</b>	4,935	<b>6</b>	4,972	<b>6</b>
<b>Varianta B</b>	4,813	<b>5</b>	4,792	<b>5</b>	4,804	<b>5</b>	4,800	<b>5</b>	4,799	<b>5</b>	4,814	<b>5</b>
<b>Varianta C</b>	3,300	<b>4</b>	3,309	<b>4</b>	3,276	<b>4</b>	3,248	<b>4</b>	3,287	<b>4</b>	3,321	<b>4</b>
<b>Varianta D</b>	3,163	<b>3</b>	3,137	<b>3</b>	3,148	<b>3</b>	3,193	<b>3</b>	3,152	<b>3</b>	3,138	<b>3</b>
<b>Varianta E</b>	2,518	<b>2</b>	2,529	<b>2</b>	2,539	<b>2</b>	2,572	<b>2</b>	2,537	<b>2</b>	2,501	<b>2</b>
<b>Varianta F</b>	2,264	<b>1</b>	2,293	<b>1</b>	2,289	<b>1</b>	2,314	<b>1</b>	2,290	<b>1</b>	2,255	<b>1</b>

Tabulka 5: Vícekriteriální hodnocení metodou váženého součtu pořadí pro různé skupiny


**Metoda ORESTE (Sanna 2014, SYMCA)**

- Vložené prahy:  $\alpha = 0,1$ ;  $\beta = 0,02$ ;  $\gamma = 2,25$

Varianta	A	B	C	D	E	F
A			<	<	<	<
B			<	<	<	<
C	>	>				
D	>	>			<	<
E	>	>		>		
F	>	>		>		

Tabulka 6: Vícekriteriální hodnocení metodou ORESTE

Varianta	Součty	Pořadí
Varianta A	352	6
Varianta B	347,5	5
Varianta C	285,5	3
Varianta D	291	4
Varianta E	276	1
Varianta F	278	2

Tabulka 7: Vícekriteriální hodnocení metodou ORESTE (uspořádání variant)

Podobně jako u předchozí metody, i zde a u následujících metod, je provedeno srovnání pořadí pro jednotlivé skupiny respondentů.

	Věk			Jste zastánci moderních technologií?		
	Do 30 let	30-49 let	50+ let	Spíše ne	Spíše ano	Ano
A	6	6	6	6	6	6
B	5	5	5	5	5	5
C	3	3	3	3	3	3
D	4	4	4	4	4	4
E	1	1	1	1	1	1
F	2	2	2	2	2	2

Tabulka 8: Pořadí variant určené metodou ORESTE pro různé skupiny


**Metoda MAPPAC (Sanna 2014)**

Varianta	A	B	C	D	E	F
A	0	0,4170	0,0897	0,1100	0,0966	0,1273
B	0,5830	0	0,1345	0,1082	0,0957	0,1304
C	0,9104	0,8655	0	0,5146	0,2166	0,2005
D	0,8900	0,8918	0,4854	0	0,2423	0,2753
E	0,9034	0,9043	0,7834	0,7577	0	0,3489
F	0,8728	0,8696	0,7995	0,7247	0,6511	0

Tabulka 9: Vícekriteriální hodnocení variant metodou MAPPAC

Varianta	Shora	Zdola	Pořadí
Varianta A	6	6	6
Varianta B	5	5	5
Varianta C	3	4	3
Varianta D	4	3	3
Varianta E	2	2	2
Varianta F	1	1	1

Tabulka 10: Vícekriteriální hodnocení variant metodou MAPPAC (seřazení variant)

	Věk			Jste zastánci moderních technologií?		
	Do 30 let	30-49 let	50+ let	Spíše ne	Spíše ano	Ano
A	6	6	6	6	6	6
B	5	5	5	5	5	5
C	3	3	3	3	3	4
D	3	3	3	3	3	3
E	2	2	2	2	2	2
F	1	1	1	1	1	1

Tabulka 11: Pořadí variant určené metodou MAPPAC pro různé skupiny


**Metoda ELECTRE III (Sanna 2014, SYMCA, MCDA-ULaval)**

Varianta	A	B	C	D	E	F
A	0	0,1273	0,1273	0,1273	0,1273	0,1273
B	0,1765	0	0,1273	0,1273	0,1273	0,1273
C	0,7992	0,6227	0	0,2408	0,1273	0,1273
D	0,7992	0,7992	0,1765	0	0,1273	0,1273
E	0,8728	0,8728	0,4816	0,4185	0	0,1273
F	0,8728	0,8728	0,5951	0,4185	0,3184	0

Tabulka 12: Vícekriteriální hodnocení variant metodou ELECTRE III

Varianta	Indiferenční třída (pořadí)
Varianta A	6
Varianta B	5
Varianta C	4
Varianta D	3
Varianta E	2
Varianta F	1

Tabulka 13: Vícekriteriální hodnocení variant metodou ELECTRE III (pořadí)

	Věk			Jste zastánci moderních technologií?		
	Do 30 let	30-49 let	50+ let	Spíše ne	Spíše ano	Ano
A	6	6	6	6	6	6
B	5	5	5	5	5	5
C	4	4	4	4	4	4
D	3	3	3	3	3	3
E	2	2	2	2	2	2
F	1	1	1	1	1	1

Tabulka 14: Pořadí variant určené metodou ELECTRE III pro různé skupiny



### Metoda AGREPREF (MCA8)

- Parametry metody: alfa = 0,6; beta = 0,2

Varianta	Ohodnocení	Pořadí
Varianta A	-4	5
Varianta B	-4	5
Varianta C	0	3
Varianta D	0	3
Varianta E	3	2
Varianta F	5	1

