

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Monitoring spotřeby energií v domácnosti
Household Energy Consumption Monitoring

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Zubík**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Monitoring spotřeby energií domácnosti**
Household Energy Consumption Monitoring

Zásady pro vypracování:

Měřicí přístroje použitelné pro monitoring spotřeby
Soupis typických domácích spotřebičů včetně jejich parametrů
Měření a analýza spotřeby vybrané domácnosti

Metering Devices for Consumption Monitoring
List of Typical Home Appliances Including their Parameters
Metering and Analysis of Chosen Household

Seznam doporučené odborné literatury:


dle doporučení vedoucího práce

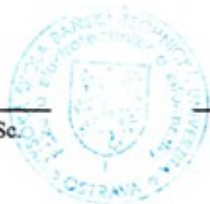
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tadeusz Sikora, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení:

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Poděkování:

Děkuji Ing. Tadeuszi Sikorovi, Ph.D., vedoucímu této bakalářské práce, za poskytnutí důležitých a věcných informací.

Datum: 4.5.2012

Podpis:



Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá měřením spotřeby energií v domácnosti. V první kapitole této bakalářské práce, je popsána teorie měření jednotlivých energií a základní typy měřících přístrojů spotřeby. Je zde přímo popsán systém měření studené a teplé užitkové vody, tepla pro vytápění, plynu a měření spotřeby elektrické energie.

Další kapitoly se zabývají požadovanou aktivitou a vlastnostmi měřícího systému v domácnosti a ekonomickými aspekty měření. Jednou z kapitol, je také téma inteligentního domu, kde je vysvětlen tento pojem a funkce s výhodami i nevýhodami pořízení tohoto systému v domácnosti. V této bakalářské práci nalezneme spoustu věcných poznatků a zorientujeme se především v praktickém měření spotřeby elektrické energie v domácnosti, která je hlavní náplní této práce. Průběh měření, použité přístroje a především výsledky měření umožní lepší náhled na vliv jednotlivých měřených spotřebičů na spotřebu elektrické energie v domácnosti. Pro vyhodnocení naměřených dat je použit tabulkový procesor EXCEL, který umožňuje analýzu dat a následné sestavení grafů. Díky grafickému zpracování hodnot, lze lépe zhodnotit funkce přístrojů a jejich působení na celkovou spotřebu energie v měřené domácnosti. Pomocí grafů jsou také popsány funkce některých spotřebičů a souvislosti spotřeby energie s vlivy průběhů. Zhodnocení obsažená v této bakalářské práci nabízejí možná řešení snížení spotřeby a odhalují spotřebiče, které se nejvíce podílí na spotřebě elektrické energie.

Klíčová slova

Energie, elektrická energie, měřící přístroj, plyn, voda, spotřebovaná energie, příkon, výkon, spotřeba, proud, napětí, kolísání, měření, náklady, spotřebič,

Abstract

This bachelor thesis deals with measuring households' energy consumption. In the first chapter the theory of measuring various energies is described, as well as the basic utilities used to measure the energy consumption. Tools for measuring cold and hot water, heat, gas and electricity consumption are described here. Further chapters deal with the requested properties and activity of the measurement systems and the economic aspects of measurement. One of the chapters covers the topic of an "intelligent" house, explaining the term, its functions and advantages and disadvantages of a purchase of such a system for a household. In this bachelor thesis the reader should gain knowledge the practical aspects of electricity consumption measurement. The measurement process, tools used and results gained provide better insight into the relation of various appliances to a household's electricity consumption. A chart processor Excel is used for evaluation of measured data, their analysis and graphic representation, which allows to better compare the relation of appliances' functions to a total energy consumption of a given household. The results found in this bachelor thesis then discover the appliances with the highest impact on energy consumption and offer possible solutions that can bring lower consumption.

Key words

Energy, electricity, meter, gas, water, energy consumed, input, output, consumption, current, voltage fluctuation, measurement, cost, appliance,

Seznam použitých zkratk

EIB - European Instalation Bus Association (EIBA). Jde o decentralizovaný instalační řídicí systém pro zařízení budov, umožňující měření, regulaci, zapínání a vypínání, hlídání a kontrolu strojů, přístrojů a zařízení v budovách.

KNX - Propracovanější verze decentralizovaného instalačního řídicího systému pro zařízení budov, který je, ale zpětně kompatibilní se staršími výrobky označenými **EIB**.

EGÚ Brno a.s.- je vědeckovýzkumná, inženýrská, konzultační a realizační společnost působící v oblasti výroby, dopravy a akumulace elektrické energie a tepla, zvyšování spolehlivosti a kvality jejich dodávek a racionalizace jejich užití.

MDS-U - měřící přístroj od EGÚ Brno a.s., předzpracovává a zaznamenává hodnoty napětí, proudů a účinníků v sítích nn, vn i vvn.

LCD - **liquid crystal display (Displej z tekutých krystalů)**. Je tenké a ploché zobrazovací zařízení.

SV - Studená voda.

TUV - Teplá užitková voda

GSM - Globální Systém pro Mobilní komunikaci. Původně však francouzsky „Groupe Spécial Mobile“. Je nejpopulárnější standard pro mobilní telefony na světě.

T1 - Vysoký tarif spotřeby elektrické energie (VT)

T2 - Nízký tarif spotřeby elektrické energie (NT)

Seznam použitých symbolů

E	energie	(kWh)
P	jmenovitý výkon	(W)
t	čas	(min)
f	frekvence	(Hz)

I_{\max}	Maximální odebíraný proud	(A)
U	Napětí	(V)
Q_{\min}	Minimální průtočné množství plynu	(m ³ /h)
Q_{\max}	Maximální průtočné množství plynu	(m ³ /h)
P_{inst}	Instalovaný výkon	(W)
P	Spotřebovaný výkon	(kWh)

OBSAH:

1. Úvod.....	1
2. Snímače spotřeby vody a energií v domácnostech.....	2
2.1 Studená a teplá užitková voda	2
2.2 Teplo pro vytápění.....	2
Typy a technický popis spravovaných indikátorů	3
2.3 Plyn.....	3
2.4 Elektrická energie.....	5
3. Požadované aktivity a vlastnosti měřicího systému v domácnosti	6
3.1 Měřené veličiny.....	6
3.2 Přístup k naměřeným datům.....	6
3.3 Nejistota náměrů.....	6
3.4 Ekonomické aspekty měření.....	7
3.5. Technicky a ekonomicky optimální struktura systému	7
4. Inteligentní dům	8
4.1. Shrnutí teoretického rozboru měření energií.....	9
5. Měření spotřeby el. energie v dané domácnosti.....	10
5.1. Úvod do měření	10
1) Základní informace o měřené domácnosti.....	10
2) Použité přístroje při měření	11
3) Schéma zapojení přístroje MDS-U při měření	12
5.2. Seznam spotřebičů v měřené domácnosti.Dle štítkových hodnot	13
5.3. Seznam typických a netypických domácích spotřebičů mimo měřenou domácnost.....	14
5.4. Rozpis osvětlení dle pokojů:	14
5.5. Měření týdenní spotřeby domácnosti	15
4) Souhrn základních naměřených hodnot.....	16
5) Doba využití a spotřeba osvětlení.....	17
6) Graf spotřeby osvětlení během týdenního používání.	18
7) Graf poměru osvětlení během týdenního používání dle místností.	19
8) Měření spotřeby u přístrojů v měřené domácnosti.	19
9) Graf týdenního kolísání spotřeby při použití domácích spotřebičů.....	20
10) Celkově spotřebovaná energie svícením.	21
11) Spotřebovaná energie domácími spotřebiči bez osvětlení.....	21

12) Graf procentního podílu na spotřebě domácími spotřebiči bez osvětlení.....	22
13) Celkově spotřebovaná energie.....	22
14) Graf celkově spotřebované energie spotřebiči i osvětlením.....	23
15) Podíl všech spotřebičů i osvětlení na celkové spotřebě měřené domácnosti.....	24
16) Cena za provoz měřených spotřebičů.....	25
5.6. Popis průběhů vybraných spotřebičů v měřené domácnosti.....	25
1) Pračka BOSH maxx7.....	25
2) Průběh praní pračky BOSH Maxx7.....	26
3) Toustovač Severin SA 9275.....	27
4) Průběh opékání toustovače Severin.....	27
6. Závěr.....	29
Přílohač.1- Grafy kolísání spotřeby podle dní v měřeném týdnu.....	31

1. Úvod

Měření spotřebovaného množství vody, tepla a dalších energetických médií v bytech je nejméně dvě desetiletí v popředí zájmu techniků i ekonomů v celém vyspělém světě. S malým zpožděním je tomu tak i v naší zemi. Okruh problémů do značné míry kopíruje předchozí vývoj v průmyslové sféře, kde od šedesátých let bylo investováno obrovské množství prostředků do vývoje a aplikací technických prostředků, zaměřených zejména na centralizaci naměřených dat a jejich vyhodnocení. Zásadní odlišností problematiky měření v domácnostech ve srovnání s obdobným měřením v průmyslu je požadavek velmi nízkých nákladů. Celkové objemy měřeného množství oproti průmyslovým datovým tokům jsou totiž velmi malé.

Současné měřiče spotřeby vody, tepla, elektřiny a plynu lze dělit do tří kategorií:

- a) Měřiče, které jsou určeny jen pro odečet hodnot člověkem.
- b) Měřiče vybavené vysílačem pro přenos měřených údajů do procesoru (např. impulsní, jeden impuls představuje určité množství měřeného média),
- c) Měřiče integrované do systému měření a koncentrace údajů, tudíž navržené tak, aby minimalizovaly náklady na výrobu a instalaci.

Třídění, které je uvedeno, je nezávislé na použitých fyzikálních principech měření a technologických realizací měřiče. Některé konstrukce měřících přístrojů vyhovují lépe kategorii a, některé naopak kategorii c.

2. Snímače spotřeby vody a energií v domácnostech

2.1 Studená a teplá užitková voda

Nejčastěji používané jsou průtokoměry vrtulkové s mechanickým registrem. Výjimečně jsou tyto průtokoměry opatřeny vysílačem impulsů, které zajišťují vstup do elektrického systému. Nevýhodou je pohyblivé ústrojí, které je často ovlivněno nečistotami, jež obsahuje hlavně teplá užitková voda.

Měření pomocí elektronických principů se začíná používat i pro běžné bytové průtokoměry, především jsou-li součástí sběrného elektronického systému. A to díky klesajícím výrobním nákladům indukčních nebo také ultrazvukových průtokoměrů, které jsou zapříčiněny klesající cenou elektronických součástí a využití schopností řídicí jednotky s procesorem a to nejen pro obsluhu jednoho snímače. Nové, moderní průtokoměry používané pro teplou užitkovou vodu (TUV) již bývají vybaveny teploměrem, který případně rozlišoval kvalitu vody pro stanovení aktuální ceny podle skutečné teploty vody podle entalpie. To by bylo možné, jen pokud by to v budoucnosti připustila nová legislativa.

Přestože bytové průtokoměry jsou podle zákona měřidla stanovená, v dosavadní praxi jsou obvykle používána pro rozpočet náměru patního měřiče, tedy jako měřidla poměrová. [2]



Obr. 1 Vodoměry

2.2 Teplo pro vytápění

Teplo pro vytápění je mezi placenými médii dominantní složkou nákladů. Správné měření vzhledem k nentralizovanému šíření v domě, na rozdíl od médií ostatních, je obtížné, proto jeho měření bylo dlouhou dobu zanedbáváno. Dnes je však mnoho nových způsobů měření, například instalace rozdělovačů topných nákladů, která umožní přesné rozúčtování nákladů podle skutečné spotřeby uživatelů (indikátory, měřiče tepla jsou například upevněny na každém topném tělese zvlášť). Tímto měřením tepla dosáhneme, že uživatelé uhradí pouze takovou energii, kterou skutečně spotřebovali, což má také za následek přehled o nákladech a popřípadě i jejich snížení. Úspora je možná díky motivačnímu působení měřičů tepla na uživatele, jelikož samotné přístroje nemohou

automaticky ovlivňovat dodávku tepla. Úspory za teplo se většinou pohybují od 10-35% a tak díky životnosti indikátorů nebo měřičů tepla cca 10 let, zajišťuje přibližnou návratnost nákladů do 2 let.

Typy a technický popis spravovaných indikátorů

Odpařovací indikátory – nejjednodušší způsob indikace dodávek tepla, který je však používán dlouhou dobu a tím pádem je i nejméně přesný. Indikátory pracují na principu, kdy se z měřicí ampule odpařuje kapalina. Výhodou jsou nízké pořizovací náklady, ale každý rok je nutná výměna ampule a zaplombování indikátoru. Dále se nelze vyhnout letním náměrům, které mohou být různě velké, než v jiném bytě. Navíc, pro objektivní rozúčtování je nezbytné, ve stejnou dobu provést odečet v celém objektu. [9]

Jednočidlové elektronické indikátory- snímají jen povrchovou teplotu otopného tělesa v referenčním místě (podobně jako odpařovací indikátory). Jejich porovnáním lze stanovit pouze poměrnou dobu využití instalovaného výkonu otopných těles. Základním předpokladem je správný výpočet stávajících otopných těles (jejich dimenzování) [9]. Nevýhodou jsou nepřesná měření v období, jako je jaro, podzim a vyšší pořizovací náklady v porovnání s odpařovacími přístroji. Životnost baterií však bývá až deset let a uživatel má kontrolu nad měřenými hodnotami, díky zobrazování na displeji přístroje.

Dvoučidlové elektronické indikátory- snímají nejen povrchové teploty topného tělesa, ale i teplotu okolí v místnosti. Přístroje poté pomocí porovnání povrchové teploty a teploty v místnosti vyhodnotí dodávku tepla do místnosti. K vyhodnocování spotřeby dochází, pokud je těleso teplejší než místnost o více než 1,5°C. Nevýhodou jsou mnohem vyšší pořizovací náklady. Výhodou však je přesná indikace dodávek tepla a to i v období jara i podzimu, kdy se pouze temperuje. K odečtu dochází například pomocí čipové karty, rádia nebo infraportu, což zajišťuje nízké náklady a bezchybnost odečtu. [9]

2.3 Plyn

Měření spotřeby plynu, může být v domácnosti při správném a přesném měření jedním ze zdrojů úspor. Tyto úspory poté mohou ovlivnit celkový rozpočet domácnosti. K měření spotřeby plynu se používá plynoměr, který měří objem spotřebovaného plynu.

