

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ
ÚSTAV SYSTÉMOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A INFORMATIKY

**Možnosti úspor energie při využívání
výpočetní techniky**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Jaroslav Kyncl

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Martin Novák

2009

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATION
INSTITUTE OF SYSTEM ENGINEERING AND INFORMATICS

**Energy savings possibilities at computer
technology utilization**

THESIS

AUTHOR: Jaroslav Kyncl
SUPERVISOR: Ing. Martin Novák

2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav KYNCL**

Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**

Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**

Název tématu: **Možnosti úspor energie při využívání výpočetní techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Vlivy jednotlivých komponentů výpočetní techniky na spotřebu elektrické energie.

Možnosti šetření energií při používání výpočetní techniky.

Otestování spotřeby elektrické energie běžné počítačové sestavy, energeticky optimalizované verze a notebooku.

Doporučení úsporných řešení při nákupu nové výpočetní techniky a efektivita takovýchto opatření.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Horák, Jaroslav Hardware : učebnice pro pokročilé. Vyd. 1. Praha : Computer Press, 2001 365 s. ISBN: 80-7226-553-9

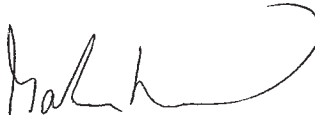
Husák, Miroslav; Jirásek, Lubor; Krejčířík, Alexandr Návrh napájecích zdrojů pro elektroniku. Cvičení Vyd. 1. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2006 174 s. ISBN: 80-01-03397-X

Mansfeld, Godehard; Ehrkamp, Jörg; Dralle, Steffen; Losík, Václav Rozšiřování a opravy PC : podrobný průvodce 1. vyd. Praha : Grada, 2000 278 s. ISBN: 80-7169-660-9

Minasi, Mark Velký průvodce hardwarem. 1. vyd. Praha : Grada, 2002 763 s. ISBN: 80-247-0273

Rybka, Michal; Vlček, Václav: Hardware - jak rozumět svému počítači, podrobný průvodce začínajícího uživatele. 1. vyd. Praha : Grada, 2002. 175 s. ISBN: 80-247-0151-0

Vedoucí bakalářské práce:



Ing. Martin Novák

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

6. října 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

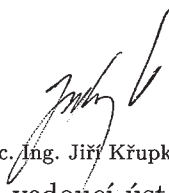
1. května 2009



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlášení

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 4 2009

Jaroslav Kyncl

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Novákovi za jeho odborné rady, věcné připomínky a vstřícný přístup. Poděkování patří také mým rodičům a manželce za trpělivost a podporu po celou dobu studia. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům IT oddělení Magistrátu města Pardubice za umožnění praktického měření na jejich výpočetní technice. Na závěr děkuji panu Jozefu Draganovi za zapůjčení měřicího přístroje.

Souhrn

Oblast informačních technologií prochází v posledních letech dynamickým vývojem, a to nejen v technologických parametrech, ale rovněž v otázkách ekonomické i ekologické šetrnosti vyvíjených produktů. Autor této bakalářské práce si klade za cíl podchytit problematiku úspor při využívání výpočetní techniky.

Energetická náročnost počítače se odvíjí od použitých komponentů, a proto je nejprve popsán vliv jednotlivých prvků výpočetní techniky. Dále jsou nastíněny možnosti šetření v této oblasti. Poté je provedeno měření spotřeby elektrické energie běžného počítače, energeticky optimalizované verze, notebooku a monitoru CRT a LCD. Na základě aplikovaného testování jsou navržena doporučení úsporných řešení při nákupu nové výpočetní techniky a popsána efektivita takovýchto opatření.

Klíčová slova

výpočetní technika, úspora elektrické energie, spotřeba elektrické energie, optimalizovaný počítač, optimalizace spotřeby

Summary

The section of the information technology goes through the dynamically development. This development is not only in the technological characteristics but also in the economics and the ecological issues in the economy of development products. Author of this bachelor work set up the target to catch the problems of savings during the using computer technology.

The energy intensity of the computer is dependent upon used components so firstly is described the effect of the feature component of the computer technology. There are described the possibilities of the savings in this section. There is also implemented the measuring of the power consumption of comon computer configuration, the power optimized version, the notebook and the monitors CRT and LCD. Base on application testing there are proposed recommendation of economy solution during the purchasing of the new computer technology and there is also described efficiency of this actions.

Keywords

the computer technology, the energy saving, the power consumption, the optimalized computer configuration, the optimalized consumption

Obsah:

<i>Úvod</i>	11
1 <i>Vliv komponent PC na spotřebu elektrické energie</i>	12
1.1 Komponenty počítače	12
1.1.1 Napájecí zdroj	12
1.1.2 Procesor	14
1.1.3 Základní deska	14
1.1.4 Grafická karta	15
1.1.5 Operační paměť – RAM	15
1.1.6 Pevný disk – HDD	15
1.1.7 Optické mechaniky	16
1.2 Monitory	16
1.2.1 CRT monitory	17
1.2.2 LCD monitory	17
1.3 Normy pro „zelené počítače“	18
1.3.1 Energy Star	18
1.3.2 TCO	19
1.3.3 80 PLUS	20
2 <i>Možnosti šetření energií při používání výpočetní techniky</i>	22
2.1 Úsporný režim	22
2.2 Režim spánku – hibernace	22
2.3 Stand-by režim	23
3 <i>Návrh optimalizovaného úsporného PC</i>	24
4 <i>Měření spotřeby elektrické energie</i>	26
4.1 Vymezení pojmu měření	28
4.2 Měření spotřeby elektrické energie počítačů	28
4.3 Jednotlivé stavy testování PC a notebooků	29
4.3.1 Zátěž CPU	29
4.3.2 DVD	29
4.3.3 Kopírování	29
4.3.4 Pohotovost	30
4.3.5 Stand-by	30