Tabulka 15: Vícekriteriální hodnocení variant metodou AGREPREF

	Věk			Jste zastánci moderních technologií?		
	Do 30 let	30-49 let	50+ let	Spíše ne	Spíše ano	Ano
A	5	5	5	5	5	5
B	5	5	5	5	5	5
C	3	4	3	3	3	3
D	3	3	3	3	3	3
E	2	2	2	2	2	2
F	1	1	1	1	1	1

Tabulka 16: Pořadí variant určené metodou AGREPREF pro různé skupiny

### Metody PROMETHEE (MCA8, Visual PROMETHEE)

- Typ preferenční funkce: K<sub>1</sub> – Linear (5); K<sub>2</sub>-K<sub>10</sub> – Level (4)

Varianta	PROMETHEE (MCA8)		PROMETHEE V	
	Ohodnocení	Pořadí	Ohodnocení	Pořadí
Varianta A	-0,249	6	-0,5679	6
Varianta B	-0,247	5	-0,4620	5
Varianta C	0,054	4	0,0764	4
Varianta D	0,057	3	0,1483	3
Varianta E	0,156	2	0,3259	2
Varianta F	0,229	1	0,4794	1

Tabulka 17: Vícekriteriální hodnocení variant pomocí metod PROMETHEE

	Věk			Jste zastánci moderních technologií?		
	Do 30 let	30-49 let	50+ let	Spíše ne	Spíše ano	Ano
A	6	6	6	5	6	6
B	5	5	5	6	5	5
C	4	4	3	3	4	4
D	3	3	4	4	3	3
E	2	2	2	2	2	2
F	1	1	1	1	1	1

Tabulka 18: Pořadí variant určené metodou PROMETHEE pro různé skupiny



Zde je uvedeno ještě několik výsledků pomocí dalších metod, které však nejsou v tomto konkrétním případě příliš vhodné, protože většina kritérií je kvalitativních.

#### Metoda globálního kritéria - normované veličiny (MS Excel)

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>		
<b>MAXIMUM</b>	50200	4	2	3	4	3	3	2	3	2		
<b>Typ</b>	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
<b>Váha</b>	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		<b>Pořadí</b>
<b>Varianta A</b>	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,127	<b>6</b>
<b>Varianta B</b>	0,934	0,000	0,000	0,500	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,207	<b>5</b>
<b>Varianta C</b>	0,789	0,333	1,000	0,500	0,667	0,500	0,500	1,000	0,000	1,000	0,636	<b>4</b>
<b>Varianta D</b>	0,647	0,333	1,000	1,000	0,333	1,000	0,500	1,000	0,000	1,000	0,668	<b>3</b>
<b>Varianta E</b>	0,578	0,667	1,000	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	0,828	<b>2</b>
<b>Varianta F</b>	0,129	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,889	<b>1</b>

Tabulka 19: Vícekriteriální hodnocení metodou globálního kritéria

#### Metoda cílového programování (vážené relativní odchylky) - rektilineární metrika (MS Excel)

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>		
<b>OPTIMAL</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<b>Typ</b>	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
<b>Váha</b>	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		<b>Pořadí</b>
<b>Varianta A</b>	0,000	0,131	0,093	0,087	0,114	0,089	0,100	0,103	0,074	0,082	0,873	<b>6</b>
<b>Varianta B</b>	0,008	0,131	0,093	0,044	0,114	0,045	0,100	0,103	0,074	0,082	0,793	<b>5</b>
<b>Varianta C</b>	0,027	0,088	0,000	0,044	0,038	0,045	0,050	0,000	0,074	0,000	0,364	<b>4</b>
<b>Varianta D</b>	0,045	0,088	0,000	0,000	0,076	0,000	0,050	0,000	0,074	0,000	0,332	<b>3</b>
<b>Varianta E</b>	0,054	0,044	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,037	0,000	0,172	<b>2</b>
<b>Varianta F</b>	0,111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111	<b>1</b>

Tabulka 20: Vícekriteriální hodnocení metodou cílového programování - rektilineární metrika



### Metoda cílového programování (vážené relativní odchylky) - Čebyševská metrika (MS Excel)

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>		
<b>OPTIMAL</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<b>Typ</b>	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
<b>Váha</b>	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		<b>Pořadí</b>
<b>Varianta A</b>	0,000	0,131	0,093	0,087	0,114	0,089	0,100	0,103	0,074	0,082	0,131	<b>5,5</b>
<b>Varianta B</b>	0,008	0,131	0,093	0,044	0,114	0,045	0,100	0,103	0,074	0,082	0,131	<b>5,5</b>
<b>Varianta C</b>	0,027	0,088	0,000	0,044	0,038	0,045	0,050	0,000	0,074	0,000	0,088	<b>2,5</b>
<b>Varianta D</b>	0,045	0,088	0,000	0,000	0,076	0,000	0,050	0,000	0,074	0,000	0,088	<b>2,5</b>
<b>Varianta E</b>	0,054	0,044	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,037	0,000	0,054	<b>1</b>
<b>Varianta F</b>	0,111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111	<b>4</b>

Tabulka 21: Vícekriteriální hodnocení metodou cílového programování - Čebyševská metrika