Výsledek měření je udáván v litrech (1dm^3) nebo také v m^3 . Plynoměr bývá bílé barvy. Před plynoměrem se nachází přívod opatřený uzávěrem a plomba (vlevo), vpravo poté přívod do bytu či domu (žlutý). Všechny plynoměry však nejsou stejné a tak záleží hlavně na požadovaném odběru plynu, neboli na průtočném množství. [11]

Pro domácnosti odebírající plyn, se používá nejčastěji membránový plynoměr. Plynoměr ve tvaru hranolu obsahuje dva měchy, které se střídavě plní a vyprazdňují a každé naplnění se projeví na číselníku umístěném na plynoměru. Plynoměry slouží k vyúčtování množství odebraného plynu v domácnostech. Plynoměry vlastní vždy plynárenská společnost, stejně jako přívod plynu před plynoměrem. Majitel je povinen podle přesně zadaných intervalů vyměnit a ocejchovat plynoměr. [11]

Umístění plynoměru je dáno předpisy, musí být vždy na dobře přístupném místě, v předepsané vzdálenosti od dalších spotřebičů. Nejčastěji jsou instalovány na chodbách, či ve sklepních prostorech. Vstup do plynoměru musí být vždy osazen uzávěrem a být řádně ocejchován. Všechna tato kritéria dodržuje odborník, který plynoměr nainstaluje. Plynoměry se díky svým mechanickým částem

postupem času opotřebují. Kvůli tomu může docházet k chybným měřením. Některé zkušenosti s výměnou starého plynoměru za nový ukazují, že po deseti letech klesla měrná spotřeba o 2%. [3]

Měření malých průtoků výbušného plynu je kvůli využívání mechanického principu známého již téměř 200 let obtížné. Pro elektronické snímání spotřeby plynu proto nezbyvá než použít klasické měřiče s vysílačem impulsů. Dnešní snahou je však využít známých principů, které jsou nemechanické a používají se v průmyslových měřeních. Nadějnější jsou především principy ultrazvukového snímání rychlosti proudění [4] a hmotnostní Coriolisův průtokoměr [5].



Obr.č.2-Plynoměr



Obr.č.3-detail plynoměru

Na každém plynoměru musí být vyznačeno minimální průtočné množství Q_{min} (viz. Obr. č.3). Pokud spotřeba plynu klesne pod tuto hodnotu, přístroj bude měřit nepřesně, nebo vůbec. Dále je na plynoměru uveden i maximální odběr Q_{max} , který by neměl být překročen (viz. Obr.č.3). Číslice označující spotřebované m^3 plynu a jejich násobky jsou posazeny v černém poli (v případě obr.č.3, maximálně desetitisíce). V červeném poli jsou posazeny číslice udávající desetiny, setiny, tisíciny m^3 (litry). Pokud si budeme chtít změřit výkon našeho sporáku či jiného spotřebiče, stačí si jen porovnat odečtené hodnoty na začátku a konci měření. Jejich rozdíl pak udává spotřebu za určitý čas. Tento čas, po který spotřebu měříme, si zvolíme sami např.: 1 den, 1 hodina, 1 minuta. Kontrola toho co jste však odebrali a co vlastně zaplatili je téměř nemožná. Platíte totiž za kWh a ne za m^3 , což lze sice teoreticky jednoduše přepočítat ($1 m^3 = 10,5 kWh$), ale problém je v tom, že každý přepočet je závislý na tzv. výhřevnosti plynu a ta každým okamžikem kolísá a její hodnotu se dozvíte až při placení. [6].

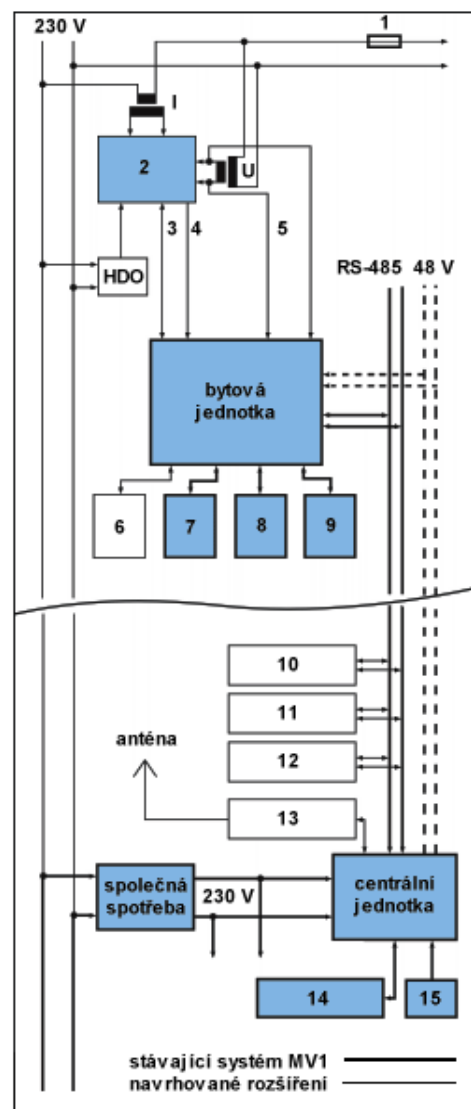
Obr.č.4- 1 - pojistka, 2 - bytový elektroměr, 3 - povely, 4 - signál výkonu, 5 - napájení 12 V, 6 - plyn, 7 - studená voda, 8 - teplá užitková voda, 9 - t_{ins} teplota uvnitř bytu, 10 - teplo pro TUV, 11 - teplo pro vytápění, 12 - voda, 13 - GSM, 14 - lokální odečty, 15 - t_{ext} venkovní teplota

2.4 Elektrická energie

Nejrozšířenější jsou elektroměry elektromechanické, tzv. Ferrarisovy, využívající točivý moment úměrný součinu proudu a napětí. Registr je mechanický, jen výjimečně je elektroměr vybaven výstupem impulsů pro vstup do sběrného systému. V posledních deseti letech se postupně rozšiřují elektronické elektroměry, vždy kategorie A (určené pro odečet pouze člověkem, popř. B (doplněné vysílačem pro odesílání dat do procesoru). Rychlejšímu rozšíření brání dosud větší pořizovací cena vzhledem k elektromechanickým elektroměrům. Optimální, s ohledem na cenu, a relativně snadné je technické řešení snímače elektrické práce. Existuje široká nabídka speciálních integrovaných obvodů [7], které je možné, po doplnění snímacími transformátory proudu a napětí, začlenit do procesoru bytové jednotky.



Obr.č.5-digitální elektroměr 3f.



Obr.č.4- centralizovaný systém odečtu energií

3. Požadované aktivity a vlastnosti měřicího systému v domácnosti

3.1 Měřené veličiny

Od měřicích systémů se požaduje, aby měřily tyto veličiny:

- podíl na celkové spotřebě tepla pro vytápění,
- množství odebrané TUV a spotřebovaného tepla pro její přípravu,
- množství odebrané studené vody,
- odebraná elektrická energie – jednofázový odběr, volitelné alespoň dva tarify pomocí HDO,
- odebrané množství plynu.

3.2 Přístup k naměřeným datům

Uživatel bytu, či vlastník domu, musí mít možnost kdykoliv číst aktuální stavy registrů spotřebovaných komodit v jeho bytě/domě. Vlastník, správce nebo jím pověřená osoba musí mít možnost odečítat náměry všech odběrných míst v domě. Pracovníci pověřeni odečtem pro účely fakturace musí mít přístup k odečteným položkám příslušným zastupovanému dodavateli. Pokud je možnost dle systému dálkový odečet, musí být dodavatelům komodit dovolen přístup k příslušným náměrům.

3.3 Nejistota náměrů

Základní nejistota náměru je dána dovolenou chybou měření použitého snímače a měřicí metody. Snímače množství SV, TUV, elektrické energie a plynu mají dovolenou chybu obvykle 2 %, chyba rozdělení tepla pro vytápění často dosahuje 10 % (dáno obtížně definovatelnými cestami šíření tepla v domě).

Měření dodávek do bytů je svou podstatou značně prostorově rozptýlené a musí být trvale v provozu bez odborného dohledu. Mimoto má uživatel přirozený zájem na co nejnižších náměrech, které, je-li to usnadněno konstrukcí přístrojového vybavení, upravuje ve svůj prospěch. Technické závady systému mohou způsobit podstatně větší nejistotu údajů, působí-li po relativně velkou část doby mezi odečty. U elektronických systémů jsou možné výpadky měření nebo samovolné načítání. Typický výpadek měření je důsledkem přerušení dodávky elektrické energie pro napájení systému. Samozřejmostí je ukládání dat do energeticky nezávislé paměti a ztráta náměru je pak vztažena jen na dobu výpadku. V současné době doba výpadku jen zcela výjimečně dosáhne deseti hodin za rok, a to při uvažování rovnoměrného odběru znamená nejistotu $10/8760 = 0,0011$ (0,1 %), tedy řádově méně než základní chyba měření. [8]

Hrubé změny stavu systému, včetně záměrných ovlivnění, lze pomocí statistických výpočtů snadněji prověřovat v automatickém systému než při použití individuálních přístrojů. Nejúčinnější bude kontrola v systému s dálkovým odečtem (např. v síti GSM). [8]

3.4 Ekonomické aspekty měření

Klíčovou otázkou je přijatelná cena technických prostředků měření a provozních nákladů na odečet náměrů a následné fakturace. Jako vždy v ekonomických úvahách jde o řadu psychologických vztahů, často bez věcných hodnocení, spíše vytvořených historickým vývojem. Zatímco dodavatelé elektřiny a plynu pronajímají měřidlo spotřebiteli a jeho amortizaci započítají do odběru, měřicí vybavení pro odběr SV, TUV a tepla pro vytápění bytu je nyní hrazeno uživatelem, popř. majitelem bytu. Návratnost investice do měření je odběratelem hodnocena potenciálními úsporami oproti platbě paušální. Ve všech případech spočívá ekonomický problém ve značné rozptýlenosti odběrů a rostoucí ceně technických prostředků pro měření a centralizaci odečtů. Přestože dálkový odečet náměrů má zásadní přednosti oproti odečtům individuálním, je obtížné, ne-li nemožné, získat věrohodné ekonomické podklady pro věcné hodnocení a uplatnění v procesu vývoje a projektování integrovaného systému. Zejména se to týká odpovědí na otázky:

- jaká je cena jednoho odečtu v bytě?
- jaký je ekonomický význam častějšího odečtu v průběhu účtovacího období

Důsledkem neujasněných ekonomických vztahů je nejasné zadání požadavků na vývoj technických prostředků. Ty jsou pak řešeny izolovaně pro jednotlivé energie a média se snahou instalovat v domech samostatný systém dálkového odečtu pro elektroměry, plynoměry, vodoměry a měřiče dodaného tepla. Je zřejmé, že takové řešení je za současného poměru cen dodávaných komodit a cen prostředků informatiky běžně nepoužitelné. [8]

3.5. Technicky a ekonomicky optimální struktura systému

Prostředky pro měření spotřeby, včetně možnosti dálkového odečtu, jsou dosud vyvíjeny izolovaně pro jednotlivé komodity. Výsledek není překvapivý – jen sporadicky je využívána plná automatizace.

Centrální jednotka shromažďuje naměřená data všech připojených bytových jednotek, posílá bytovým jednotkám údaj o externí teplotě t_{ext} pro průběžný výpočet tzv. denostupňového integrálu, přebírá naměřené údaje patních měřidel vody a tepla a zabezpečuje komunikaci s fakturačními středisky, např. po síti mobilních telefonů (GSM). [8]

4. Inteligentní dům

Dům, který dokáže zjednodušit ovládání celé domácnosti a snížit tím i její celkovou spotřebu energií. Na základě co nejvyššího a nejméně náročného využití budov byly vytvořeny systémy, které využívají pro automatizaci provozně technických zařízení mikroelektroniky a přenosu dat. Inteligentní elektroinstalace jako KNX/EIB (Europaischer Installation Bus) díky svému řešení zapojení a použitých prvků zajišťují např.:

- Řízení odběru energií
- Ovládání topení (regulace a měření)
- Ovládání osvětlení, audio a video systémů
- Ovládání oken, dveří, rolet nebo žaluzií
- Oznamování poruch zařízení, jejich obsluhu a dozor
- Zajištění bezpečnosti proti vloupání, únikům plynu či kouře

Systém KNX je decentralizovaný inteligentní řídicí systém, který splňuje nejvyšší aplikační nároky na moderní řízení bytových domů a budov, které jsou v dnešní době přeplněny do určité míry uzavřenými a různorodými technologiemi. [10] V této době je však stále větší požadavek systémy koordinovat. Pomocí systému KNX jim můžeme přiřazovat vzájemné vazby a to naprosto komfortně a ještě zachováme možnost samostatného provozu jednotlivých částí. Zatímco u klasické elektroinstalace vedou silové kabely z rozvodnic přes vypínače do spotřebičů (např. osvětlení) bez možnosti změny, u inteligentního systému KNX vedou silové kabely ze spínacích aktořů v rozvodnicích přímo ke spotřebičům a sběrnice kabely propojují ovládací body (tlačítka), ostatní senzory (pohybová čidla, meteostanice, termostaty, apod.), aktory v rozvodnicích a jiné systémové prvky. [10] Systém sběrnic pracuje s napětím 29V, tudíž s napětím bezpečným. Komunikace systému je zajištěna stíněným, krouceným párem vodičů s průměrem 0,8mm, kterou lze vézt souběžně s kabely silovými (230V). Díky izolaci nedochází k vzájemnému narušování či ovlivňování vodičů. Každý z prvků, který je na sběrnici je opatřen vlastním mikroprocesorovým řízením, tudíž zde není žádná centrální jednotka. Na sběrnici dochází mezi prvky k výměně informací (telegramy) o aktuální situaci v daném objektu a prvky plní úkoly, které jim software přidělil. [10]

Z toho plyne:

+ množství silových kabelů je ve srovnání s klasickými elektroinstalacemi nižší: úspora financí, menší požární riziko, větší bezpečnost, zvýšená přehlednost elektroinstalací

+ počet systémových funkcí je oproti klasické elektroinstalaci mnohonásobně vyšší a jednodušší (pouhá změna v softwaru)

+ díky tomu že je KNX flexibilní se dá použít jak pro malé instalace (byty, malé technologické linky, ..), tak i pro obrovské projekty (hotely, správní budovy, ..)

+ bezpečnost zaručí KNX funkcemi jako jsou například automatické odepínání zásuvek při odchodu z domu (vypnutí žehličky nebo různých dalších zapomenutých spotřebičů), upozornění na okna / dveře / střešní okna, která při odchodu nejsou zavřená, simulace přítomnosti v době kdy jsou uživatelé mimo objekt (náhodným odsledovaným zapínáním osvětlení a ovládání žaluzií tak, jako by

v objektu někdo pobýval), upozornění na nesrovnalosti, neznámé pohyby a chyby technologií v objektu a mnoho dalších.[10]

+ Systém KNX šetří i náklady spojené s topením nebo spotřebou elektrické energie, jelikož může omezit zbytečné vytápění/ ochlazování v místnostech a může inteligentně využívat otevírání oken, nebo vypínat zbytečně rozsvícené osvětlení či jakékoliv spotřebiče.