4.4	Měření spotřeby elektrické energie monitorů.....	30
4.4.1	CRT	31
4.4.2	LCD	31
5	<i>Výsledky měření.....</i>	32
5.1	Naměřená spotřeba počítačů	32
5.2	Naměřená spotřeba notebooků.....	33
5.3	Naměřená spotřeba monitorů.....	34
5.4	Výpočty možných úspor a jejich efektivita.....	36
5.4.1	Porovnání úsporného počítače oproti ostatním počítačům	36
5.4.2	Porovnání úsporného počítače s notebooky	38
5.4.3	Porovnání monitorů	39
5.4.4	Porovnání spotřeby ve stand-by.....	41
5.4.5	Odhad vývoje cen elektrické energie.....	42
5.5	Rozdíly ve výkonech	43
5.6	Návrh optimalizace IT a efektivita úsporných opatření.....	44
6	<i>Závěr.....</i>	46
7	<i>Seznam tabulek.....</i>	48
8	<i>Seznam obrázků.....</i>	48
9	<i>Seznam použité literatury</i>	49
10	<i>Seznam příloh</i>	52

Seznam zkratek

3D	3D, trojdimenzionální, trojrozměrný
AT	Advanced Technology, označení pro kategorii počítačů
ATI	ATI Technologies, jeden z největších výrobců grafických karet
ATX	Advanced Technology Extended, náhrada AT
ATX12V	Advanced Technology Extended, novější verze ATX
CPU	Central Processing Unit, ústřední výkonná jednotka počítače
CRT	Cathode Ray Tube, technologie monitoru s katodovou trubicí
DDR2	Double – data – rate two, typ operační paměti
DDR3	Double – data – rate three, typ operační paměti
DVD	Digital Versatile Disc, optické záznamové médium
EPA	Environmental Protection Agency, agentura na ochranu životního prostředí
FDD	Floppy Disc Drive, disketová mechanika
HDD	Hard Disk Drive, pevný disk
IT	Information Technology, Informační technologie
LCD	Liquid Crystal Display, zobrazovací jednotky s tekutými krystaly
PC	Personal Computer, osobní počítač
RAM	Random-Access Memory, paměť s libovolným, náhodným přístupem
RGB	Red, Green, Blue – červená, zelená, modrá – primární barvy složky
RPM	Rotation Per Minute, otáčky za minutu
TCO	Total cost of ownership, norma defin. ekologické a ekonomické požadavky
USB	Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice
VC940	VC940, typové označení měřicího přístroje značky Voltcraft

Úvod

Každý den jsou v televizi, novinách či na internetu mnohonásobně skloňována slova jako úspory nebo snižování nákladů, která se bezprostředně dotýkají každého jedince, i každé ať menší či větší firmy. Je stále důležitější uvědomovat si, že elektrické spotřebiče jsou nákladem nejen při jejich pořízení, ale i jejich provoz způsobuje finanční zatížení rozpočtu, a to především vynakládáním peněžních prostředků na elektrickou energii. Maximální pozornost si tedy vyžaduje kontrola nad náklady a cílené investice do výpočetní techniky

Energetická náročnost tedy stále více ovlivňuje rozhodování, a to nejen z důvodu nepřetržitého růstu ceny elektřiny, ale také osobní odpovědností každého za životní prostředí. Ta spočívá jednak v obrovském celosvětovém růstu spotřeby energie, dále v zátěži klimatu způsobeného používáním škodlivých látek při výrobě výpočetní techniky i nedostatečné recyklovatelnosti. V rámci snahy získat maximální tržní podíl se firmy v současné době předhánějí ve vývoji energeticky úsporných a ekologicky šetrných produktů. Tento trend mezinárodně do značné míry určují Evropská unie i Mezinárodní energetická agentura vydáváním norem.

Tato bakalářská práce bude nejprve zaměřena na zachycení vlivu jednotlivých komponentů výpočetní techniky na spotřebu elektrické energie. Problematika, jak vývoje energeticky nenáročných výrobků, tak ekologické zátěže, je v této oblasti řízena mezinárodními normami, které budou charakterizovány rovněž v první části práce. Dále budou prověřeny možnosti šetření energií při využívání infromatických produktů podle aktuální tržní nabídky.

V rámci této bakalářské práce bude otestována spotřeba elektrické energie vybraných běžných počítačů, energeticky optimalizované verze, notebooku a monitorů. Spotřeba bude měřena pomocí wattmetru, a to v různých úrovních zátěže. Ze zjištěných hodnot bude vypočtena průměrná spotřeba elektrické energie jednotlivých počítačů a vyvozeno zhodnocení naměřeného množství odebírané elektrické energie. Na základě uskutečněného výzkumu bude navržen počítač, který by mohl být využit jako úsporný kancelářský počítač s dostatečným výkonem. Na závěr budou doporučena úsporná řešení pro nákup nové výpočetní techniky a vysvětlena efektivita takovýchto opatření.

1 Vliv komponent PC na spotřebu elektrické energie

Energetickou náročnost výpočetní techniky určuje především samotné složení přístroje. Podle použitých komponent a přídatných zařízení totiž výpočetní technika spotřebovává více či méně elektrické energie. Například u počítače je největším odběratelem elektřiny samotný zdroj napájení, procesor a grafická karta. Vliv na spotřebu elektrické energie má také každé další zařízení pracující na mechanickém principu, jako je například pevný disk počítače a optické mechaniky. Ostatní prvky mají proti těmto částem zanedbatelný podíl na spotřebě elektrické energie počítače.

Pokud chtějí lidé uspořit za elektřinu a pořizují si právě nový počítač, měli by dodržovat několik zásad. První zásadou je nepoužívat výkonné grafické karty určené pro hry. Druhá důležitá zásada se vztahuje k volbě procesoru. Vyhýbat se výběru energeticky náročných procesoru zastaralých technologií. Dále je zapotřebí sledovat, kolik spotřebovává samotný zdroj, který často bývá jedním z největších spotřebitelů elektrické energie v počítači. Špatný zdroj o příkonu 300 W může spotřebovat až 100 W k svému provozu [1].