### Metoda TOPSIS (MS Excel)

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>				
<b>POMOC</b>	90705	5,916	4,243	6,000	6,325	6,000	5,292	4,243	4,123	4,243				
<b>Typ</b>	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX				
<b>Váha</b>	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822	d+	d-		<b>Pořadí</b>
<b>Varianta A</b>	0,070	0,022	0,022	0,015	0,018	0,015	0,019	0,024	0,018	0,019	0,115	0,061	0,348	<b>6</b>
<b>Varianta B</b>	0,066	0,022	0,022	0,029	0,018	0,030	0,019	0,024	0,018	0,019	0,109	0,060	0,356	<b>5</b>
<b>Varianta C</b>	0,056	0,044	0,044	0,029	0,054	0,030	0,038	0,048	0,018	0,039	0,068	0,079	0,537	<b>3</b>
<b>Varianta D</b>	0,046	0,044	0,044	0,044	0,036	0,045	0,038	0,048	0,018	0,039	0,074	0,075	0,504	<b>4</b>
<b>Varianta E</b>	0,041	0,067	0,044	0,044	0,054	0,045	0,057	0,048	0,036	0,039	0,045	0,096	0,681	<b>1</b>
<b>Varianta F</b>	0,009	0,089	0,044	0,044	0,072	0,045	0,057	0,048	0,054	0,039	0,061	0,115	0,652	<b>2</b>
<b>H = max</b>	0,070	0,089	0,044	0,044	0,072	0,045	0,057	0,048	0,054	0,039				
<b>D = min</b>	0,009	0,022	0,022	0,015	0,018	0,015	0,019	0,024	0,018	0,019				

Tabulka 22: Vícekriteriální hodnocení metodou TOPSIS





## 8.7 Shrnutí a citlivostní analýzy

V následující tabulce se nachází přehled pořadí dle použitých metod. Je patrné, že dle většiny metod je celkově nejvýhodnější varianta F s maximální výbavou. Pouze metoda ORESTE hodnotí variantu E jako mírně lepší.

Metody/ Varianty	VSP	ORESTE	MAPPAC	ELECTRE III	AGREPREF	PROMETHEE
<b>A</b>	6	6	6	6	5	6
<b>B</b>	5	5	5	5	5	5
<b>C</b>	4	3	3	4	3	4
<b>D</b>	3	4	3	3	3	3
<b>E</b>	2	1	2	2	2	2
<b>F</b>	1	2	1	1	1	1

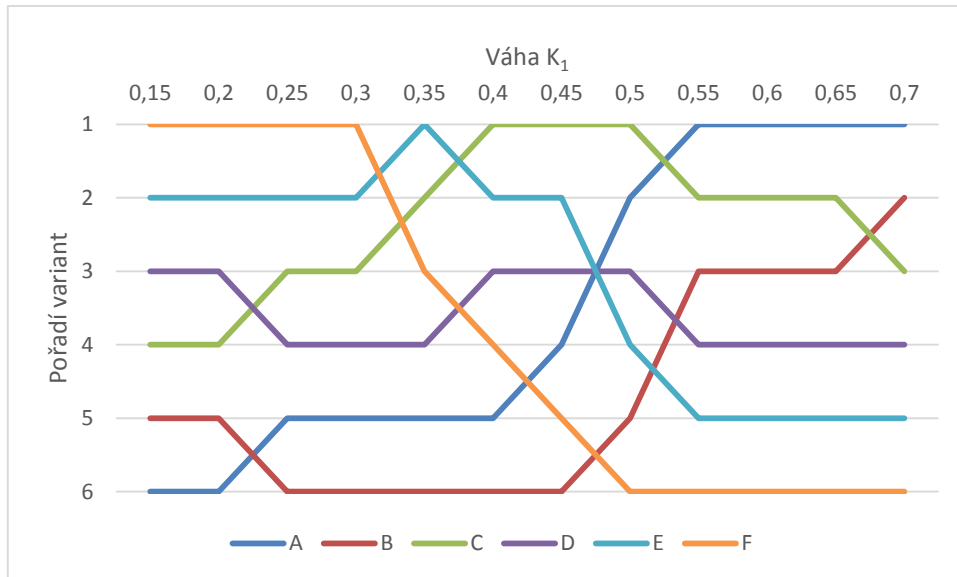
Tabulka 23: Shrnutí pořadí variant dle jednotlivých metod

Jelikož rozdíl pořadí variant pro různé skupiny respondentů z dotazníku byl minimální, byly provedeny ještě citlivostní analýzy, kde byl zjišťován vliv vah kritérií na celkové pořadí variant dle jednotlivých metod.

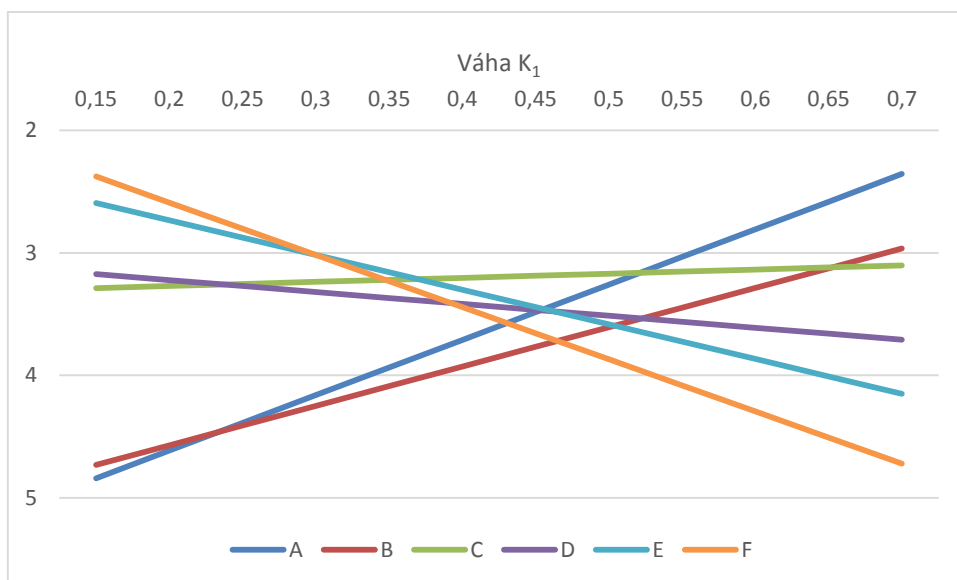
Byla provedena analýza pro tři nejdůležitější kritéria dle metody váženého součtu pořadí, ale u dvou z nich (kvalitativních kritérií  $K_2$  a  $K_5$ ) nedošlo k žádné změně pořadí, proto zde neuvádím podrobné výsledky (lze ověřit na listu CA2 v přiloženém Excel sešitu).