+ díky systému KNX se dosáhne vyššího stupně komfortu, protože jsou všechny technologie pospojované a spolupracují. Můžeme nastavovat funkce z jednoho místa. Místo použití více samostatných ovladačů, můžeme použít jen jeden ruční dotykový panel. Toto ovládání nám nabídne vytvoření různých životních stylů, šablon, které se pravidelně opakují například: jedním stiskem tlačítka můžeme docílit stáhnutí všech venkovních žaluzií, zvýšení teploty ve všech místnostech a zapne nepřímé osvětlení za LCD televizí a spustí náš oblíbený kanál, zapne zesilovač a nastaví příjemnou hladinu hlasitosti po včerejší párty. Můžeme také komunikovat s návštěvou u dveří pomocí domácího telefonu, jehož obraz z kamery může být přenášen až do naší televize. Pro otevření garážových vrat nebo hlavního vchodu lze i použít mobilního telefonu. Dají se zapínat i vypínat různé spotřebiče, nebo si předem před příjezdem do domu zapnout vyhřívání podlah nebo vytápění ve vybrané místnosti. Jednoduše žádné požadavky na náš komfort a životní styl nejsou nemožné.[10]

Výhody inteligentního domu:

- jednodušší a méně nákladné změny či rozšíření
- schopnost vzájemné komunikace jednotlivých členů sběrnice
- decentralizovanost
- úspora energie
- úspora nákladů

4.1. Shrnutí teoretického rozboru měření energií

V předchozích textech stručně nastiňuji současný stav měření spotřeby vody, tepla, plynu a elektřiny v domácnostech a na problematiku centralizovaného odečtu náměrů všech zmíněných energií. Také zde byly vysvětleny různé pojmy a problematika měření spotřeby energií má výrazné ekonomické problémy v praxi, z důvodu poměrně vysoké nákladovosti na nové a lepší technologie a jsou proto hledány cesty ke zmírnění ekonomických dopadů na uživatele a provozovatele. Za nejúčinnější je nyní považována optimalizace technického řešení systému integrujícího měření spotřeby všech energií.

5. Měření spotřeby el. energie v dané domácnosti.

5.1. Úvod do měření

Pro měření jsem zvolil domácnost, kde mám trvalé bydliště. Úkolem bylo změřit spotřebu el. Energie v celé domácnosti a navrzení různých řešení, ke snížení spotřeby. Dále porozumění všem prvkům, které se jakýmkoliv způsobem podílejí na spotřebě nebo zajišťují možnost spotřeby a tím i kvalitní a co nejefektivnější způsob chodu domácnosti.

1) Základní informace o měřené domácnosti.

Typ zástavby: Rodinný dům, jednopodlažní,

Kraj: Olomoucký

Okres: Šumperk

Obec: Zábřeh

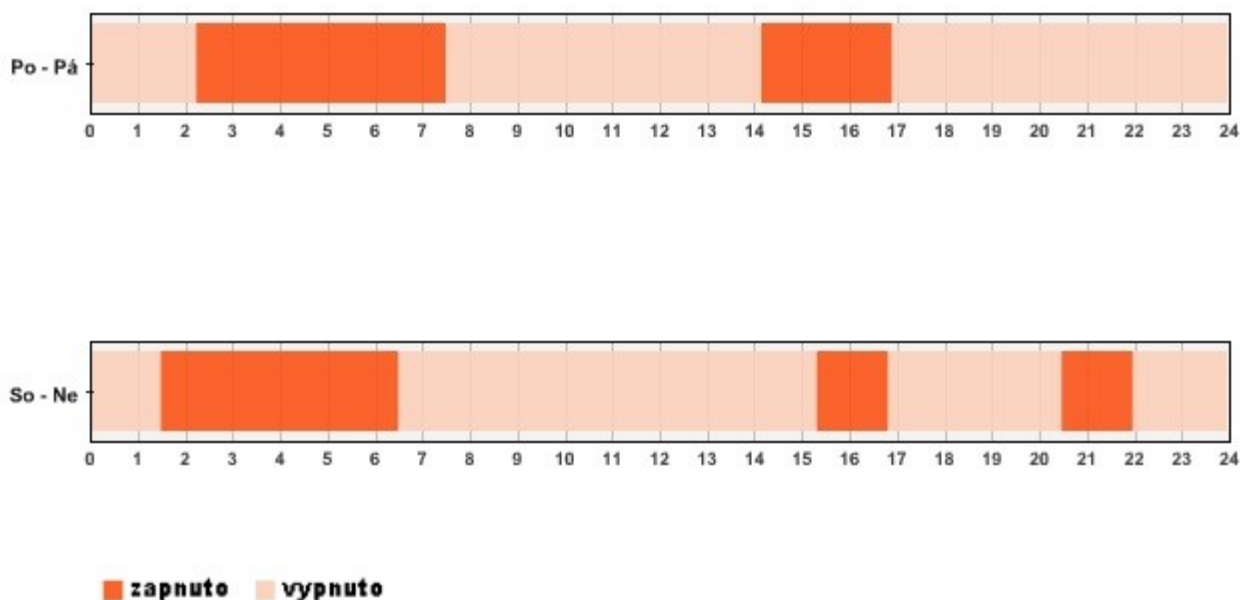
Distribuční oblast: Ráječek,

Dodavatel el. Energie: ČEZ Prodej, s.r.o.

Jistič: 3x25A

Elektroměr: dvousazbový, ZPA Smart Energy, r.v.2009, typ 35E2902220, vyměněn 2010

HDO: ZPA CZ Trutnov, r.v.1973, typ S136127, kód povelu: 185 (A1B6DP5), Sazba: D25d



Obr.č.6. Grafické rozmezí spínání HDO. [12]

2) Použité přístroje při měření

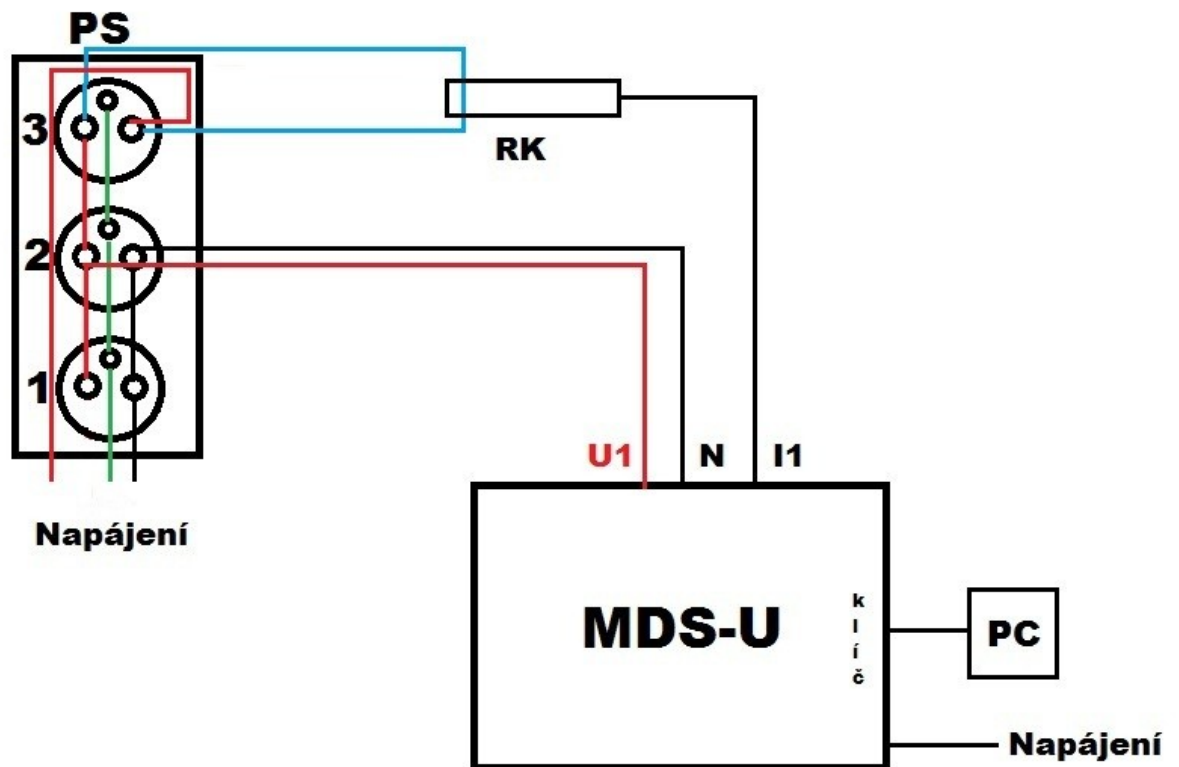
Monitor distribučních sítí MDS-U, EGÚ Brno a.s., v.č.1068, Inv.č26074,

- Monitor MDS-U měří a zaznamenává hodnoty napětí, proudů a účinitků v sítích nn, vn i vvn. Dále umožňuje měření signálů obsažených v síťovém napětí, jejichž frekvence spadá do frekvenčního rozsahu HDO, příjem telegramů HDO a měření maximální a minimální velikosti impulsů telegramů HDO ve všech třech fázích. Monitor MDS-U je automaticky pracující provozní měřicí přístroj určený pro nepřetržité měření veličin a sledování vysílání HDO. Na připojeném PC lze průběžně sledovat posloupnost vysílaných telegramů HDO a vybraných dalších veličin a průběhů. MDS-U se vyznačuje malými rozměry a pro měření vhodnou, robustní a bezpečnou konstrukcí.



Obr.č.7 -měřicí přístroj MDS-U

3) Schéma zapojení přístroje MDS-U při měření



Obr.č.7- schéma zapojení měření

Popis:

RK - klešťový transformátor proudu,

MDS-U - Měřicí přístroj shromažďující měřená data, přístroj má vlastní napájecí zdroj

PC - počítač s nainstalovaným softwarem MDS-U pro stažení měřených dat pomocí datového kabelu.

PS - Upravená prodlužovací šňůra se třemi vzájemně propojenými zásuvkami.

Zásuvka č.1 - je klasickou zásuvkou s ochranným kolíkem a slouží pro zapojení měřeného spotřebiče.

Zásuvka č.2 - je také klasická zásuvka a slouží pro připojení napětových vstupů U1 a N z MDS-U.

Zásuvka č.3 - je upravená tak, že na obě zdičky je přivedena fáze. Propojením obou zdírek kabelem dojde ke zkratování a tím získáme místo pro měření proudu I1 pomocí klešťového transformátoru.

5.2. Seznam spotřebičů v měřené domácnosti. Dle štičkových hodnot

Místnost	Spotřebič	Napětí	Frekvence	Příkon	I _{max}
Kuchyně	Chladnička/mrazák	230V	50Hz	140W	0,6A
	Varná konvice	230V	50Hz	1650W	7,1A
	Mikrovlánná trouba	230V	50Hz	1250W	5,4A
	Sporák	230V	50Hz	1900W	8,2A
	Digestoř	230V	50Hz	80W	0,4A
	Mixér	220-240V	50-60Hz	700W	3,0A
	Toustovač	230V	50Hz	700W	3,04A
	Rádio	230V	50Hz	49W	0,2A
Obývací pokoj	CD přehrávač	230V	50Hz	49W	0,2A
	Satelitní souprava	100-250V	50-60Hz	12W	0,05A
	Notebook 3x	230V	50Hz	21-30W	0,1A
	DVD	110-240V	50-60Hz	14W	0,06A
	Televizor	230V	50Hz	49W	0,2A
Dětský pokoj	Reproduktory k Pc	230V	50Hz	10W	0,04A
	Tiskárna(multifunkční)	230V	50Hz	46W	0,2A
	PC (stolní)	100-240V	50-60Hz	100W	0,4A
	Monitor LCD	100-240V	50-60Hz	240W	1,0A
	Elektronický budík	230V	50Hz	3W	0,01A
Kotelna	Sušička	220V	50Hz	2000W	9,0A
	Automatický kotel	230V	50Hz	82W	0,35A
	Čerpadlo oběhové	230V	50Hz	65W	0,3A
	Bojler kombinovaný	230V	50Hz	2000W	8,7A
Ostatní	Žehlička	230V	50Hz	1100W	4,7A
	Fén	220V	50Hz	400W	1,8A
	Nabíječka- mobil	100-240V	50-60Hz	48W	0,2A
	Pračka	220-240V	50Hz	2000W	9,0A

Tab.č.1- seznam spotřebičů v měřené domácnosti se štičkovými hodnotami.

Všechny hodnoty v tabulce číslo 1. jsou štítkové. Celkový instalovaný výkon i s osvětlením je 13,6kW. Připojení domácnosti je trojfázovým vedením přes hlavní jistič 3x25A. Frekvence je pro všechny spotřebiče stejná, ale je uvedena, jelikož je součástí štítkových hodnot.

5.3. Seznam typických a netypických domácích spotřebičů mimo měřenou domácnost.

- V tabulce níže jsou spotřebiče, které se mohou vyskytnout v jiné domácnosti, ale nevyskytují se v domácnosti měřené.

Druhy	Spotřebič	Napětí	Frekvence	Příkon	Imax
Typické	Kávovar	230V	50Hz	950W	4,1A
	Myčka	230V	50Hz	2000W	8,6A
	Přímotop	230V	50Hz	2000W	8,7 A
	Topinkovač	230V	50Hz	1900W	8,2A
Netypické	Vířivá vana	400V	50Hz	7800W	15A
	Oboustranné solárium	230V	50Hz	2600W	11,3A
	Data projektor	230V	50Hz	275W	1,2A
	Běžící pás	230V	50Hz	1760W	7,6A
	El.garážová vrata	230V	50Hz	23W	0,1A
	Čokoládová fontána	220V	50Hz	325W	1,4A
	Drtič odpadků	230V	50Hz	660W	2,8A
	Centrální vysavač	230V	50Hz	1700W	7,3A
	Masážní křeslo	230V	50Hz	230W	1,0A

Tab.č.2 - Seznam typických a netypických domácích spotřebičů mimo měřenou domácnost.

- hodnoty v tabulce jsou z různých nabídek výrobců těchto netypických spotřebičů.

5.4. Rozpis osvětlení dle pokojů:

Umístění	Typ osvětlení	Příkon	Počet kusů
Kuchyň	Bodové	40W	4ks
Obývací pokoj	Žárovka	100W	1ks

Dětský pokoj	Bodové	50W	4ks
Ložnice	Žárovka	60W	3ks
Chodba	Zářivka	18W	1ks
Koupelna	Bodové	40W	1ks
Kotelna	Žárovka	40W	1ks
Venkovní osvětlení	Žárovka	60W	2ks
	Zářivka	7W	1ks
CELKEM		865W	

Tab.č.3 - rozpis osvětlení dle umístění.