1.1 Komponenty počítače

V této podkapitole bude popsán vliv jednotlivých komponent počítače na spotřebu elektrické energie. Jedná se o tyto komponenty: napájecí zdroj, procesor, základní deska, grafická karta, operační paměť, pevný disk a optická mechanika.

1.1.1 Napájecí zdroj

V elektrické síti je dodáváno střídavé napětí 230 V s frekvencí 50 Hz. Toto napětí konvertuje napájecí zdroj na požadované hodnoty stejnosměrného napětí, kterým napájí jednotlivé komponenty počítače [2].

Existují napájecí zdroje lineární a spínané. Počítače využívají spínané napájecí zdroje. **Lineární zdroje** pracují s transformátory. Z tohoto důvodu uvolňují velké množství tepelné energie a jsou těžké a velké. **Spínané napájecí zdroje** využívané v počítačích jsou oproti lineárním lehké, menší a vydají do okolí méně tepelné energie. Jejich název je odvozen od principu funkčnosti. Spínaný zdroj sleduje požadavky na množství elektrického proudu v jednotlivých větvích. V daném okamžiku tedy pracuje pouze

se skutečně potřebným výkonem. Tím je zpravidla získána oproti lineárním zdrojům úspora elektrické energie [3].

Napájecí zdroje počítačů se vyrábí podle určených standardů. Jedním ze standardů, je dnes již zastaralý standard AT. AT nepodporoval softwarové vypnutí a zapnutí počítače. Zdroj a následně počítač se tedy zapínal a vypínal pouze pomocí síťového vypínače. Zdroje AT poskytovaly převážně napěťové větve pro napájení komponent počítače 12 V a 5 V. Po AT byl vytvořen standard ATX, který již podporoval softwarové zapnutí nebo vypnutí počítače. Existují tři stavy, v nichž se mohou tyto zdroje nacházet. Stav zapnuto (aktivní režim), kdy jsou všechny napěťové okruhy aktivní. Dalším stavem je stav stand-by. V tomto režimu je aktivní pouze větev s napětím 5 V, označená 5Vsb sloužící ke snadnému spuštění zdroje, tedy startu počítače. Třetím je stav vypnuto, kterého docílíme pouze vypínačem přívodního napájení přímo na zdroji nebo vytažením zdroje ze zásuvky. ATX poskytuje obvykle větve s napětím 12 V, 5 V a 3,3 V. Postupem času byl standard ATX aktualizován. Aktualizace se týkaly především zvyšování výkonů jednotlivých napěťových větví. Dnes již existuje standard ATX12V s 24 pinovým konektorem [2].

Stand-by režim zpravidla přináší oproti standardu AT negativní vliv na spotřebu elektrické energie. Pokud počítač se zdrojem standardu AT bude vypnut, neodebírání ze sítě žádnou elektrickou energii. Oproti tomu zdroj standardu ATX bude stále spotřebovávat malé množství elektrické energie, pokud nebude odpojen z elektrické sítě. To lze realizovat buď vytažením napájecího kabelu, nebo vypínačem přímo na zdroji, jenž odpojí zdroj od sítě elektrické energie.

Dnes využívaný standard ATX12V přináší velmi vysoké výkony napájecích zdrojů. V nabídce prodejců se například objevuje i zdroj s výkonem 1500 W. S vysokými výkony přichází stále se zvyšující spotřeba elektrické energie, zejména počítačů sloužících pro hry. Zde je nezbytně nutná snaha výrobců vyrábět zdroje s maximální možnou účinností, tím zvýší poptávku právě po jejich napájecích zdrojích.

„Nic není ideální a žádný zdroj nedosahuje 100 % účinnosti, nicméně ty kvalitní dražší zdroje se jí alespoň snaží přiblížit. Nízkou účinnost poznáte nejen na vysoké hlučnosti zdroje, jehož ventilátor se musí točit na vysokých otáčkách, aby teplo odvedl, ale také na svém účtu za elektřinu. Potřebuje-li vaše počítačová sestava například 300 W energie, při 90 % účinnosti zdroje bude ve skutečnosti odebírat 333 W, při 80 %

už ale 375 W. Z celkového příkonu zdroje se tedy přemění o 42 W energie na teplo více, což dá za 24 hodin provozu rozdíl o velikosti jedné kilowatthodiny. Peníze vynaložené při koupi dražšího zdroje s vysokou účinností se tak mohou časem vrátit [4].“

1.1.2 Procesor

Procesor je označován pojmem srdce počítače. Jedná se o složitý integrovaný obvod. Při své činnosti produkuje procesor ve většině případů nemalé množství tepla [5].

Toto teplo vyprodukované procesorem může být chápáno jako unikající nevyužitá energie. Procesor spotřebovává značné množství elektrické energie. Jak už bylo zmíněno, část této energie se ztrácí v podobě tepla a část energie využije procesor ke své činnosti. Výše spotřebované energie procesorem je závislá na výkonu procesoru, na frekvencích na kterých procesor pracuje, ale hlavně na technologii procesoru. Obecně se výrobci procesorů snaží stále zvyšovat výkon, ale zachovávat nebo snižovat jeho spotřebu elektrické energie, aby po nich zvýšily poptávku.

Snahou společností vyrábějící procesory je neustálý vývoj nových technologií pro výrobu procesorů. Právě tyto nové technologie umožňují stálé zvyšování výkonů procesorů, růst jejich účinností a díky tomu i snížení úniků energie v podobě tepla. K výrobě procesorů jsou používány různé speciální materiály. Procesory se v dnešní době vyrábí více jádrové. Je využíváno dynamické řízení jednotlivých jader. V procesoru jsou proto v daném okamžiku aktivní jen ty části, které jsou skutečně potřeba. Když tedy procesor není zatížen na 100 %, dokáže šetřit elektrickou energií [6].

1.1.3 Základní deska

Jako každý komponent počítače, tak i základní deska se podílí na celkové spotřebě počítače. Tato spotřeba elektrické energie je závislá na použité čipové sadě. Dalším činitelem jsou integrovaná zařízení, která základní deska obsahuje. Může to být například grafická karta, zvuková karta, řadič disků nebo síťová karta. S postupným růstem počtu integrovaných zařízení na základní desce, se zvyšuje její podíl na celkové spotřebě počítače [7].