Byla tedy provedena citlivostní analýza na váhu kritéria  $K_1$  metodou váženého součtu pořadí a následně zjišťována váha kritéria  $K_1$ , pro ohodnocení jednotlivých variant jako nejlepších (při zachování stejného poměru ostatních vah kritérií).

V následujícím grafu je znázorněno pořadí variant dle změny váhy kritéria  $K_1$  při použití metody váženého součtu pořadí. Při váze menší než 0,15 nebo větší než 0,7 se již pořadí nemění, což dokládá i graf 19, na kterém jsou vyneseny jednotlivé hodnoty variant.



Graf 18: Pořadí variant podle váhy kritéria K<sub>1</sub> (VSP)



Graf 19: Hodnota variant dle metody VSP při změně váhy kritéria K<sub>1</sub>

V následujících tabulkách je uvedeno, jakou váhu musí mít minimálně kritérium K<sub>1</sub>, aby došlo ke změně pořadí variant a jako nejlepší byla ohodnocena daná varianta. Varianty D a B nemohou být změnou kritéria K<sub>1</sub> nikdy ohodnoceny jako nejlepší.


**Varianta E**

Krit.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
Váha	<b>0,302</b>	0,105	0,074	0,069	0,090	0,071	0,080	0,082	0,058	0,065

Tabulka 24: Váhy kritérií při výběru varianty E dle metody VSP

Varianta	Ohodnocení	Pořadí
Varianta A	4,153	5
Varianta B	4,243	6
Varianta C	3,236	3
Varianta D	3,321	4
Varianta E	3,022	1
Varianta F	3,024	2

Tabulka 25: Pořadí variant při použití vah z tabulky 24

**Varianta C**

Krit.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
Váha	<b>0,370</b>	0,094	0,067	0,063	0,081	0,064	0,072	0,074	0,053	0,059

Tabulka 26: Váhy kritérií při výběru varianty C dle metody VSP

Varianta	Ohodnocení	Pořadí
Varianta A	3,846	5
Varianta B	4,024	6
Varianta C	3,213	1
Varianta D	3,387	4
Varianta E	3,215	2
Varianta F	3,314	3

Tabulka 27: Pořadí variant při použití vah z tabulky 26

**Varianta A**

Krit.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
Váha	<b>0,522</b>	0,072	0,051	0,048	0,062	0,049	0,055	0,056	0,040	0,045

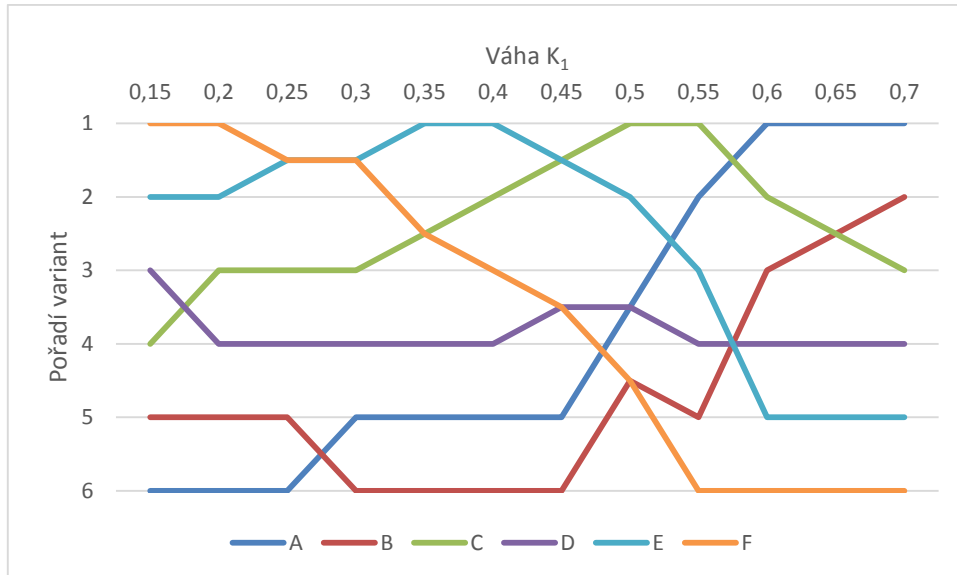
Tabulka 28: Váhy kritérií při výběru varianty A dle metody VSP

Varianta	Ohodnocení	Pořadí
Varianta A	3,159	1
Varianta B	3,536	4
Varianta C	3,162	2
Varianta D	3,535	3
Varianta E	3,646	5
Varianta F	3,962	6