5.5. Měření týdenní spotřeby domácnosti

1) Popis měření

Pro měření byl vybrán termín Pondělí 12.3.2012 – Neděle 18.3.2012. V pondělí v 00:01 byl odečten stav na elektroměru pro oba tarify T1 i T2. Dále jsem sestrojil tabulky v papírové podobě se seznamem spotřebičů rozdělený podle 24hod. Obyvatelé domu se podíleli na záznamu veškerého užití spotřebičů. Naprosto stejným způsobem bylo provedeno zapisování použití osvětlení dle rozpisu pokojů, aby bylo možné zjistit následně spotřebu svícením v jednotlivých místnostech a celkovou spotřebu osvětlení. Se spotřebiči byl tento záměr stejný. Zjistit spotřebu a využití daných měřených spotřebičů za každý den a celkovou týdenní spotřebu celé domácnosti.

2) Hodnoty odečtené na elektroměru

Pondělí 12.3.2012: T1- 3414 kWh; T2- 3795kWh

Neděle 18.3.2012: T1- 3454 kWh; T2- 3820kWh

Spotřeba za celé období dle elektroměru:

Po-Ne: T1- **40kWh**; T2- **25kWh**

H

Časové rozmezí T2 (nízký tarif)	
Po-Pá	2:15 - 7:30 14:10 - 16:55
So-Ne	1:30 - 6:30 15:20 - 16:50 20:30 - 22:00

Tab.č.4- Přesné, časové rozmezí NT

Pozn.- Časové rozmezí tarifu T2(nízký tarif) se liší dle distribuční oblasti. Zde je přesné časové rozmezí přímo pro měřenou domácnost.

4) Souhrn základních naměřených hodnot.

Souhrn základních veličin při měření								
Spotřebič	Napětí [V]			Proud [A]			Výkon [kW]	
	min	stř	max	min	stř	max	stř	max
Sporák	218	221	226	0,11	5,64	7,77	1,23	1,62
Mikrovltnka	222	224	228	0,11	3,97	6,04	0,87	1,34
Pračka	215	222	226	0,00	4,10	12,90	0,73	2,26
Sušička	214	222	227	0,10	2,50	10,40	0,47	2,25
Toustovač	221	224	226	0,02	1,61	3,00	0,35	0,67
Žehlička	219	223	225	0,00	1,63	4,54	0,34	1,00
Vysavač	220	222	226	0,11	5,53	6,36	1,22	1,39
Fén	221	223	226	0,02	1,34	1,68	0,29	0,37
Rychlovarná konvice	217	219	224	0,11	5,26	6,83	1,14	1,49
Lednice	221	225	228	0,24	0,33	0,51	0,06	0,09
Digestoř	220	225	229	0,01	0,17	0,30	0,01	0,04
Televize	218	225	229	0,02	0,23	0,36	0,05	0,08
Automatický kotel	220	224	228	0,02	0,28	0,95	0,03	0,13

Tab.č.5- Souhrn základních veličin při měření

- Udávané hodnoty, jsou brány z provedených měření pomocí MDS-U. Jednotlivá měření jsou uložena v elektronické příloze. Pro čtení dat je nutno mít nainstalován software MEKMDS od Egú Brno. Hodnoty u spotřebičů se spínanými zdroji (s vyššími harmonickými proudy), televizor, notebook, mohou mít vyšší nejistotu měření z důvodů chybného vyhodnocení fázového posuvu napětí a proudu přístrojem MDS-U.

Vyhodnocení tabulky:

Pokud srovnáme naměřené hodnoty se štítkovými hodnotami (viz. Tab.č.1), povšimneme si, že hodnoty naměřené nedosahují hodnot štítkových, ale jsou jim v některých případech velice podobné. Tudíž můžeme prakticky potvrdit, že přístroje nedosahují vyššího odběru než udávají hodnoty štítkové.

5) Doba využití a spotřeba osvětlení.

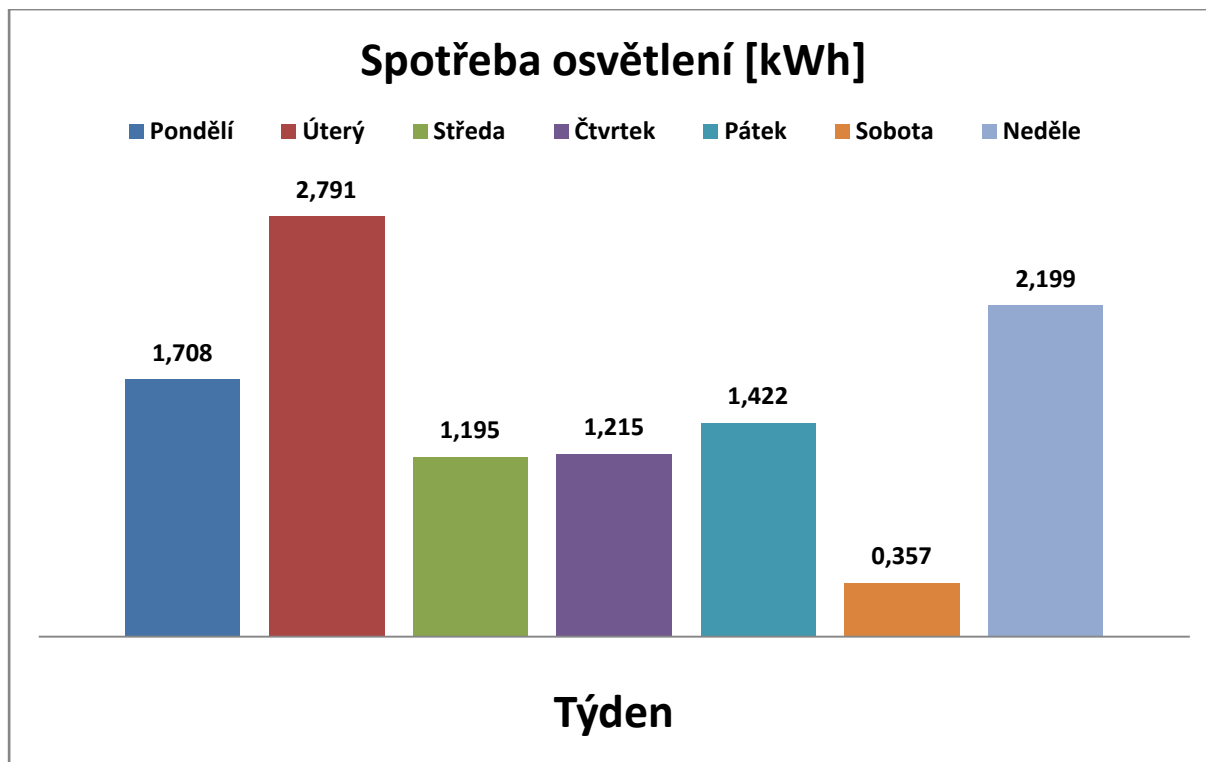
Umístění	P _{inst} [W]	Pondělí		úterý		středa		čtvrtek		pátek		sobota		neděle		Celkem	
		t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]	t _[min]	P _[kWh]
Kuchyň	160	173	0,461	570	1,520	262	0,699	234	0,624	154	0,411	20	0,053	324	0,864	1737	4,632
Obývací pokoj	100	195	0,325	85	0,142	53	0,088	120	0,200	5	0,008	45	0,075	125	0,208	628	1,047
Dětský pokoj	200	41	0,137	63	0,210	58	0,193	86	0,287	30	0,100	2	0,007	0	0,000	280	0,933
Ložnice	180	10	0,030	21	0,063	1	0,003	3	0,009	15	0,045	10	0,030	0	0,000	60	0,180
Chodba	18	450	0,135	810	0,243	395	0,119	180	0,054	330	0,099	30	0,009	340	0,102	2535	0,761
Koupelna	40	70	0,047	31	0,021	45	0,030	62	0,041	43	0,029	40	0,027	45	0,030	336	0,224
Kotelna	40	2	0,001	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	2	0,001
Venkovní osvětlení	127	270	0,572	280	0,593	30	0,064	0	0,000	345	0,730	74	0,157	470	0,995	1469	3,109
Celkem t[h]/P[kWh]		20,2	1,708	31	2,791	14,1	1,195	11,4	1,215	15,4	1,422	3,7	0,357	21,7	2,199	117,5	10,887

Tab.č.6- Doba využití a spotřeba osvětlení v jednotlivých místnostech

Vyhodnocení tabulky:

V tabulce máme doby využití jednotlivého osvětlení dle místností. Hodnoty byly brány z týdenního rozpisu osvětlení a následně bylo vypočteno jejich celkové použití. Jde vidět, že hodnoty osvětlení nejsou zanedbatelné v celkové spotřebě v domácnosti, jelikož mají hodnoty řádově v kWh. Lze si všimnout, že v jednotlivých místnostech se časy použití během týdne až tak zásadně neliší, vypovídá to o takřka neměnném využívání osvětlení v místnostech. Největší vliv na spotřebu osvětlením má kuchyně, kde by se díky těmto poznatkům dalo uvažovat o výměně svítidel za svítidla méně energeticky náročná jako např. LED osvětlení, nebo úsporné zářivky. Chodba jakožto nejvíce časově vytižená místnost, díky úspornému osvětlení nemá takový vliv na spotřebu.

6) Graf spotřeby osvětlení během týdenního používání.

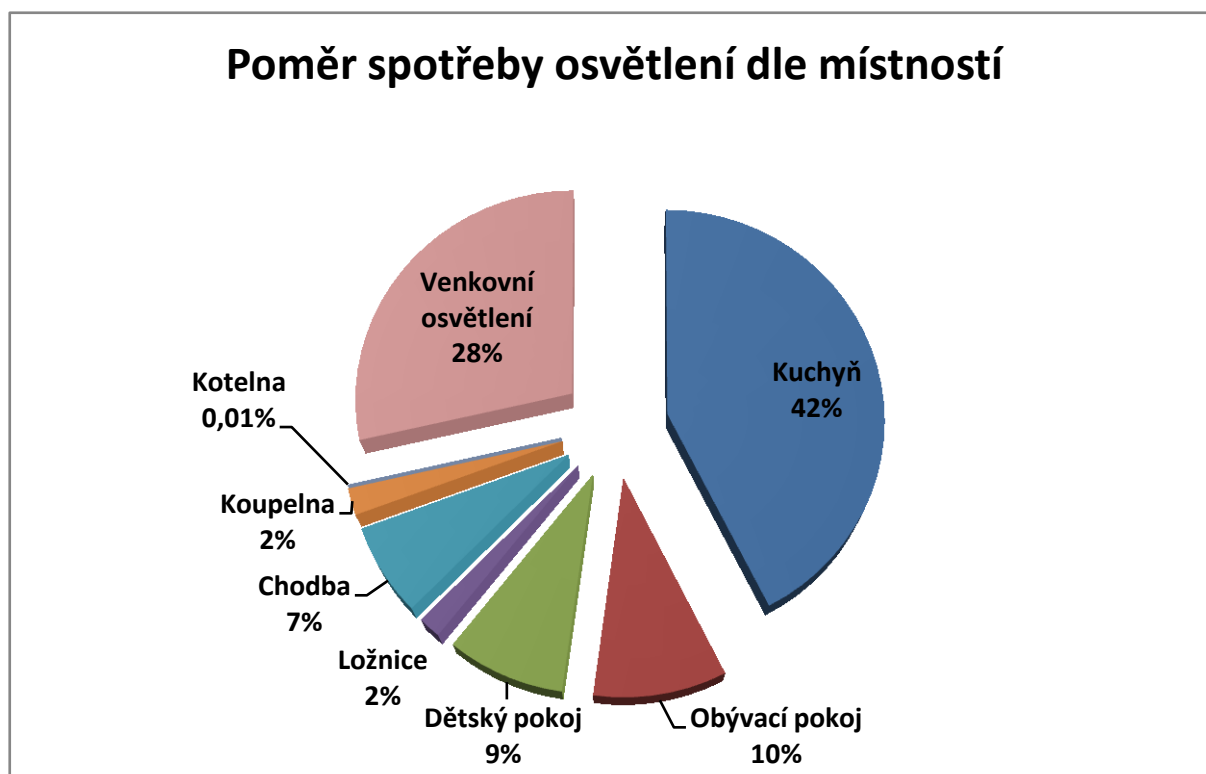


Graf.č.1- Spotřeba osvětlení

Vyhodnocení Grafu:

Na grafu vidíme spotřebu osvětlení v kWh v určitých dnech měřeného týdne. Vyšší nárůst spotřeby v úterý, byl dán nevhodným svícením, kdy nedošlo k vypnutí osvětlení v chodbě v časech, kdy již nebylo potřeba. Nedělní neobvyklý nárůst, je dán vyšším počtem osob pohybujících se v domácnosti. Výsledkem tedy je, že jakákoliv změna v normálním chodu domácnosti, nebo jen nevypnutí osvětlení v dané místnosti může způsobit nárůst celkové spotřeby a následně ceně za spotřebovanou energii.

7) Graf poměru osvětlení během týdenního používání dle místností.