V případě, že je pro práci s počítačem potřeba zařízení, jako je grafická nebo síťová karta, je integrací tohoto zařízení na základní desku docíleno úspory spotřebovávané elektrické energie.

1.1.4 Grafická karta

Grafické prostředky (grafická karta, monitor) slouží k zobrazení výstupů počítače. Počítač je tedy standardně vybaven grafickou kartou a monitorem. Pomocí těchto zařízení je realizován textový, ale také plně grafický výstup [8].

Existují grafické karty integrované na základní desce a grafické karty v podobě přídatných karet připojitelných pomocí k tomu určených slotů na základní desce. Integrované grafické karty jsou obvykle oproti přídatným kartám úspornějším řešením. Zpravidla spotřebují méně elektrické energie než karty přídatné. Přídatné grafické karty však dosahují vyšších výkonů. Výběr typu grafické karty závisí na požadovaném výkonu, který očekáváme od grafické karty. Obecně lze tvrdit, že čím vyšší je výkon grafické karty, tím vyšší je spotřeba elektrické energie.

Moderní grafické karty s velkým výkonem dokážou spotřebovat při svém plném zatížení opravdu velké množství elektrické energie. Například grafická karta ATI Radeon HD 4890 Turbo sama spotřebuje pro svůj provoz v nečinnosti přibližně 71 W. Při plném zatížení se tato spotřeba zvyšuje až na 149 W [9].

1.1.5 Operační paměť – RAM

Snahou výrobců je v dnešní době snižovat spotřebu elektrické energie i u operačních pamětí. Dnešními nejpoužívanějšími standardy jsou operační paměti typu DDR2 a DDR3. Tyto moduly jsou stejně velké, ale mají různý počet pinů pro připojení k základní desce. DDR2 paměťové moduly používají pro svůj provoz napětí 1,8 V, oproti tomu DDR3 pracuje již pouze s 1,5 V. Nižší napětí má za důsledek, že operační paměť produkuje při svém provozu méně tepla a zároveň má nižší spotřebu elektrické energie [10], [11].

1.1.6 Pevný disk – HDD

Ve stolních počítačích se standardně využívají 3,5" pevné disky. V notebookech se jedná o disky velikosti 2,5". Datové médium pevného disku je tvořeno několika

kotouči, na kterých je nanese magnetická vrstva. Nad těmito kotouči se pohybují magnetické hlavy, které slouží pro čtení a zápis dat. Kotouče se točí vysokou rychlostí, v dnešní době například 5400 RPM, nebo 7200 RPM. Vznášení hlav je důsledkem aerodynamického vztlaku nad roztočeným kotoučem. Hlavy se nikdy nedotknou kotouče, mohlo by dojít k poškození datového média, tedy ke ztrátě dat. V případě vypnutí disku zajistí mechanika magnetických hlav jejich zaparkování do vyhrazené parkovací oblasti. Pevný disk tedy obsahuje motorek točící diskem a mechaniku pohybující hlavami. Mechanické části ovlivňují spotřebu elektrické energie pevného disku. Tato spotřeba je závislá na momentálním stavu pevného disku. Záleží, zda se v danou chvíli pouze točí plotny, nebo je pracováno s daty. Ve chvíli, kdy bude pevný disk zatížen, bude jeho spotřeba elektrické energie oproti klidovému stavu zvýšena a zvýší se nepatrně spotřeba celého počítače [12].

V současné době výrobci vyrábí takzvané green verze pevných disků. Tyto disky mohou díky novým technologiím, oproti klasickým diskům, dosahovat až o polovinu menší spotřeby elektrické energie při stejném výkonu. Jsou méně hlučné a produkují také méně tepelné energie. U počítačových sestav je tedy vhodné green verze pevných disků z důvodu úspory energie používat.

1.1.7 Optické mechaniky

Optická mechanika bývá dnes obsažena běžně v každém počítači. Jedná se o zařízení pracující na mechanickém principu. Obsahuje motorek pro vysouvání a zasouvání optického disku, motor pro jeho roztočení a mechanismus pohybující s laserem, pomocí kterého jsou data z optického disku čtena nebo na něj zapisována. Vliv na spotřebu je závislý především na intenzitě využívání tohoto zařízení. Mechanické části jsou totiž v činnosti, pouze když jej uživatel potřebuje, tedy provádí - li čtení dat z optického disku nebo jejich zápis.

1.2 Monitory

Monitor je jedním z grafických prostředků počítače. Monitor tedy slouží k zobrazení grafického výstupu počítače, který do monitoru dodává grafická karta

1.2.1 CRT monitory

CRT monitor je starší typ monitoru zpracující analogový signál. Jedná se o velké zařízení s poměrně vysokým odběrem elektrické energie. Například CRT monitor AOC19“ 9K+ spotřebuje až 130 W elektrické energie [13].

„Obrazovka monitoru je v podstatě velkou elektronkou. Je to tedy vzduchoprázdňá baňka, která je na jedné straně rozšířená do plochy obrazovky (ta představuje anodu), na druhém konci je úzká válcová část s emitorem elektronů (tzv. elektronovým dělem), což je vlastně katoda elektronky – obrazovky. Na obrazovku je z vnitřní strany (té, na kterou dopadají elektronové svazky) nanesen luminoфор – materiál, který se rozsvítí dopadem elektronového paprsku. Paprsek postupně putuje po obrazovce a rozsvěcuje luminoфорové body. Jejich úkolem je zářit i tehdy, když paprsek již svítí na jinou část obrazovky [14].“

Při tomto zobrazování monitory CRT se uvolňuje spousta tepelné energie. Monitor tedy spotřebovává velké množství elektrické energie. V dnešní době již nejsou monitory CRT běžně v prodeji, ale ve spoustě firem nebo státních organizací se objevují stále ve velké míře.