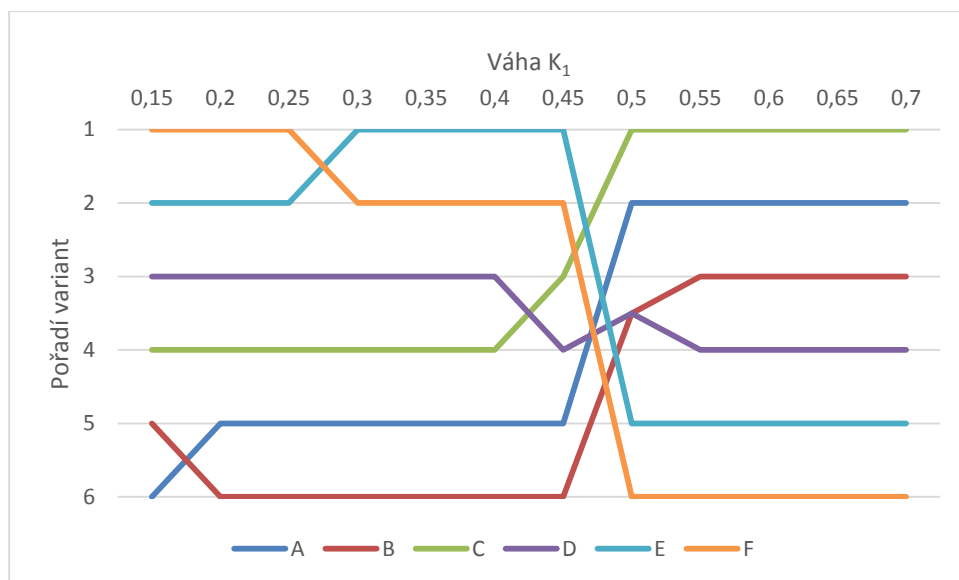
Tabulka 29: Pořadí variant při použití vah z tabulky 28



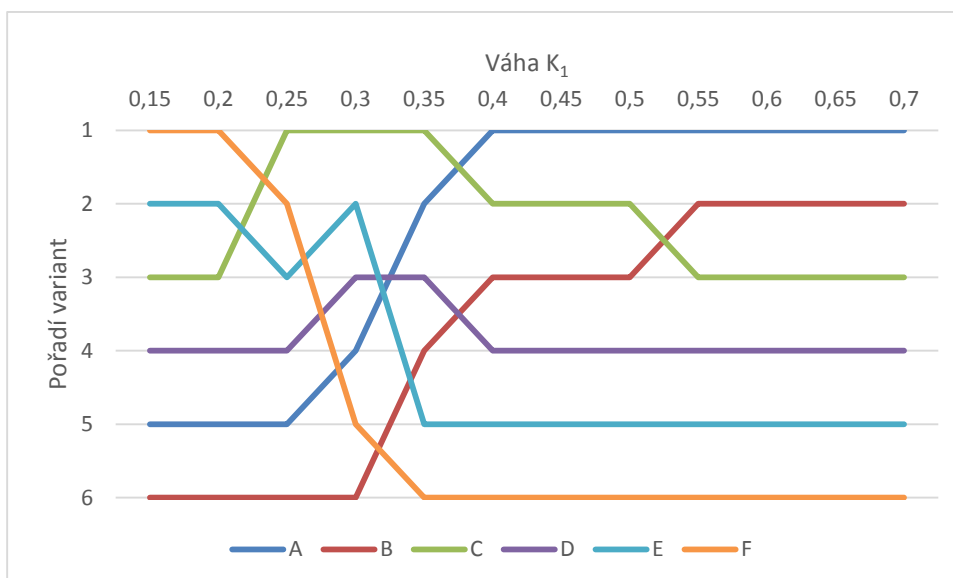
Dále byly také provedeny citlivostní analýzy na váhu kritéria  $K_1$  při použití jiných metod. Změna pořadí je znázorněna v několika následujících grafech. U metod ORESTE a AGREPREF se pořadí změnou váhy kritéria  $K_1$  neměnilo. (Výsledky jsou uvedeny v příloze C.)



Graf 20: Pořadí variant podle váhy kritéria  $K_1$  (MAPPAC)



Graf 21: Pořadí variant podle váhy kritéria  $K_1$  (ELECTRE III)


 Graf 22: Pořadí variant podle váhy kritéria  $K_1$  (PROMETHEE)

Jelikož se v případě metody AGREPREF používá dvojice prahů - práh indiference a práh preference, byla provedena citlivostní analýza na změnu hodnot těchto prahů – pořadí variant se ale nezměnilo, docházelo pouze ke změně ohodnocení jednotlivých variant (viz Příloha D).

Dále byla provedena citlivostní analýza na změnu výše úspor, kde se měnila hodnota kritéria  $K_1$ , jak je naznačeno v následující tabulce.

Úspory	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D	Varianta E	Varianta F
+ 30%	6500	9800	8500	19500	14400	36800
+ 20%	6500	9800	11400	20900	18800	41200
+ 10%	6500	9800	14300	22400	23100	45500
- 10%	6500	9800	20100	25300	31900	54300
- 20%	6500	9800	23100	25400	34900	57300
- 30%	6500	9800	26000	25400	37800	60200

 Tabulka 30: Hodnota kritéria  $K_1$  vzhledem k výši úspor na vytápění a osvětlení

K drobným změnám pořadí variant došlo u všech metod s výjimkou metody ELECTRE III, avšak jedná se pouze o minimální změny. Pro příklad je v následujících tabulkách uvedena změna pořadí u metod MAPPAC a AGREPREF (ostatní tabulky jsou uvedeny v příloze E).



	+ 30%	+ 20%	+ 10%	- 10%	- 20%	- 30%
<b>Varianta A</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Varianta B</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Varianta C</b>	3	3	3	4	4	4
<b>Varianta D</b>	4	4	3	3	3	3
<b>Varianta E</b>	1	2	2	2	2	2
<b>Varianta F</b>	1	1	1	1	1	1

Tabulka 31: Pořadí variant dle metody MAPPAC při změně úspor na vytápění a osvětlení

	+ 30%	+ 20%	+ 10%	- 10%	- 20%	- 30%
<b>Varianta A</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Varianta B</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Varianta C</b>	3	4	3	3	3	3
<b>Varianta D</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Varianta E</b>	2	2	2	2	2	2
<b>Varianta F</b>	1	1	1	1	1	1

Tabulka 32: Pořadí variant dle metody AGREPREF při změně úspor na vytápění a osvětlení

Při určení hodnoty kritéria  $K_1$  byl předpokládán růst cen energií ve výši 2% ročně. V následující tabulce je uvedeno srovnání pořadí variant dle metody ELECTRE III při použití hodnot 0%, 5% a 10% (pořadí dle ostatních metod je uvedeno v příloze F).