Graf.č.2- poměr spotřeby osvětlení dle místností

Vyhodnocení grafu:

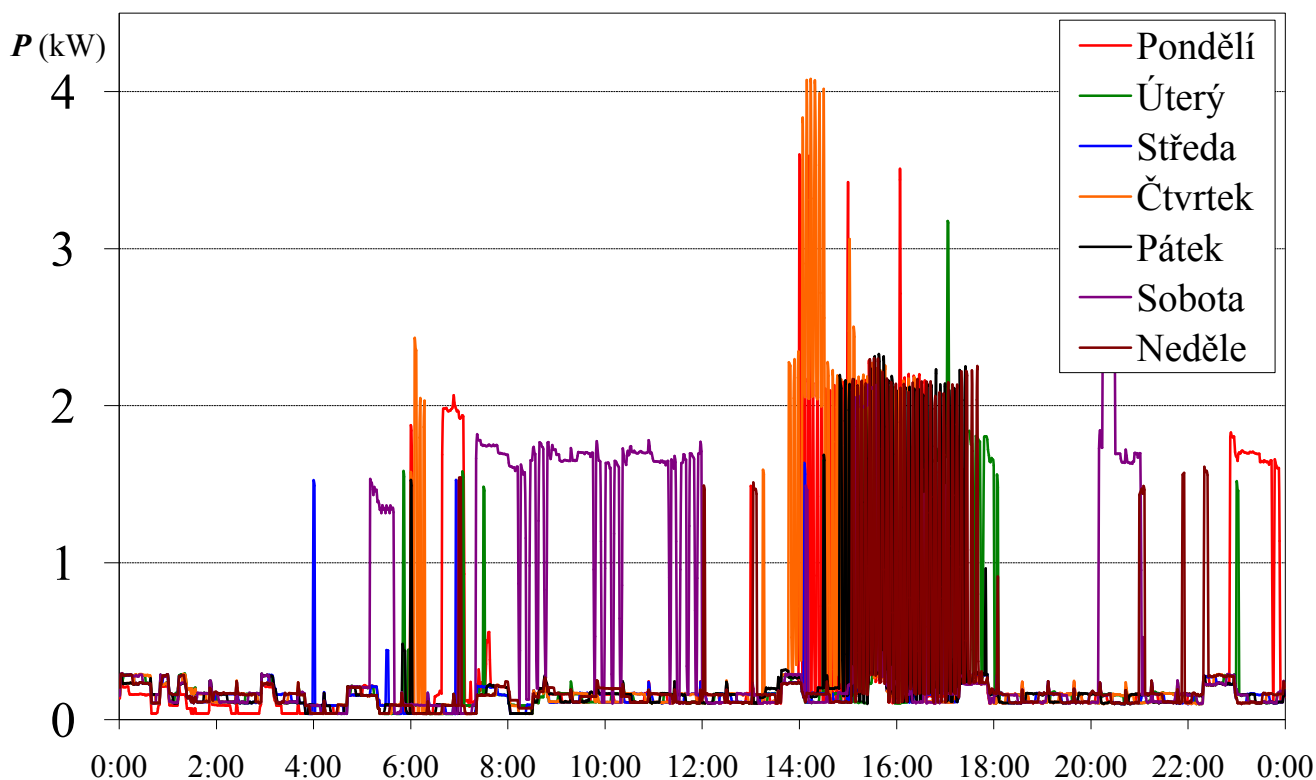
Největší podíl na spotřebě osvětlení dle místností má kuchyně. Tato místnost je nejvíce používána i v nočních hodinách a to z účelu průchozí místnosti do dalších částí domů. Obsahuje i nejvíce domácích spotřebičů podílejících se na celkové spotřebě jako je: toustovač, sporák, rychlovarná konvice, lednice, digestoř a mikrovlnná trouba. Z tohoto důvodu, lze uvažovat o pořízení nového osvětlení s nižší spotřebou. Nynější osvětlení této místnosti nás se svojí spotřebou 4,6kWh za týden stojí odhadem asi 18Kč (při průměrné ceně za elektřinu 4Kč). Měsíčně tedy provoz osvětlení v této místnosti stojí 74Kč. Pokud by se nám podařilo snížit instalovaný příkon z nynějších 160W o ½ na 80W, mohla by celková spotřeba místnosti klesnout na 37Kč za měsíc. Tudíž by se náklady za nové osvětlení v řádech 300- 400Kč mohly po jednom roce od výměny vrátit. Týdenní záznam spotřeby energie používaných spotřebičů.

8) Měření spotřeby u přístrojů v měřené domácnosti.

Po dobu měřeného týdne, bylo zapisováno využití jednotlivých spotřebičů. Čas i doba použití přístroje. Následně pomocí MDS-U byla změřena spotřeba použitých přístrojů pro daný cyklus. U spotřebičů, jako Lednice, nebo automatický kotel, byla měřena spotřeba po minutových intervalech (viz záznamy měření v elektronické příloze), jelikož běží 24 hodin denně. Většina spotřebičů však

byla měřena po sekundovém intervalu. Byl vytvořen soubor v Excelu, kde byl celý týden rozdělen na dny, které byly časově rozděleny ještě po minutách. Zpracovaná data spotřeby jednotlivých spotřebičů pak byly zadávány do tohoto Excelu přesně dle času a doby použití za měřený týden. Výsledkem pak je přesný přehled spotřeby a její kolísání. Dále celkové spotřeby za měřený týden a jednotlivé jeho dny. Jelikož některé spotřebiče byly měřeny po sekundových intervalech, muselo dojít k převedení hodnot do intervalů po minutě, kvůli lepšímu zadávání do souboru.

9) Graf týdenního kolísání spotřeby při použití domácích spotřebičů.



Graf.č.3- týdenní kolísání spotřeby

Vyhodnocení grafu:

Na grafu jde vidět, že převážná aktivita spotřebičů v měřené domácnosti každý den začíná kolem 14hod a končí kolem 18hod. Většina spotřeby je soustředěna mezi 14-17hod, z důvodu ceny za elektřinu, jelikož v tuto dobu běží elektroměr v nízkém tarifu T2.(viz Tab.č.4- Přesné, časové rozmezí NT, str.23). Je jasné, že v domácnosti, se často využívá dvou tarifní sazby za spotřebovanou energii, což vede k následné úspoře při platbách za využívané služby. Na grafu, lze také vidět, jak se jen výjimečně vyhoupne spotřeba elektrické energie výše než nad 2kW. Na každém z grafů, si lze všimnout podobnosti v časových nárůstech, zvláště přes pracovní týden, což je dáno pracovní stereotypem. Sobotní výkyvy jsou způsobeny především častým používáním kuchyňských spotřebičů, potřebným k vaření. Nižší části grafu jsou způsobeny malými, četnými spotřebiči. Výkyvy nad 1kW jsou zapříčiněny

odporovými spotřebiči, převádějících elektrickou energii na teplo. Všechny grafy denních kolísání jsou obsaženy v příloze č.1.

10) Celkově spotřebovaná energie svícením.

	Spotřeba osvětlení [kWh]	
Pondělí	1,71	
Úterý	2,79	
Středa	1,20	
Čtvrtek	1,22	
Pátek	1,42	
Sobota	0,36	
Neděle	2,20	
Celkový součet	10,89	

Tab.č.7- Celková spotřeba osvětlení

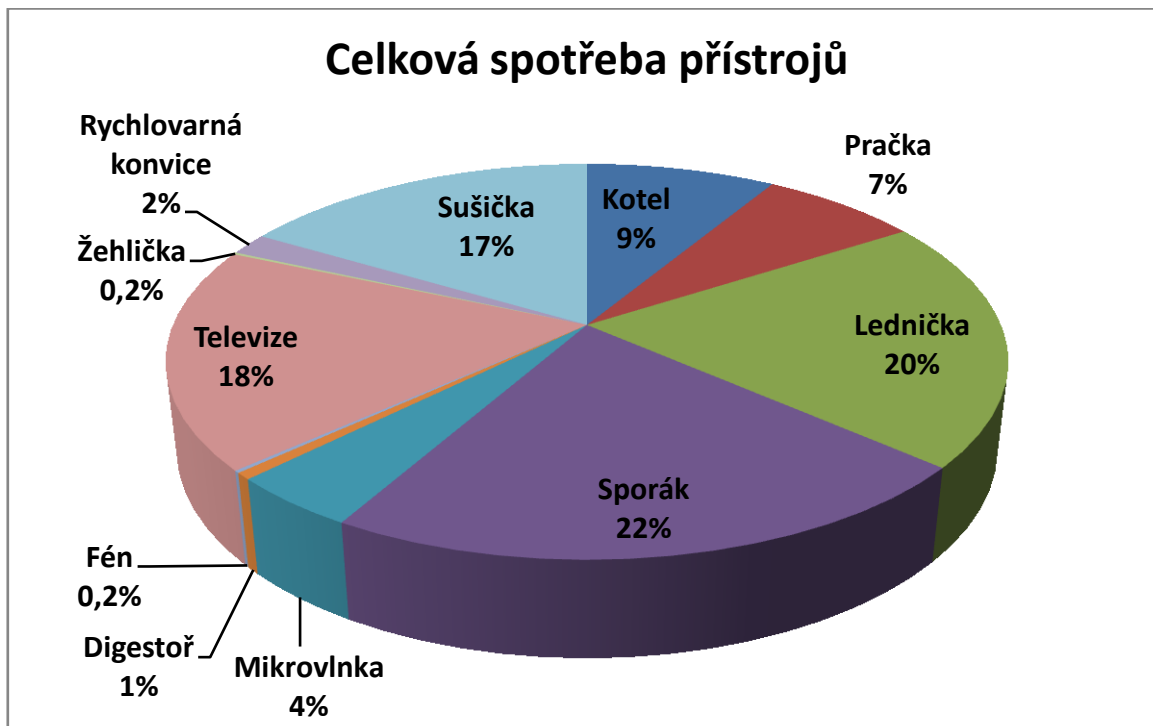
- Celková spotřeba osvětlením činí 10,89 kWh, což odpovídá odhadem průměrné spotřebě energie celkové energie za den. Musíme uvažovat, že měřený týden, byl v období jarní rovnodennosti, která připadá na: 20.3.2012, což má vliv na využití osvětlení, jelikož den i noc jsou přibližně stejně dlouhé. Kdyby měření proběhlo v době, kdy je den razantně delší než noc, bylo by využití osvětlení v měřené domácnosti nižší. Při průměrné ceně 4Kč (zanedbáváme tímto tarify a bereme odhadovanou průměrnou cenu) by nás tedy svícení v měřeném týdnu stálo **43Kč**. Měsíční náklady by byli tedy asi 4x vyšší, tudíž **174 Kč**. (ceny jsou jen orientační pro hrubou představu cen za provoz měřené domácnosti). Barevné označení jednotlivých dnů, souhlasí s grafem týdenního kolísání spotřeby.

11) Spotřebovaná energie domácími spotřebiči bez osvětlení.

	spotřebovaná energie přístrojů [kWh]	
Pondělí	8,27	
Úterý	6,23	
Středa	4,65	
Čtvrtek	7,06	
Pátek	5,75	
Sobota	13,14	
Neděle	6,16	
Celkový součet	51,27	

Tab.č.8.- Spotřebovaná energie domácími spotřebiči bez osvětlení

12) Graf procentního podílu na spotřebě domácími spotřebiči bez osvětlení.



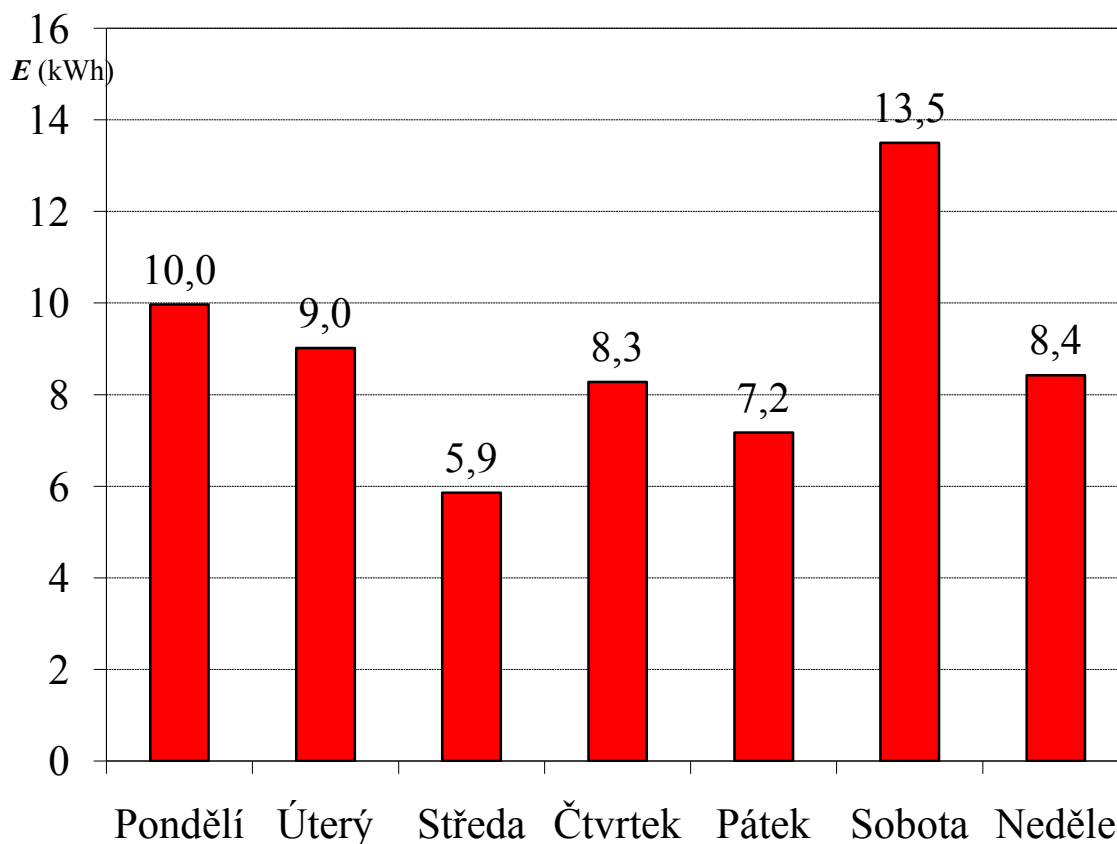
Graf.č.4- podíl spotřebičů na celkové spotřebě.

13) Celkově spotřebovaná energie.

	celková spotřeba energie [kWh]	
Pondělí	9,96	
Úterý	9,02	
Středa	5,86	
Čtvrtek	8,27	
Pátek	7,17	
Sobota	13,50	
Neděle	8,42	
Celkový součet	62,20	

Tab.č.9- Celkově spotřebovaná energie

- V tabulce celkově spotřebované energie je zahrnuta jak týdenní spotřeba svícením, tak týdenní spotřeba používáním elektrických přístrojů v měřené domácnosti.

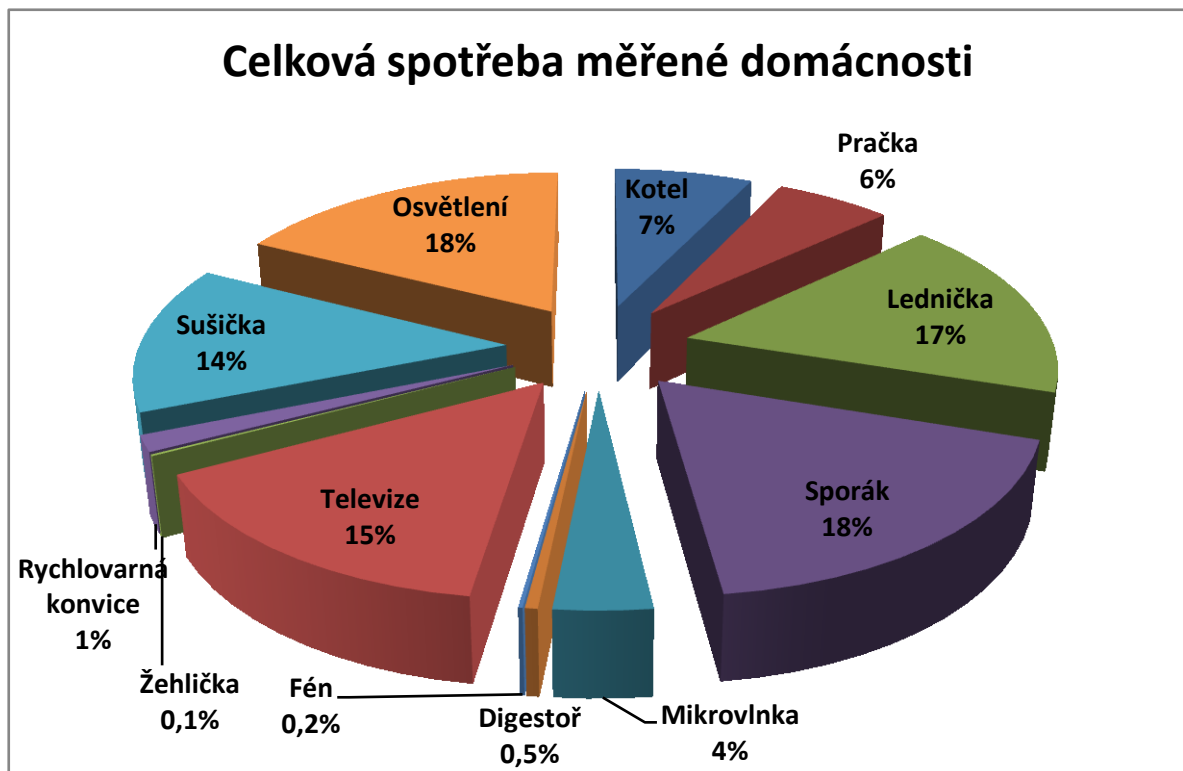
14) Graf celkově spotřebované energie spotřebiči i osvětlením.