1.2.2 LCD monitory

LCD monitory mají v současnosti na trhu největší zastoupení. Oproti CRT, umí LCD zpracovat digitální signál.

„Název technologie LCD pochází ze slova Liquid Crystal Display. Tato technologie je založena na elektromagnetických vlastnostech tekutých krystalů. Pomocí napětí na elektrodách jsou molekuly tekutých krystalů usměřňovány do příslušné polohy, přes které prochází polarizované světlo, jehož intenzita je tak polohou molekul regulována. Světlo je zajišťováno buď poosvětlujícími katodovými trubicemi nebo vnějším odraženým světlem. Katodové trubice vytváří tzv. bílé světlo, které je složeno z různých barevných spekter světla. Toto světlo je možné rozložit na tři primární barevné složky - červenou, zelenou a modrou (RGB). Každý obrazový bod je ohraničen dvěma polarizačními filtry, barevným filtrem (pro červenou, zelenou a modrou) a dvěma vyrovnávacími vrstvami. Vše je vymezeno tenkými skleněnými panely [15].“

Díky této technologii, na základě které LCD pracují, dosahují oproti CRT monitorům nižších hodnot spotřebované elektrické energie. Například LCD AOC 17“ 719 V spotřebuje při svém provozu maximálně 37 W [16].

1.3 Normy pro „zelené počítače“

Ekologický trend v přístupu k počítačům je nazýván „Green Computing“ čili zelené počítače. Snaha chránit životní prostředí vede k vývoji ekologicky šetrných produktů, které splňují direktivy cílené na maximalizaci efektivity nakládání s energií, dále redukcii nebezpečných materiálů v přístrojích a také podporu recyklace a biodegradability nefunkčních výrobků [17].

Stavět zelené počítače je mezinárodně propagovanou iniciativou na záchranu klimatu, která má přinést do roku 2010 výrazné snížení emisí skleníkových plynů. Jejím záměrem je v první řadě naplnění požadavků na energetickou úspornost podle doporučení Energy Star. Přihlásila se k ní řada světových výrobců počítačů a komponentů. Je například vyžadováno, aby podle specifikace Energy Star 2007, napájecí zdroje PC dosahovaly účinnosti alespoň 80 %. Nová iniciativa počítá s navýšením účinnosti na minimálně 90 % do roku 2010.

Poté se připojily společnosti patřící, jak mezi zákazníky, tak mezi výrobce výpočetní techniky, dále skupiny usilující o ochranu přírody, dodavatelé energií, státní úřady aj. Tyto firmy se zavázaly při nákupu nových stolních PC a serverů preferovat úsporná zařízení, dále zavádět a používat na PC nástroje k řízení spotřeby energie. Existuje server www.climatesavercomputing.org, který uživatele seznámí s novinkami pro využívání výpočetní techniky [18].

Klíčovými normami definujícími parametry pro úsporné či tzv. „zelené počítače“ jsou například norma Energy Star, TCO a 80 PLUS.

1.3.1 Energy Star

Energy Star je základní normou definující kritéria pro každou kategorii kancelářského zařízení tak, aby jeho výroba a následné používání vedlo k minimalizaci spotřebované energie, neboť úspora energie pomůže snížit emise skleníkových plynů a znečištění vzduchu vznikajícího při výrobě elektřiny. Cílem této normy jsou tedy

úsporné a šetrné spotřebiče. Do tohoto programu se zapojují firmy a spotřebitelé z celého světa. Spotřebitelé jsou nabádáni k nákupu produktů s označením Energy Star, což zároveň představuje stimul pro výrobce, protože získání tohoto štítku představuje potenciál pro získání zákazníků [19].

Následující tabulky zachycují požadavky normy Energy Star. Tyto požadavky musí počítače nebo notebooky splnit, aby mohly získat logo Energy Star. Zároveň platí, že použité zdroje v zařízení musí splňovat normu 80 PLUS.

Tabulka 1 – Požadavky normy Energy Star na PC v různých režimech [W]

PC	Požadavky
Stand-by	≤ 2
Režim spánku	≤ 4
Počítač v klidu (rozděleno do 3 skupin)	A: ≤ 50
	B: ≤ 65
	C: ≤ 95

Zdroj: autor – upraveno na základě [20]

Tabulka 2 – Požadavky normy Energy Star na notebooky v různých režimech [W]

Notebook	Max. spotřeba
Stand-by	≤ 1
Režim spánku	$\leq 1,7$
Notebook v klidu (rozděleno do 2 skupin)	A: ≤ 14
	B: ≤ 22

Zdroj: autor – upraveno na základě [20]

1.3.2 TCO

Norma TCO definuje u výpočetní techniky ekologické i ekonomické parametry. Norma je zaměřena na ekologii výroby, recyklovatelnost, dobrou použitelnost fyzické i zrakové ergonomie, elektromagnetické vyzařování a elektrickou a požární bezpečnost. Byla zavedena v roce 1992 pod označením TCO' 92. Postupně ale docházelo ke zpřísnování požadavků a na svět přicházely nové verze norem, které mají stále náročnější

požadavky na výrobky homologované normou TCO. Pro splnění této normy jsou důležité následující požadavky [21]:

- zákaz používání škodlivých látek (olovo)
- bezolovnaté pájení (extrémní spolehlivost)
- použití materiálů umožňujících recyklaci
- minimální emise záření
- minimální energetická spotřeba (PowerSave)
- vysoká bezpečnost
- zvýšené nároky na ergonomii (např. výškově nastavitelný stojan u monitorů)

V současnosti existují normy TCO pro LCD monitory, stolní počítače, notebooky, klávesnice, ale už i pro tiskárny. Z hlediska úspory elektrické energie se norma TCO zabývá také tzv. power managementem neboli schopností zařízení přepnout se do úsporného režimu. Přístroj má být zapnut a odebírat elektrickou energii pouze v případě, že je aktivně používán. Dále je normou TCO kladen důraz na minimalizaci odběru elektřiny, když zařízení právě pracuje [21].