	0%	5%	10%
<b>Varianta A</b>	6	6	6
<b>Varianta B</b>	5	5	5
<b>Varianta C</b>	4	4	1
<b>Varianta D</b>	3	3	4
<b>Varianta E</b>	2	2	3
<b>Varianta F</b>	1	1	2

Tabulka 33: Pořadí variant dle metody ELECTRE III při různém růstu cen energií



## 9 Závěr

Cílem této práce bylo představit možnosti, které v současné době přinášejí moderní technologie v řízení domácnosti, zjistit názor veřejnosti na tuto problematiku a následně zhodnotit pomocí vícekriteriálního srovnávání vhodnost využití těchto technologií.

Stanovený cíl se mi podařilo splnit, v první části práce jsem představil inteligentní domácnost nejdříve ze širšího pohledu a poté se věnoval jednotlivým technologiím a jejich přínosu pro uživatele. V praktické části jsem se zaměřil na vícekriteriální srovnávání. Nejprve jsem sestavil seznam nejdůležitějších kritérií vycházejících ze stanovených cílů pro inteligentní domácnosti, následně jsem pomocí dotazníkového šetření získal váhy těchto kritérií a poté varianty zhodnotil za pomoci metod váženého součtu pořadí, ORESTE, MAPPAC, ELECTRE III, AGREPREF a PROMETHEE. Nakonec jsem provedl vyhodnocení a analýzu jednotlivých výsledků.

Ukázalo se, že uvažovat nad instalací jednotlivých technologií inteligentní domácnosti má v současné době určitě smysl, a minimálně systémová elektroinstalace a technologie pro řízení vytápění a osvětlení by neměly chybět v žádné moderní domácnosti.

V úplném závěru bych rád uvedl, že věřím, že některé části této práce poskytnou zájemcům o tuto problematiku nové zajímavé informace a splní jejich očekávání. Pro mě samotného byla práce velkým přínosem, protože jsem získal ucelený přehled v problematice inteligentních domácností a seznámil jsem se s funkcí některých nových pokročilých technologií. Doufám, že jsem objektivně zhodnotil inteligentní domácnosti vzhledem k těm tradičním a nastínil stav, ve kterém se technologie inteligentních domácností v současné době nacházejí. Jelikož jde ale o technologie, které se vyvíjejí velmi rychle, je možné, že za relativně krátkou dobu může být situace na trhu odlišná. Inteligentní domácnost se ale postupně bude jistě stávat standardem moderního bydlení.



## Seznam použité literatury

- [1] GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012, 348 s. ISBN 978-80-7300-440-8.
- [2] PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. 2012, 238 s. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/>
- [3] The Future Was Fantastic in '57: A Look at Disneyland's Monsanto House of the Future. In: *Imagineering Disney Blog* [online]. 2010. Dostupné z: <http://www.imagineeringdisney.com/blog/2010/5/23/the-future-was-fantastic-in-57.html>
- [4] Centrum inovací pro technologie inteligentního bydlení. *Insight Home: Technologie pro inteligentní dům, inteligentní domy a digitální domácnost* [online]. 2014. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/CITIB.html>
- [5] Ing. arch. MACUROVÁ, Kristina a Ing. Zuzana VYORALOVÁ. Inteligentní budovy. In: *Ústav stavitelství II - Fakulta architektury ČVUT* [online]. 2014. Dostupné z: [http://15124.fa.cvut.cz/?download=/\\_predmet.tzi3/inteligentni-budovy--2014.pdf](http://15124.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.tzi3/inteligentni-budovy--2014.pdf)
- [6] JANATA, Michal. Inteligentní budova – stavební chameleon?. In: *ASB-portal.cz: Odborný stavební portál* [online]. 2007. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/aktualne/nazory/inteligentni-budova-stavebni-chameleon>
- [7] ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [8] KUNC, Ing. Josef. Proč dát přednost systémové elektroinstalaci?. *Elektroinstalatér: Odborný časopis pro moderní elektroinstalace*. Praha: ČNTL, 2012, roč. 18, č. 1.
- [9] Spotřeba energie v domácnostech. *Vítejte na Zemi: multimediální ročenka životního prostředí* [online]. 2014. Dostupné z: [http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba\\_energie\\_v\\_domacnostech&site=energie](http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie)
- [10] CRAFT, Tom. Nové energetické štítky spotřebičů jasně ukazují jejich kvalitu. *Bydlení iDNES.cz: Vše o bydlení* [online]. 2011. Dostupné z: [http://bydleni.idnes.cz/energeticke-stitky-00l-/spotrebice.aspx?c=A110330\\_121352\\_spotrebice\\_rez](http://bydleni.idnes.cz/energeticke-stitky-00l-/spotrebice.aspx?c=A110330_121352_spotrebice_rez)