Graf.č.5- Graf celkově spotřebované energie spotřebiči i osvětlením

Vyhodnocení grafu celkově spotřebované energie spotřebiči i osvětlením:

Na grafu celkově spotřebované energie za měřený týden je patrné, že dnem s nejnižší spotřebou, je středa. Je to dáno menším výskytem osob v domácnosti v tento den. Tudiž, lze vidět vliv počtu osob a době pohybu v domácnosti na celkovou spotřebu. Sobota jako den s největší spotřebou, je ovlivněna především četným použitím spotřebičů určených pro přípravu jídla na celý víkend. Sobota, je také dnem, kdy se využívá volného dne pro domácí práce jako praní a následné sušení, či žehlení prádla. Zvýšená aktivita v domácnosti v tento den je jasně znát na celkové spotřebě. Ostatní dny jsou v průměru přibližně podobné ve využití domácích spotřebičů.

15) Podíl všech spotřebičů i osvětlení na celkové spotřebě měřené domácnosti



Graf.č.6- podíl všech spotřebičů i osvětlení na celkové spotřebě měřené domácnosti

Vyhodnocení grafu:

Při pohledu na graf je patrné, že u některých spotřebičů, u kterých jsme předpokládali větší podíl na spotřebě jako je mikrovlnná trouba, fén, rychlovarná konvice a pračka není vliv na spotřebu během měřeného týdne nijak zvlášť patrný. Není to však, že by spotřebiče neměli vysokou spotřebu, ale v měřené domácnosti nedochází k jejich spínání na delší doby, nebo na vícečetné používání během týdne. Jejich předpokládaný podíl na spotřebě je tedy mnohem nižší, u některých ba i zanedbatelný. Přitom například osvětlení naopak od očekávání nízkého podílu na spotřebě jeví jako jeden z největších podílníků na spotřebě. Díky tomuto zjištění, by se mohlo uvažovat o spořivějším používání osvětlení, nebo o výměně osvětlení v místnostech s největší spotřebou za ekonomičtější. Lednice i přes svoji ne vysokou spotřebu, díky trvalému chodu, má velký podíl na spotřebě za měřený týden. Největším spotřebičem, je však elektrická trouba, využívána především k přípravě jídla přes měřený týden. Je tedy jasné, že snížením používání toho spotřebiče, by došlo k úsporám za spotřebovanou energii. Sušička jako další spotřebič s vysokým podílem, je nezbytnou součástí domácnosti, jelikož z důvodu střídavého počasí a ročních období, nelze vždy spolehnout na sušení prádla například na zahradě. Je však jasné, že pokud využijeme plně slunečních dní v letních měsících k sušení prádla, snížíme tím využití sušičky a tím i její vliv na spotřebu. Díky poznatku o vlivu různých spotřebičů na celkovou spotřebu elektrické energie, lze při zamyšlení u každého spotřebiče s větším podílem zajistit snížení jeho spotřeby a omezit jeho využití, jak jen je to možné.

16) Cena za provoz měřených spotřebičů.

Cena za provoz měřených spotřebičů					
Spotřebič	Doba provozu 1hod			Doba provozu 1min	
	Ø spotřeba [kWh]	VT	NT	VT	NT
Sporák	1,480	7,99 Kč	3,07 Kč	0,13 Kč	0,051 Kč
Mikrovlnka	1,326	7,16 Kč	2,75 Kč	0,12 Kč	0,046 Kč
pračka	0,800	4,32 Kč	1,66 Kč	0,07 Kč	0,028 Kč
Sušička	0,683	3,69 Kč	1,42 Kč	0,06 Kč	0,024 Kč
Toustovač	0,371	2,00 Kč	0,77 Kč	0,03 Kč	0,013 Kč
Žehlička	0,395	2,14 Kč	0,82 Kč	0,04 Kč	0,014 Kč
Vysavač	1,309	7,07 Kč	2,72 Kč	0,12 Kč	0,045 Kč
Fén	0,351	1,89 Kč	0,73 Kč	0,03 Kč	0,012 Kč
Rychlovamná konvice	1,453	7,85 Kč	3,02 Kč	0,13 Kč	0,050 Kč
Lednice*	0,062	0,34 Kč	0,13 Kč	0,01 Kč	0,002 Kč
Digestoř	0,035	0,19 Kč	0,07 Kč	0,00 Kč	0,001 Kč
Televize	0,067	0,36 Kč	0,14 Kč	0,01 Kč	0,002 Kč
Automatický kotel*	0,124	0,67 Kč	0,26 Kč	0,01 Kč	0,004 Kč

Tab.č.10- Cena za provoz měřených spotřebičů.

Vyhodnocení tabulky:

Spotřeba v kWh je průměrnou spotřebou za měřený cyklus spotřebiče, která se všech spotřebičů liší a je dána dobou využití přístroje, při které byl přístroj měřen. U spotřebičů označených hvězdičkou * (doba měření spotřeby 1den). Hodnoty spotřeby jednotlivých spotřebičů, byly brány z měření přístrojem MDS-U. U kotle byla brána spotřeba za 1hod při plném využití, tudíž při chodu jak posuvného zařízení paliva pomocí motoru tak i chod ventilátoru vhánějící vzduch do topeniště po dobu jednoho celého dne. Cena za VT(5,403Kč) a NT(2,076Kč) je brána dle smluvních podmínek vlastníka měřené domácnosti se společností ČEZ Distribuce, a.s.

5.6. Popis průběhů vybraných spotřebičů v měřené domácnosti.**1) Pračka BOSH maxx7****Výrobce:** BOSH**Typ:** Maxx7, volně stojící provedení**Rok výroby:** 2007**Konstrukce:** plněná zepředu**Energetická třída:** A++**Max. ot/min:** 400

Obr.č.8- Pračka Bosh Maxx7

Min. ot/min: 1400

Kapacita prádla: 7kg

Spotřeba vody: 47l

Rozměry výrobku:

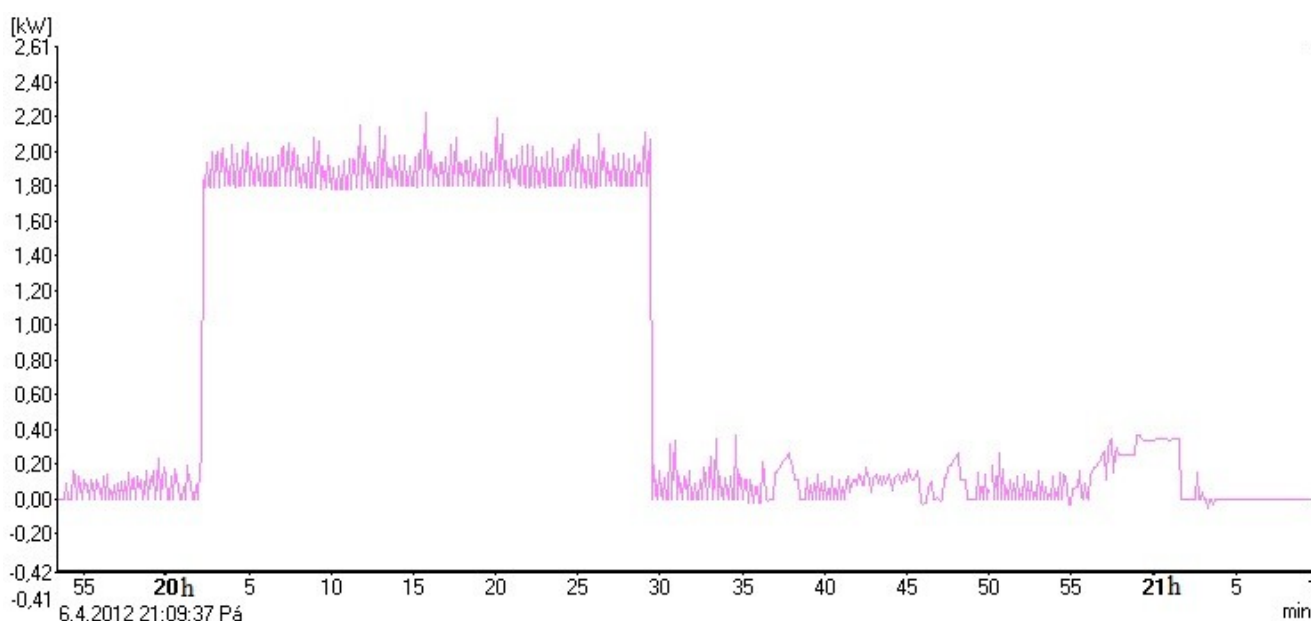
Hmotnost: 80.5kg

Výška: 84.7cm

Šířka : 60.0cm

Hloubka: 59.0cm

2) Průběh praní pračky BOSH Maxx7



Graf.č. 7- průběh praní pračky Bosh Maxx7

Popis grafu:

Měření bylo odstartováno v 19:53. Do cca 20:03 probíhalo máchání, poté je patrný strmý nárůst, který je důsledkem vytápění vody, v našem případě na 40°C. Následné kmitání výkonu mezi 1,8-2,0kW je máchání s udržováním požadované teploty daného programu. V 20:30 dochází k prudkému poklesu, kdy pračka přestává vyhřívat vodu při máchání. Ve 20:36 dochází k patrné změně křivky, kdy pračka nejprve vypouští použitou vodu a začíná odstředění. Poté pračka znovu napouští a pokračuje v máchání. Ve 20:46 pračka opět vypustí vodu a začíná odstředění. Dále se opakuje proces napouštění a máchání až do 20:56, kdy pračka spustí proces konečného odstředění. Ve 21:02 vidíme malý kmit, který je způsobem konečným několikanásobným protočením bubny pro oddělení prádla po odstředění. Časy praní jsou orientační, jen pro pochopení funkcí praní, které mají vliv na křivku výkonu. Díky tomu je jasné, že k největší spotřebě dochází při sepnutí topného tělesa, které ohřívá vodu používanou k praní.

3) Toustovač Severin SA 9275

Výrobce: SEVERIN

Typ: SA 9275

Rok výroby: 2008

Konstrukce: Termoizolační tělo, Studené držáky,
Protiskluzové nožky, Zápádka na rukojeti

Barva: bílá

Druh výrobku: opékač sendvičů

Termostat: nastavitelný

Komunikace: kontrolka zapnutí, kontrolka teploty

Výkon: 700W

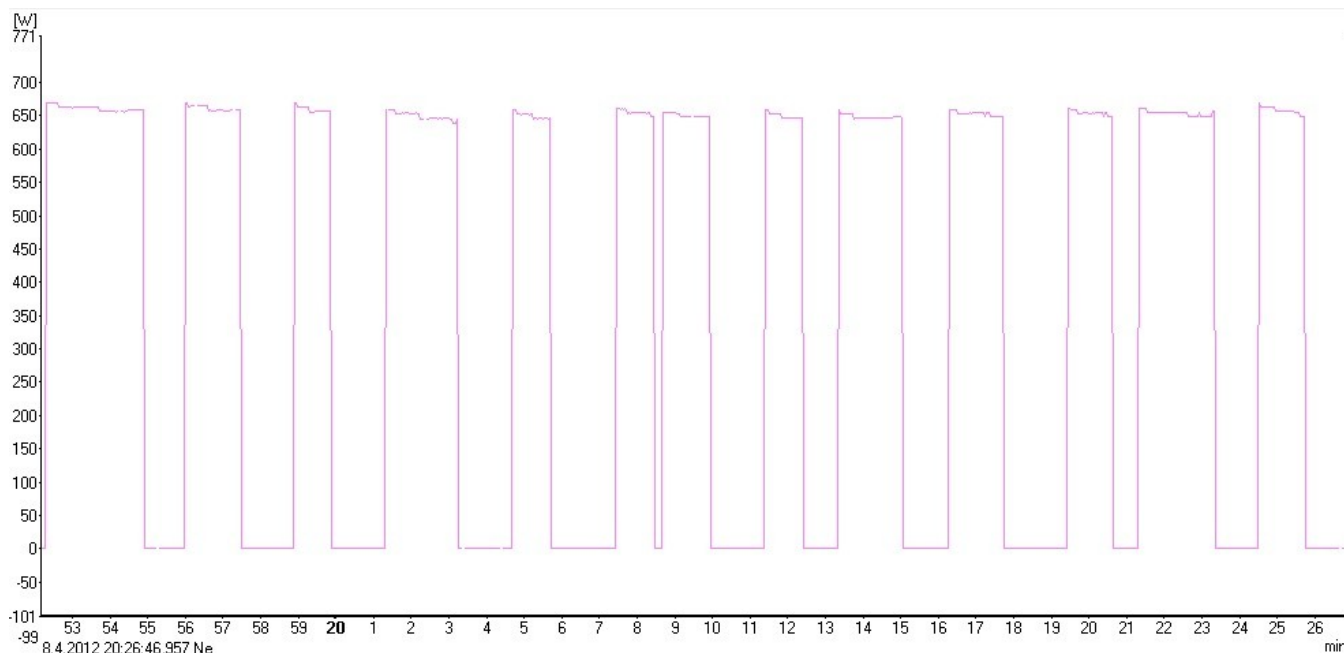
Destičky: Nepřilnavý povrch



Obr.č.9- toustovač Severin

Obr.č.9- Toustovač[13]

4) Průběh opékání toustovače Severin



Graf.č.8- Průběh opékání toustovače

Popis grafu:

Měření použití toustovače Severin začalo v 19:52. Okamžik po začátku měření vidíme strmý nárůst až nad hodnotu 650W. Tento nárůst je nejvyšší v celém grafu a je způsobem prvním rozehríváním pečících destiček na požadovanou teplotu. První rozehrívání má nejdelší časové rozmezí

a je jasně rozpoznatelné od ostatních cyklů. Po rozehrání přístroje na požadovanou teplotu termostat dle nastavení vypnul. Tím se jasně křivka odběru propadla v 19:55 až na nulovou hodnotu. Po necelé jedné minutě došlo ke vložení dvou toustů mezi pečící destičky. V tu chvíli došlo k ochlazení destiček a termostat dostal pokyn k sepnutí, aby se mohly destičky opět rozehrát. Z toho vyplývá druhý, strmý nárůst křivky. Mezi 57 a 58minutou došlo k propadu křivky, kdy přístroj byl opět rozehrán na správnou teplotu a došlo k vypnutí termostatu. Další strmý nárůst nastal chvíli před 59minutou, kdy opět poklesla teplota na destičkách, termostat sepnul a došlo k opětovnému rozehrávání. Další nadcházející strmý pád křivky je znakem toho, že tousty jsou již hotovy a bylo tedy učiněno jejich vyjmutí.