1.3.3 80 PLUS

80 PLUS je norma týkající se především napájecích zdrojů počítačových, dále zdrojů notebooků a LCD monitorů. V této normě je definován požadavek, aby napájecí zdroje měly co největší účinnost a tudíž nebyly sami spíše spotřebičem. V dnešní době již není problém koupit PC sestavu s napájecím zdrojem splňujícím tuto normu, ale stále jsou běžně dodávány PC sestavy se zdroji, které mají svoji účinnost velmi nízkou a normu 80 PLUS nesplňují. Účinnost zdroje je zjišťována a předepsána při zátěži 20 %, 50 % a 100 %. Norma 80 PLUS se rozděluje do čtyř skupin podle účinnosti zdroje [22].

Z následující tabulky 3 je patrné, jak je důležité přemýšlet o správné volbě zdroje při sestavování PC. Je dáno, že napájecí zdroje dosahují nejvyšší účinnosti při zátěži 50 %, a proto je správné optimalizovat je k sestavě tak, aby po většinu práce na daném zařízení byl zatížen právě polovinou svého maximálního výkonu.

Tabulka 3 – Účinnost napájecího zdroje dle normy 80 PLUS [%]

Zátěž	Účinnost napájecího zdroje dle normy			
	80 PLUS	80 PLUSBronze	80 PLUS Silver	80 PLUS Gold
20 %	≥ 80	≥ 82	≥ 85	≥ 87
50 %	≥ 80	≥ 85	≥ 88	≥ 90
100 %	≥ 80	≥ 82	≥ 85	≥ 87

zdroj: autor – upraveno na základě [22]

2 Možnosti šetření energií při používání výpočetní techniky

Hledání možností, jak ušetřit, patří, v dnešní těžké době poznamenané světovou hospodářskou krizí, mezi prioritní činnosti manažerů. Uvědomují si, že je stále důležitější analyzovat problematiku nákladovosti investic, výpočetní techniku nevyjímaje, a to nejen v zaměření na náklady vynaložené na nákup, ale především na provoz elektrických spotřebičů. Nad spotřebou elektrické energie je důležité se zamýšlet nejen z důvodu stále rostoucí ceny elektřiny, ale také z důvodu celosvětového růstu spotřeby, která výrazným způsobem zatěžuje životní prostředí.

2.1 Úsporný režim

V úsporném režimu jsou vypínány jednotlivé komponenty počítače. Tudíž se sníží spotřeba elektrické energie počítače, ale zůstává stále vyšší, než když je počítač v režimu stand-by. Úsporný režim ale umožňuje rychlý návrat k rozdělané práci během pár sekund. To je možné z důvodu udržování dat v operační paměti. V případě výpadku elektrické energie dojde ke ztrátě rozpracované činnosti [23].

Úsporný režim je vhodné použít v případě rozdělané práce, když uživatel plánuje v práci pokračovat, ale je nucen odejít od počítače. Na krátkou dobu by bylo neekonomické počítač vypínat a zapínat, z důvodu vyšší spotřeby elektrické energie při jeho startu. Zároveň by také nebylo ekonomické nechat ho plně spuštěný. Úsporný režim v tomto případě vzhledem ke spotřebě elektrické energie zastává roli nejschůdnějšího řešení.

2.2 Režim spánku – hibernace

Tento režim je využíván především pro přenosné počítače. Bývá často využíván v situacích, kdy uživatel potřebuje pokračovat v rozdělané práci, ale odejde na delší dobu od počítače. Jedná se prakticky o kombinaci úsporného režimu a stand-by režimu. Rozdíl oproti režimu úspornému spočívá v udržování dat z operační paměti. Režim spánku její obsah ukládá na pevný disk počítače. Tím se stává rozdělaná práce lépe chráněna, například před náhlým výpadkem elektrické energie. Počítač po uložení

obsahu operační paměti přechází do režimu stand-by. Díky způsobu uložení dat z operační paměti má tento režim oproti režimu úspornému delší dobu přechodu do spánku i při probouzení, ale ušetří nám více elektrické energie [23].

2.3 Stand-by režim

„Stand-by režim je pohotovostní stav elektrospotřebičů zajišťující možnost okamžitého startu do plného výkonu, nejčastěji pomocí dálkového ovladače. Nejznámější využití stand-by režimu je u televizí, audio a video techniky, PC apod. Spotřebiče ve stand-by odebírají sice relativně malé množství elektřiny, zato však neustále [24].“

Tuto problematiku rovněž řeší Mezinárodní energetická agentura i Evropská unie. Jejich nařízení nutí výrobce, aby vyvíjeli výrobky s maximálním příkonem 2 W v pohotovostním režimu. V současné době se spotřeba ve stand-by režimu pohybuje okolo 2 až 10 W, u starších spotřebičů až 20 W. Evropská komise chce limity nadále snižovat. Existují vize budoucnosti, že se sníží spotřeba energie ve stand-by režimu na 0,5 W nebo 1 W, tedy na hodnoty, které se blíží úrovni dosažitelné pomocí nejlepších dostupných technologií. Snížení spotřeby ve stand-by režimu by mělo do roku 2020 poklesnout o tři čtvrtiny [25].

Další možností přispívající k energetické šetrnosti je odpojení počítače od elektrické sítě, což je možné realizovat pomocí spínače umístěného přímo na napájecím zdroji nebo pomocí zásuvek s vypínačem. Stiskem jednoho ze spínačů bude počítač odpojen od elektrické sítě a nebude již odebírat žádnou elektrickou energii. Při současných hodnotách spotřeby elektrické energie počítačů v režimu stand-by tímto jednoduchým a dostupným řešením ušetříme nemalé množství elektrické energie.

3 Návrh optimalizovaného úsporného PC

V této tabulce 4 je vypsána specifikace komponent počítače, které byly na základě současné tržní nabídky voleny tak, aby výkonnostně vyhovovaly požadavkům pro kancelářskou práci, a zároveň byly ekonomicky šetrné. Dále je v tabulce uvedena cena, za níž bylo možné tyto prvky zakoupit dle ceníku z e-shopu Czech Computer a komponenty označené * dle e-shopu Itlevne.cz (duben 2009).