- [11] KUNC, Josef. ABB EPJ: 3.2 Systémové elektrické instalace EIB/KNX (3.část) (2.díl). In: *Elektrika.cz: portál o silnoproudé elektrotechnice, elektroinstalace, vyhlášky, schémata zapojení*. [online]. 2006. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-10-17.8393432351>
- [12] Digital Media Switchers. *AMX Trade Site* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.amx.com/products/categoryDigitalMediaSwitchers.asp>
- [13] New Dolby Atmos demo. In: *AVS Forum* [online]. 2014. Dostupné z: <http://www.avsforum.com/forum/155-diy-speakers-subs/1742185-new-dolby-atmos-demo-wow-2.html>
- [14] MXT-2000XL-PAN: 20.3" Modero X® Series Panoramic Tabletop Touch Panel. *AMX Trade Site* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.amx.com/products/MXT-2000XL-PAN.asp>
- [15] Náklady na rozsáhlou instalaci chytré domácnosti. *LETTON* [online]. 2014. Dostupné z: [http://www.letton.cz/cena\\_velka.html](http://www.letton.cz/cena_velka.html)
- [16] CHLUM, Ladislav. Programové nástroje pro analýzu diskretních problémů teorie rozhodování [online]. 2007. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Mgr. Jana Kalčevová. Dostupné z: <http://isis.vse.cz/zp/51927/podrobnosti>
- [17] Inteligentní budova (I). 2002. *TZB-info* [online]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1143-inteligentni-budova-i>
- [18] Průkaz energetické náročnosti budovy - PENB. *Nemoinspekt - inspekce nemovitostí* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.nemoinspekt.cz/prukaz-energeticke-narocnosti-penb>
- [19] LISNER, Michal. 2011. AMX - Inteligentní dům. *Digitální domácnost.cz* [online]. Dostupné z: <http://www.digitalnidomacnost.cz/amx-inteligentni-dum/>
- [20] KREJČÍK, Adam. 2014. Inteligentní osvětlení v chytrém domě. *Můj Dům* [online]. Dostupné z: [http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/inteligentni-osvetleni-v-chytre-dome\\_413.html](http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/inteligentni-osvetleni-v-chytre-dome_413.html)
- [21] SINOPOLI, Jim. 2013. Defining a Smart Building: Part One. *AutomatedBuildings.com* [online]. Dostupné z: <http://www.automatedbuildings.com/news/aug13/articles/sinopoli/130727101202sinopoli.html>



[22] VALTA, Oldřich. *SYMCA - systém pro vícekritériální analýzu (úprava pro Windows)* [online]. 2008. Dostupné z: <http://theses.cz/id/jfguli/>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Ing. Jan Fábry, Ph.D.

[23] Provozní náklady domu. *Atelier NÁŠ DŮM* [online]. Dostupné z: <http://www.nasdum.cz/novy-dum-krok-za-krokem/provozni-naklady-domu>

[24] ADP CZ, A.S. *Kobra - Inteligentní dům* [online]. Dostupné z: <http://www.ikobra.com/>

[25] Inteligentní domácnosti v Českých Budějovicích. *Arakis & Belleville, s.r.o.* [online]. Dostupné z: <http://www.arakis.cz/co-je-inteligentni-domacnost>

[26] ELKO EP, S.R.O. *INELS.cz: Inteligentní elektroinstalace* [online]. Dostupné z: <http://www.inels.cz/>

[27] MACHOLDA, František a Karel SRDEČNÝ. 2008. Průkaz energetické náročnosti budovy. *EkoWATT* [online]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/usporo-energie/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy>

## **Obsah příloženého CD**

Zadání diplomové práce

Diplomová práce - Posouzení přínosů technologií inteligentní domácnosti

Ostatní přílohy (originální soubory)



## Příloha A

### Inteligentní domácnost

Dobrý den,  
jmenuji se Tomáš Zeidler a chtěl bych Vás požádat o vyplnění následujícího dotazníku pro účely mé diplomové práce na téma Posouzení přínosů technologií inteligentní domácnosti.  
Dotazník Vám zabere pouze několik minut a Vaše odpovědi budou v diplomové práci sloužit pro vícekritériální hodnocení variant instalací technologií inteligentních domácností.  
Děkuji.

\*Povinné pole

**Jste zastánci modernizace a moderních technologií? \***

- Ano
- Spíše ano (dle situace)
- Spíše ne (dle situace)
- Ne

**Do jaké míry jste informováni o problematice inteligentních domácností? \***

- O problematiku se zajímám
- Mám jen obecný přehled
- Již jsem o tom slyšel, ale neznám podrobnosti
- Vůbec

**Bydlíte v domě/bytě s prvky inteligentní domácnosti? \***

- Ano
- Ne
- Nevím

### Informační video

Zde můžete shlédnout informační video s možnostmi, které přináší inteligentní domácnost.





### Jak důležité by pro Vás byly jednotlivé přínosy technologií inteligentních domácností? \*

(0 - vůbec, 1 - nejméně důležité, 7 - nejvíce důležité)

	0	1	2	3	4	5	6	7	Nevím
Snížení nákladů na domácnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zvýšení zabezpečení domácnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Snížení výpadků dodávky energií	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Možnost připojení dalších technologií (rozšiřitelnost)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zlepšení tepelné pohody (automatická regulace teploty)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zlepšení světelné pohody (automatické řízení osvětlení)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sjednocení ovládání jednotlivých prvků domácnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Možnost vzdáleného přístupu k ovládání domácnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zvýšení komfortu domácí zábavy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zlepšení efektivity obsluhy kuchyňských spotřebičů	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Investice do technologií pro inteligentní domácnost se pohybuje okolo 10 % z ceny nemovitosti.**

**Byli byste ochotni investovat takovou částku? \***

- Určitě ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Určitě ne
- Nevím



## Doplňující otázky

Na tyto otázky není nutné odpovídat.