K opečení dvou toustů tedy připadají vždy dvě křivky nárůstu za sebou. Tím dokážeme určit počet toustů, které byly při měření opečeny. Došlo k šesti celkovým cyklům a za jeden cyklus opékání byly opečeny dva tousty, tudíž máme za dobu měření 12opečených toustů. Celkové délky opékání se však na grafu mění, je to dáno větší, nebo menší mírou opečení toustů, která je závislá na požadavcích uživatele přístroje.

6. Závěr

Cílem této práce bylo monitorování spotřeby energií v domácnosti. Díky teoretickým informacím došlo k seznámení s monitoringem měření energií v domácnostech. Byly zjištěny výhody i nevýhody jednotlivých odečtů a pochopení funkce a principů důležitých k monitorování spotřeby energií. Bylo docíleno seznámení s různými typy měřících přístrojů spotřeby vody, plynu i elektrické energie. Byly poodhaleny ekonomické aspekty a nové metody, které se začínají používat v domácnostech. Byly vysvětleny pojem inteligentní dům a bylo poukázáno na výhody těchto automatizovaných domácností a jejich vliv na spotřebu elektrické energie. Nejen však pozitivní vliv na spotřebu, ale i spousta dalších funkcí zjednodušující život v domácnosti ovládané systémem KNX/EIB byly zohledněny. Jako v každém odvětví, dochází v měření všech energií spotřebovávaných domácnostmi k pokroku technologií, které se snaží zjednodušit měření a odesílání dat, nebo technologie šetřící spotřebu a tím hlavně výdaje domácností za energie.

Hlavní náplní však bylo měření spotřeby elektrické energie v domácnosti. Díky přístroji MDS-U došlo ke změření spotřebičů v domácnosti a získání mnohých užitečných dat, které následně byly použity pro vyhodnocení spotřeby. Měřená domácnost tímto získala, přesná data o svém hospodaření a přehled největších podílů na spotřebě el. energie. Díky tomu je hlavním přínosem této práce, možnost snížení nákladů za provoz domácnosti, protože díky vyhodnocením a přehledným grafickým znázorněním byly objeveny největší spotřeby elektrické energie. Bylo například zjištěno, že osvětlení v měřeném týdnu mělo 18% vliv na celkovou spotřebu, což není vůbec zanedbatelné množství. Za spotřebič, který v daném týdnu spotřeboval nejvíce energie byl sporák, neboli elektrická trouba určená k pečení. Celkově použití přístrojů určených k přípravě nebo udržování pokrmů jsou znatelnými spotřebiči elektrické energie. Bylo také zjištěno, že lednice díky svému trvalému chodu, se velkým dílem podílí na spotřebě, a tudíž je vhodné při koupi tohoto spotřebiče pohlížet na jeho energetickou třídu a udávanou spotřebu. Obecně však je jasné, že pokud výměna spotřebiče není nutná a spotřebič není starší více jak 10-15let není spotřeba mezi nově pořízeným přístrojem a přístrojem v domácnosti velkým rozdílem. Dále díky všem užitečným zhodnocením a hodnotám, je možno poukázat na občasné zbytečné plýtvání elektrickou energií a je tedy možnost, díky odhalení největších „žroutů“ elektrické energie, chod těchto spotřebičů minimalizovat. Vlivem méně častého používání přístrojů, nebo správného využívání osvětlení, kdy nedochází ke zbytečným sepnutím spotřebičů, můžeme docílit snížení spotřeby a tím ušetření řádově stovek a dle doby spořivého využívání i tisíců Korun. Obyvatelé měřené domácnosti díky průzkumu ve spotřebě, mají nyní reálný pohled na chod domácnosti a jeho vlivu na spotřebu.

Díky mnohým získaným datům, by dále bylo možné navázat na další možná řešení snížení spotřeby, nebo by mohlo dojít ke zdokonalení měření energií. Elektronické přílohy jsou plné užitečných dat, s kterými může měřená domácnost nakládat dle svého uvážení a tím docílit k co nejúspornějšímu chodu své domácnosti například větším využitím doby NT. Při budoucí modernizaci domácnosti, lze díky poznatkům lépe vybírat nové spotřebiče podle jejich vlivu na spotřebu a zlepšit tak ekonomický chod domácnosti.

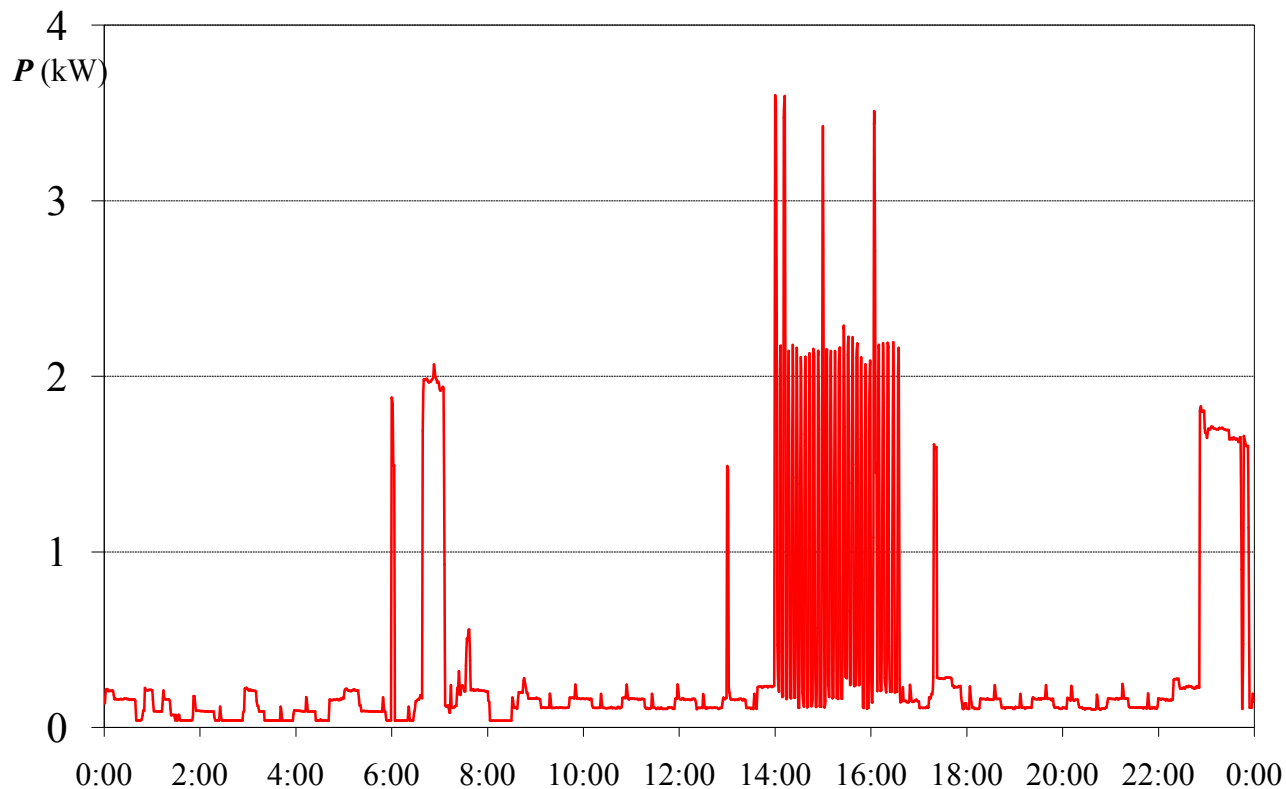
Literatura:

- [1] TOMAN, K. – KUNC, J.: Systémová technika budov – elektroinstalace podle standardu EIB. Praha, FCC Public 1998.
- [2] LOS, M. – HODER, K.: Účtování tepla uživateli bytu podle denostupňů. *Teplo & Peníze*, 1997, č. 8, s. 134-140.
- [3] MARTÁK, J. – LALUHA, K.: *Plynomery*. Bratislava, Alfa 1978.
- [4] JENČÍK, J.: Ultrazvukové průtokoměry. *Automatizace*, 1998, č. 5 s. 300-303.
- [5] DUDA, L.: Po stopách jedné zlaté medaile – hmotnostní průtokoměr CORIMASS G. *Automatizace*, 1995, č. 8, s.305-307.
- [6].Měříme spotřebu plynu, Josef Fryš 2005, <http://www.quido.cz/mereni/plyn.htm>
- [7] –: Obvody pro měření elektrického výkonu a energie v síti 230 V. *Konstrukční elektronika*, 1999, č. 1, s. 11-19. .
- [8] Měření, odečet a účtování spotřeby vody a energií v bytovém domě. WEBDESIGN MPRESENT S.R.O. AUTOMA: časopis, pro automatizační techniku [online]. 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33523
- [9] Měření tepla: Řešení pro efektivní vytápění objektů. INMES, spol. s r.o. *Měření tepla, měřiče tepla a vodoměry INMES* [online]. net.pointers.cz s.r.o., 2009 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://www.mereni-tepla.cz/mereni-tepla>
- [10] HL system: Moderní elektroinstalace, Inteligentní dům, Designové vypínače, Rozváděčová technika, Nosné systémy. HL SYSTEM S.R.O. *Co je řídicí systém KNX/EIB* [online]. Webdesign - Cyber Stream Technology s.r.o., 2008 [cit. 2011-12-10]. Dostupné z: <http://www.hlssystem.cz/cz/s661/HL-system/Inteligentni-budovy/c328-Co-je-ridici-system-KNX-EIB-elektroinstalace>
- [11] Dobryplyn.cz: Informační portál pro spotřebitele. . *Dobryplyn.cz: MĚŘENÍ SPOTŘEBY PLYNU V DOMÁCNOSTI* [online]. 2011 [cit. 2012-02-26]. Dostupné z: <http://www.dobryplyn.cz/view.php?navezclanku=mereni-spotreby-plynu-v-domacnosti&cislocclanku=2011020002>
- [12] ČEZ DISTRIBUCE, a. s. *ČEZ distribuce* [online]. 21012 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/cs/technicky-dispecink/hromadne-dalkove-ovladani.html?step=3&oblast=MORAVA&lokalita=RAJ&unikod=185&unikodtype=KOD_POVELU&submit=Vyhledej
- [13] HEUREKA. *Heureka: Bílé zboží* [online]. 21012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://sendvicovace.heureka.cz/severin-sa-9275/>