Tabulka 4 – Komponenty úsporného počítače

Název komponentu	Specifikace	Cena [Kč]
Napájecí zdroj	Seasonic SS-350ET-F3 350W	816
* Základní deska	Intel Desktop Board D201GLY2, Chipset SiS964, SiS662	1421
Procesor	Intel Celeron 220 1,2 GHz (integrované)	0
Operační paměť	DDR2 1GB Kingston KVR667D2E5/1G 667MHz	371
Grafická karta	SiS Mirage graphics (integrované)	0
Pevný disk	Seagate ST3160813AS, 160 GB, 7200 RPM, SATAII	908
Optická mechanika	LG GH22NP20	485
Skříň	Thermaltake WingMA VI5000BNS	922

Zdroj: autor

Základem návrhu optimalizovaného úsporného počítače je základní deska Intel Desktop Board D201GLY2. Rozhodnutí vybrat tuto základní desku bylo podpořeno faktem, že obsahuje integrovaný procesor Intel Celeron 1,2 GHz a zároveň grafickou kartu Sis Mirage. Bylo předpokládáno, že tento procesor i grafická karta budou svým výkonem plně dostačující pro kancelářské využití počítače. Od integrace procesoru a grafické karty na základní desku byla očekávána nízká spotřeba elektrické energie. Tato základní deska s procesorem a grafickou kartou tvoří tedy dobrý základ pro úsporný kancelářský počítač. U této desky je lákavá nejen představa nízké spotřeby, ale také její nízká pořizovací cena. Další předností tohoto úsporného počítače je použití zdroje Seasonic 350 W splňujícího normu 80 PLUS. Požadavkem na napájecí zdroj počítače bylo dosažení co nejvyšší účinnosti zdroje a tedy i splnění normy 80 PLUS.

Zdroj Seasonic byl zvolen z důvodu jeho vysoké účinnosti 85,95 % (při 50 % zatížení). Splňuje tedy normu 80 PLUS Bronz [26].

Dosahuje tedy vysoké účinnosti, tudíž menší spotřeby elektrické energie na svůj provoz oproti standardním zdrojům. Pro navrhovaný úsporný počítač by více vyhovoval zdroj s nižším výkonem, aby pracoval přibližně s 50 % zatížením. Na trhu nejsou ale zdroje s tak nízkým výkonem běžně k dostání. Proto byl zvolen zdroj s výkonem 350 W, což je prakticky nejnižší výkon dnes běžně dostupných napájecích zdrojů.

Dále byl použit paměťový modul Kingston 1 GB s frekvencí 667 MHz a časováním CL5. K výběru právě tohoto paměťového modulu vedla nízká spotřeba elektrické energie uváděná výrobcem 2,106 W [27].

V úsporném počítači stačí pevný disk s menší kapacitou. Byla zvolena kapacita 160 GB. Dnes jsou vyráběny tzv. green verze pevných disků, které spotřebovávají méně elektrické energie oproti klasickým pevným diskům, avšak ve větších kapacitách než je 160 GB. Byl tedy zvolen pevný disk Seagate 160 GB, který bude plně dostačující pro tuto úspornou sestavu.

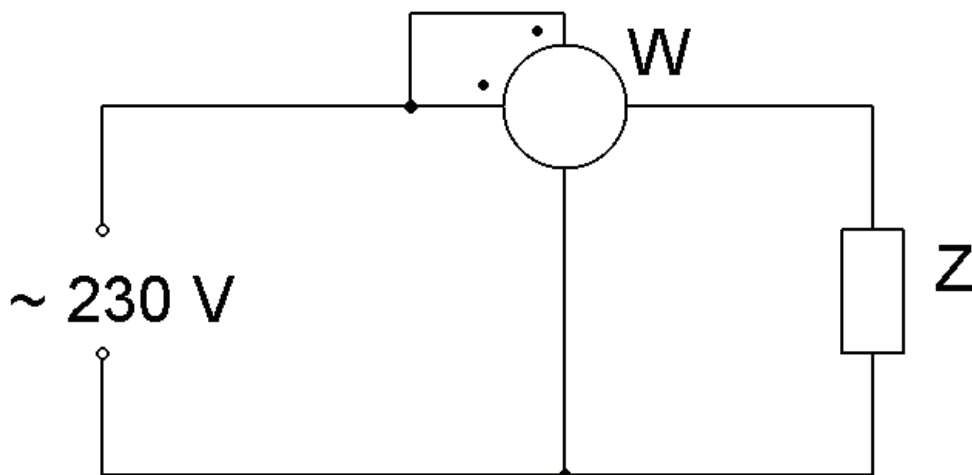
Jednotlivé komponenty byly složeny do počítačové skříně microtower od výrobce Thermaltake. Tato skříň díky své propracované konstrukci zajišťuje správné chlazení počítače. V zadní části skříně je umístěn ventilátor o rozměru 120 mm. Ten odvádí teplý vzduch ze skříně. V přední a boční části skříně jsou otvory pro proudění vzduchu. Vše dohromady spolu s ventilátorem zdroje zajistí potřebnou cirkulaci vzduchu ve skříni.

Sečtením cen jednotlivých komponentů je získána částka 4 923 Kč. Jedná se tedy o úsporný a zároveň levný počítač vhodný k práci v kanceláři. Nejedná se samozřejmě o počítač vhodný pro hraní počítačových her. Celková cena tohoto počítače se bude tedy přibližně pohybovat kolem hodnoty 5 600 Kč. Z toho 4 923 Kč je cena za komponenty a zhruba 600 Kč je plánováno na zaplacení práce sestavení tohoto počítače. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

4 Měření spotřeby elektrické energie

Důvodem provedení praktického měření spotřeby počítačů, notebooků a monitorů bylo zjistit jejich skutečné spotřeby elektrické energie. Z těchto naměřených hodnot bude provedeno porovnání jednotlivých počítačů, notebooků a monitorů podle spotřeby elektrické energie. Cílem tohoto porovnání bude zjištění možností úspor elektrické energie. Do praktického měření bylo zahrnuto sedm stolních počítačů, tři notebooky, pět monitorů LCD a tři monitory CRT. Mezi stolní počítače byl zahrnut také navržený optimalizovaný (úsporný) počítač, vhodný k běžné kancelářské práci.