**Co dalšího byste očekávali od inteligentní domácnosti?**

### Věk

- do 30 let
- 30 - 49 let
- 50 a více let

« Zpět

Odeslat



## Příloha B

Varianta Prvky	A			B			C		
	cena	životnost	anuita	cena	životnost	anuita	cena	životnost	anuita
Elektroinstalace	100000	20	6526	150000	20	9789	150000	20	9789
Zabezpečení							42000	15	3416
Řízení teploty							55000	10	6260
Řízení osvětlení									
Ovládací centrum							65000	10	7398
Zábava									
<b>K<sub>1</sub> (zaokrouhлено)</b>	<b>6 500 Kč</b>			<b>9 800 Kč</b>			<b>17 100 Kč</b>		

Tabulka 34: Výpočet hodnoty kritéria K<sub>1</sub>

Varianta Prvky	D			E			F		
	cena	životnost	anuita	cena	životnost	anuita	cena	životnost	anuita
Elektroinstalace	150000	20	9789	150000	20	9789	150000	20	9789
Zabezpečení	42000	15	3416	60000	15	4880	76000	15	6181
Řízení teploty				52000	10	5918	50000	10	5691
Řízení osvětlení	42000	10	4780	37000	10	4211	30000	10	3414
Ovládací centrum	65000	10	7398	75000	10	8536	93000	10	10585
Zábava				47000	10	5349	120000	5	25439
<b>K<sub>1</sub> (zaokrouhлено)</b>	<b>24 200 Kč</b>			<b>27 700 Kč</b>			<b>50 200 Kč</b>		

Tabulka 35: Výpočet hodnoty kritéria K<sub>1</sub>



## Příloha C

Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	6	6	5	5	5	5	4	2	1	1	1	1
B	5	5	6	6	6	6	6	5	3	3	3	2
C	4	4	3	3	2	1	1	1	2	2	2	3
D	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
E	2	2	2	2	1	2	2	4	5	5	5	5
F	1	1	1	1	3	4	5	6	6	6	6	6

Tabulka 36: Pořadí metodou váženého součtu pořadí

Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabulka 37: Pořadí metodou ORESTE

Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	6	6	6	5	5	5	5	3,5	2	1	1	1
B	5	5	5	6	6	6	6	4,5	5	3	2,5	2
C	4	3	3	3	2,5	2	1,5	1	1	2	2,5	3
D	3	4	4	4	4	4	3,5	3,5	4	4	4	4
E	2	2	1,5	1,5	1	1	1,5	2	3	5	5	5
F	1	1	1,5	1,5	2,5	3	3,5	4,5	6	6	6	6

Tabulka 38: Pořadí metodou MAPPAC





Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	6	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2
B	5	6	6	6	6	6	6	3,5	3	3	3	3
C	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1
D	3	3	3	3	3	3	4	3,5	4	4	4	4
E	2	2	2	1	1	1	1	5	5	5	5	5
F	1	1	1	2	2	2	2	6	6	6	6	6

Tabulka 39: Pořadí metodou ELECTRE III

Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	5,5	5,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
B	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabulka 40: Pořadí metodou AGREPREF

Váha K1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
A	5	5	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1
B	6	6	6	6	4	3	3	3	2	2	2	2
C	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
D	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
E	2	2	3	2	5	5	5	5	5	5	5	5
F	1	1	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6

Tabulka 41: Pořadí metodou PROMETHEE



## Příloha D

alfa	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25
beta	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
<b>A</b>	-5	-5	-4	-4	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
<b>B</b>	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-4	-3	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3
<b>C</b>	-1	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<b>D</b>	1	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	2
<b>E</b>	3	3	4	2	3	3	4	2	4	4	4	2	2	2	2	2
<b>F</b>	5	5	4	2	5	5	4	2	4	4	4	2	2	2	2	2

Tabulka 42: Hodnoty variant při změně prahů metody AGREPREF

alfa	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25	1	0,75	0,5	0,25
beta	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
<b>A</b>	6	6	5	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6
<b>B</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>C</b>	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4
<b>D</b>	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1
<b>E</b>	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>F</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabulka 43: Pořadí variant při změně prahů metody AGREPREF



## Příloha E

### Změna výše úspor +30%

#### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		Pořadí
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	3	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,932	<b>5</b>
Varianta C	2	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,168	<b>3</b>
Varianta D	5	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,279	<b>4</b>
Varianta E	4	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,400	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

#### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

#### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>6</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Změna výše úspor +20%

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	5	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,279	<b>3</b>
Varianta E	4	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,400	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Změna výše úspor +10%

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>4</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Změna výše úspor -10%

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Změna výše úspor -20%

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Změna výše úspor -30%

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	4	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,423	<b>4</b>
Varianta D	3	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,024	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>





## Příloha F

### Růst cen energií – 0% ročně

#### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		Pořadí
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

#### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

#### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

#### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Růst cen energií – 5% ročně

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	1	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	4,942	<b>6</b>
Varianta B	2	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,805	<b>5</b>
Varianta C	3	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,295	<b>4</b>
Varianta D	4	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,151	<b>3</b>
Varianta E	5	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,527	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>4</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>



## Růst cen energií – 10% ročně

### Metoda váženého součtu pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		
Typ	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Váha	0,1272	0,1313	0,0929	0,0873	0,1135	0,0892	0,1001	0,1025	0,0736	0,0822		Pořadí
Varianta A	2	5,5	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5	4,5	5,5	5,069	<b>6</b>
Varianta B	3	5,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	4,932	<b>5</b>
Varianta C	1	3,5	2,5	4,5	2,5	4,5	3,5	2,5	4,5	2,5	3,041	<b>3</b>
Varianta D	5	3,5	2,5	2	4	2	3,5	2,5	4,5	2,5	3,279	<b>4</b>
Varianta E	4	2	2,5	2	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2,400	<b>2</b>
Varianta F	6	1	2,5	2	1	2	1,5	2,5	1	2,5	2,279	<b>1</b>

### Metoda ORESTE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda MAPPAC

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>1</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda ELECTRE III

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>1</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>3</b>
Varianta F	<b>2</b>

### Metoda AGREPREF

	Pořadí
Varianta A	<b>5</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>3</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>

### Metoda PROMETHEE

	Pořadí
Varianta A	<b>6</b>
Varianta B	<b>5</b>
Varianta C	<b>3</b>
Varianta D	<b>4</b>
Varianta E	<b>2</b>
Varianta F	<b>1</b>