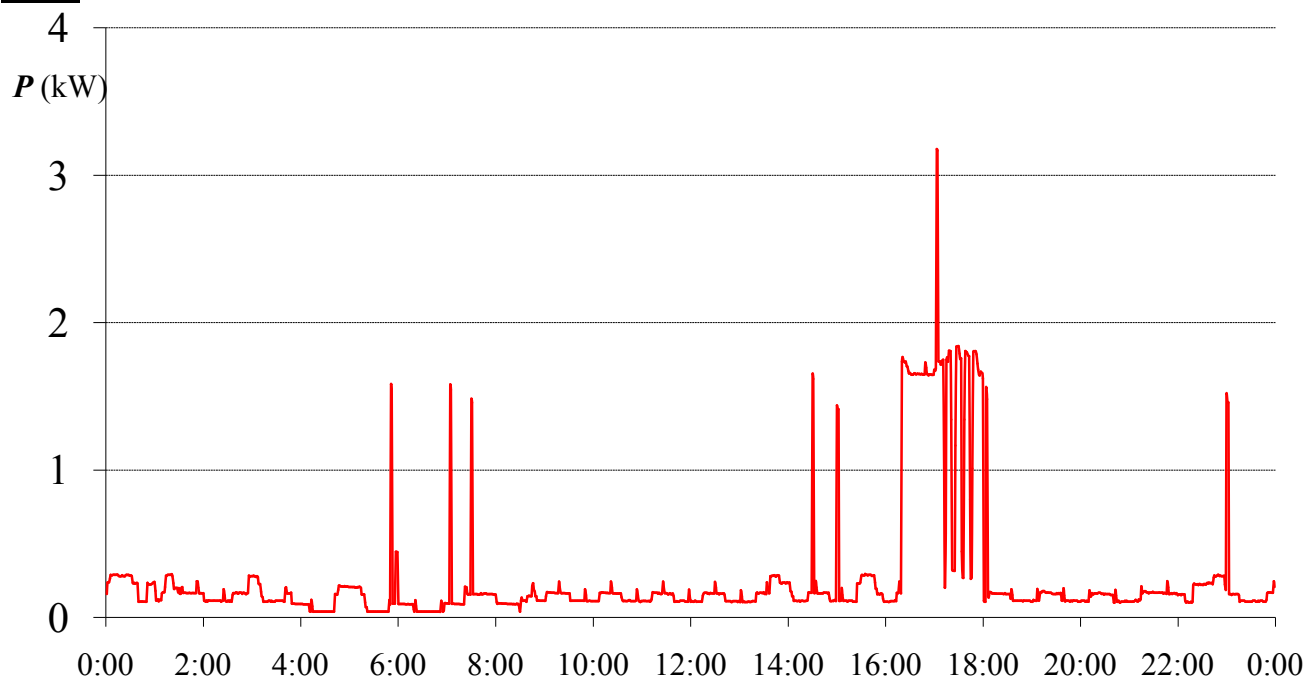
Příloha č.1

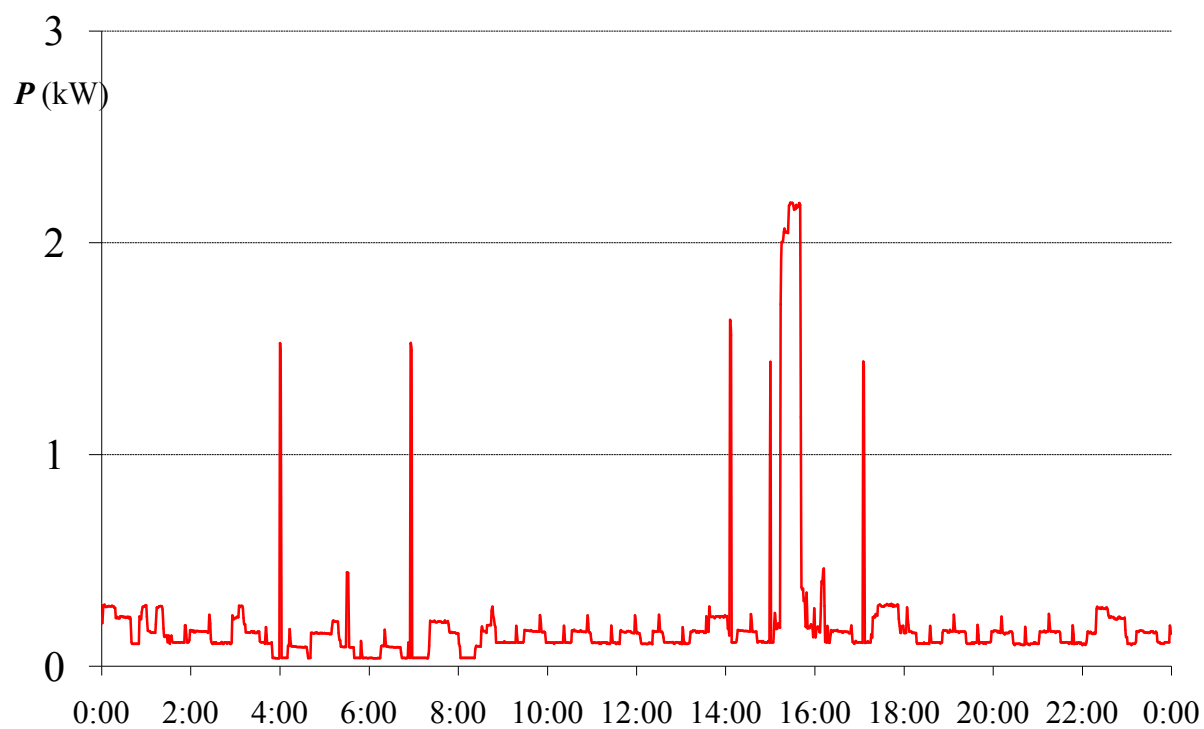
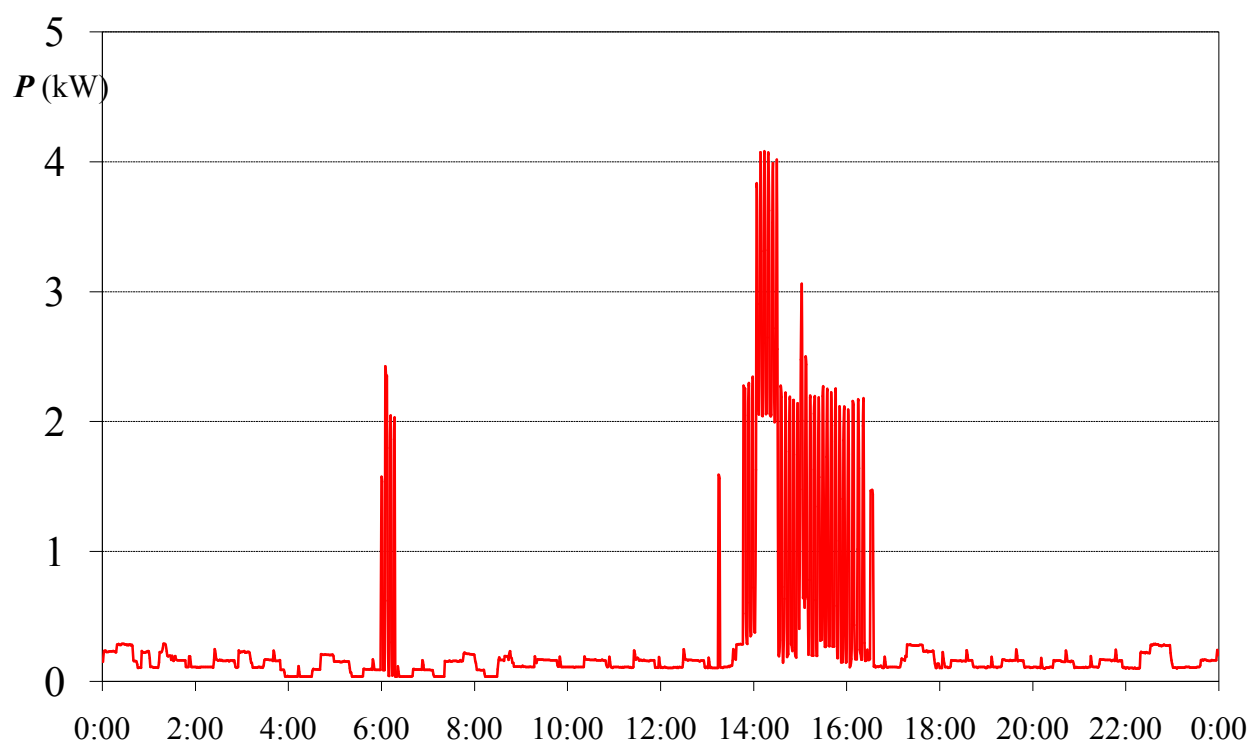
1) Grafy kolísání spotřeby podle dní v měřeném týdnu.

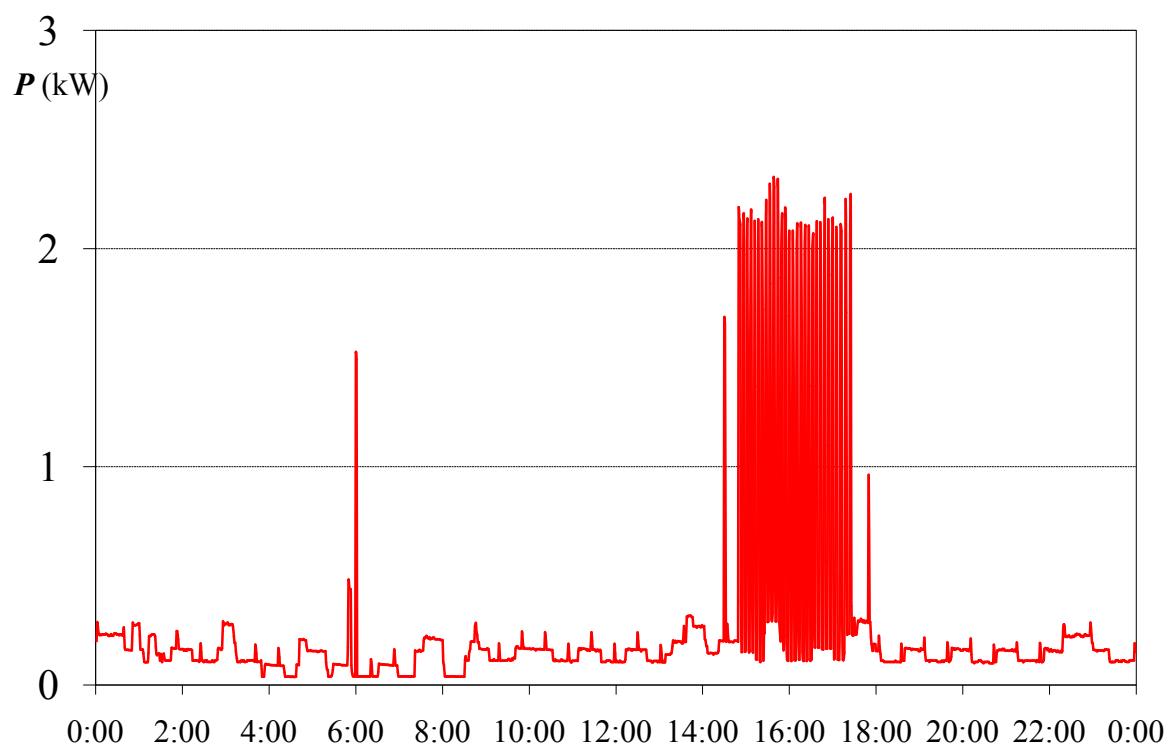
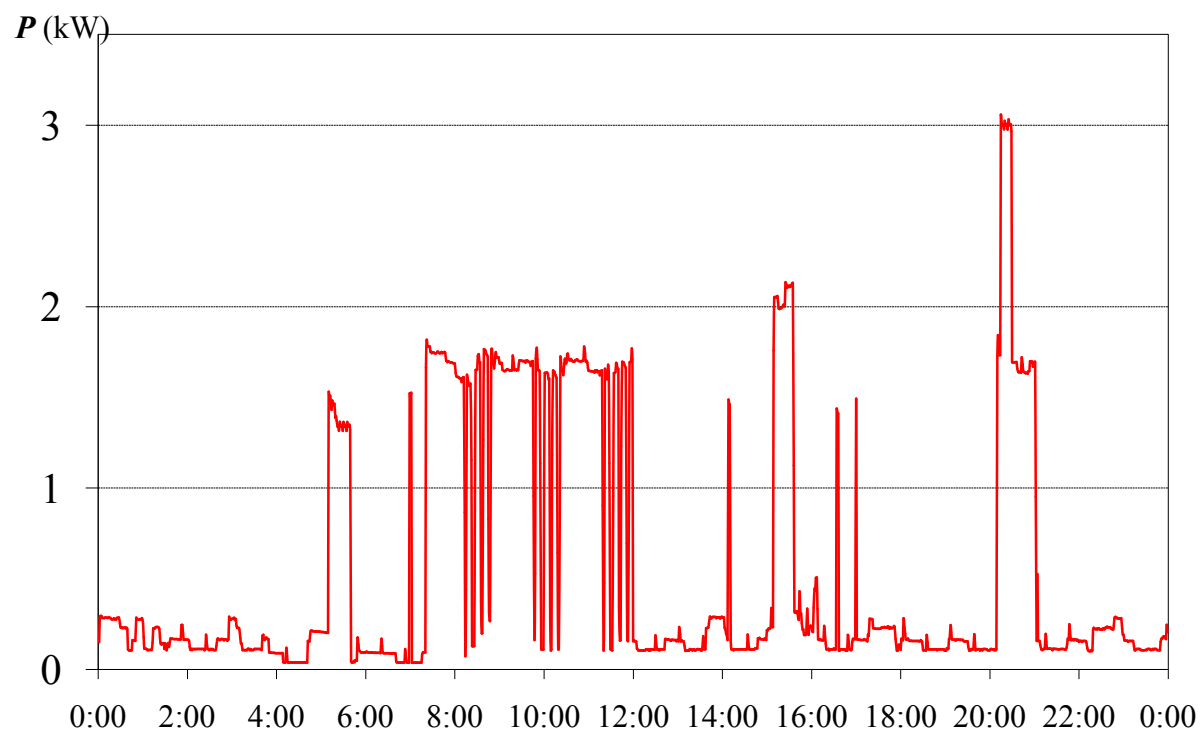
Pondělí

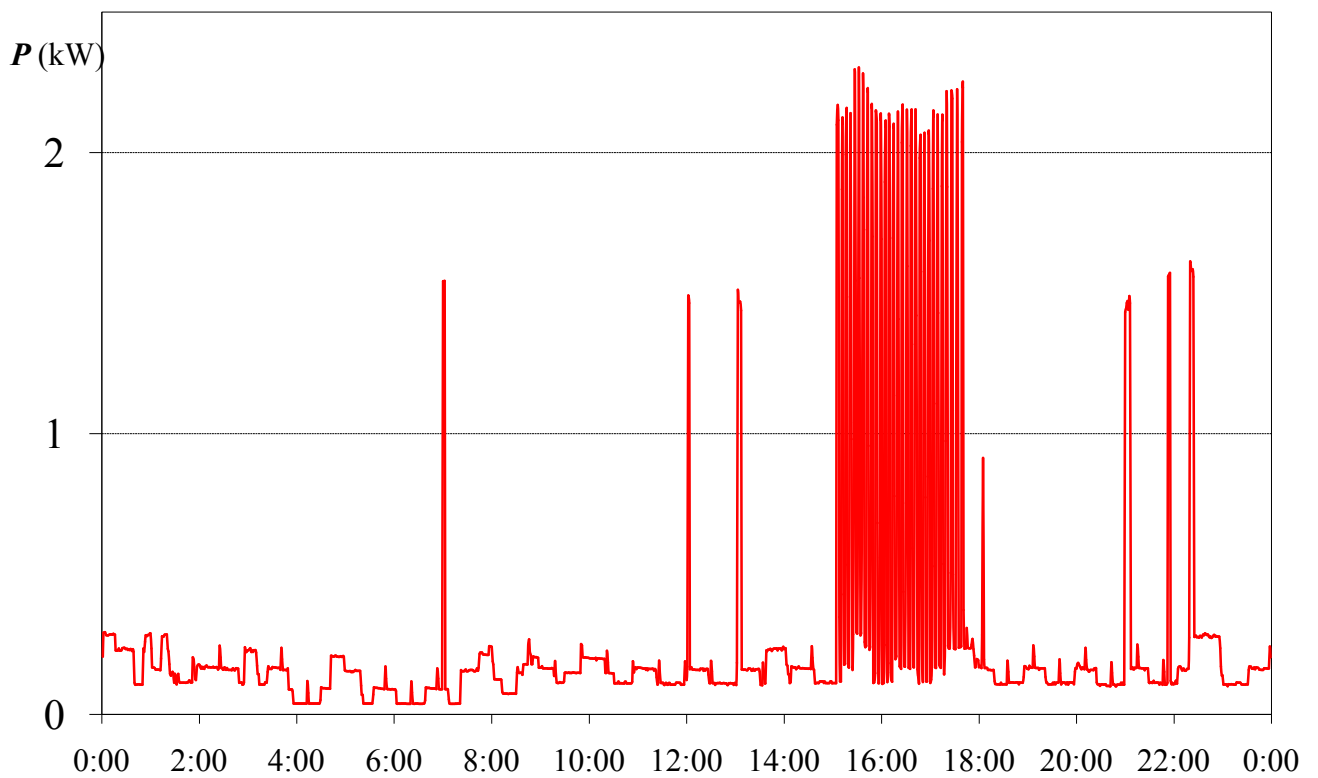


Úterý



Středa**Čtvrtek**

Pátek**Sobota**

Neděle**Vyhodnocení grafu:**

Na nedělním grafu, lze rozpoznat, že v období nízkého tarifu T2 je aktivita spotřebičů nejvyšší, nad 2kW. Nižší oblast grafu, je dána spotřebiči, které běží skoro nepřetržitě po celý den, jako je lednice, automatický kotel, televizor a další... nárůst v NT mají za příčinu spotřebiče, jako je např. pračka, sušička, rychlovarná konvice a další odporové spotřebiče.