Měření bylo provedeno kalibrovaným měřicím přístrojem Voltcraft VC 940. Jedná se o multimetr, který se dá použít i jako wattmetr. Tento měřicí přístroj je velmi přesný. Jeho chyba je $\pm (2 \% + 50)$. Měřicí rozsah wattmetru se pohybuje v rozmezí 0,1 W až 2500 W.



W – wattmetr

Z – zátěž

Obrázek 1 – Schéma zapojení wattmetru

Zdroj: autor

Výše uvedené schéma, obrázek 1, zobrazuje zapojení wattmetru, pomocí kterého byla zjišťována spotřeba elektrické energie. Tento způsob spočívá v měření elektrického proudu na zátěži a elektrického napětí na wattmetru.

Pro snadné připojení wattmetru do obvodu k měřenému zařízení byl použit adaptér pro výkonová měření. Jednotlivá měření probíhala při teplotě $21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Každé měření proběhlo deset krát, z důvodu získání co nejpřesnějších výsledků. Ze získaných hodnot v jednotlivých stavech byl vypočten, dle níže uvedených vzorečků, aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Vypočítaný aritmetický průměr byl pokládán za výslednou spotřebu elektrického zařízení v daném stavu, viz příloha 3 a 4.

Aritmetický průměr (\bar{x}):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

x_i – naměřená hodnota

n – počet měření [28]

Směrodatná odchylka (s):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

x_i – naměřená hodnota

\bar{x} – aritmetický průměr

n – počet měření [28]

4.1 Vymezení pojmu měření

Měření je soubor experimentálních úkonů, které vedou ke zjištění hodnoty veličiny pomocí speciálních měřících prostředků.

Měřicí prostředky jsou všechna zařízení sloužící k uskutečnění měření.

Měřicí přístroje jsou měřicí prostředky určené k převodu měřené veličiny na údaj poskytující informaci o velikosti měřené veličiny. Tyto přístroje se vyrábějí jako jedno či více rozsahové, pro přesná či orientační měření, pro zjištění průběhu veličiny v závislosti na čase či jako přístroje kombinované (univerzální, multimetry) umožňující provádět měření různých veličin za pomoci jednoho přístroje. [29]

„Výsledek měření je hodnota měřené veličiny získaná přímo měřením, případně výpočtem z naměřených hodnot. Žádným měřením však nelze přesně zjistit skutečnou (správnou) hodnotu měřené veličiny [30].“

4.2 Měření spotřeby elektrické energie počítačů

Na všechny měřené počítače byla nainstalována nová instalace systému Windows XP Professional SP3, se všemi dostupnými aktualizacemi i aktualizací Internet Explorer 7. Programové vybavení bylo totožné u všech měřených počítačů: MS Office 2003 Profesionall, Altap Salamander 2.51, VLC Media Player 2.5. K jednotlivým počítačům byla připojena v každém případě stejná myš a klávesnice. Dále byl připojen pouze monitor, který byl připojen do jiné zásuvky.

Specifikace jednotlivých počítačů je umístěna v příloze 1 a specifikace měřených notebooků v příloze 2.

4.3 Jednotlivé stavy testování PC a notebooků

Jak již bylo výše uvedeno, cílem této práce je porovnání spotřeby elektrické energie jednotlivých počítačů a notebooků. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí zvolit objektivní způsob měření, který by byl u každého z měřených zařízení stejný. Proto byly zvoleny čtyři různé stavy zátěže, při kterých bylo provedeno měření. Režimy byly nazvány pohotovost, kopírování, DVD a zátěž CPU. Při měření notebooků bylo nastaveno podsvícení displaye na maximální hodnotu. Ke zjištění skutečné spotřeby notebooků a eliminaci zkreslení měření, probíhalo toto testování spotřeby elektrické energie bez baterie, z důvodů porovnávání spotřeby mezi jednotlivými notebooky. U všech notebooků bylo nastaveno podsvícení LCD na maximum pro objektivní porovnání.

4.3.1 Zátěž CPU

Spotřeba elektrické energie počítače či notebooku stoupá v závislosti na zátěži procesoru. Z tohoto důvodu byl zvolen stav „zátěž CPU“, při kterém probíhalo měření spotřeby elektrické energie. Pro docílení tohoto stavu byla použita utilita OCCT 3.01. Jedná se o testovací nástroj procesoru počítače či notebooku. Test stability je realizován vytížením procesoru na 100 %. Měření tedy probíhalo při plném zatížení procesoru.

4.3.2 DVD

Na spotřebu elektrické energie má vliv samozřejmě i činnost optické mechaniky. Pro otestování zátěže za provozu optické mechaniky byl spuštěn film „Velká sýrová loupež“, animační studio Bratři v triku. Film je na DVD disku. Byl spuštěn v programu VLC media player 2.5, protože uvedený program je volný k bezplatnému používání a nemusela být řešena instalace kodeků do systému Windows. Hodnoty z měřicího přístroje byly opsány vždy ve stejném místě, a to přesně, když byla přehrána jedna minuta filmu.

4.3.3 Kopírování

Pro otestování spotřeby elektrické energie při činnosti pevného disku, který při své činnosti zvýší spotřebu elektrické energie, bylo zvoleno kopírování z 2 GB USB flash disku. Kopírování probíhalo v programu Altap Salamander 2.51. Byly kopírovány vždy

stejné soubory o velikosti cca 300 MB z USB flashky na pevný disk. Hodnoty z měřicího přístroje byly opsány při stavu kopírování 50 %.

4.3.4 Pohotovost

Stav pohotovost představuje počítač či notebook nastartovaný do operačního systému Windows v naprostém klidu bez spuštěných jakýchkoliv jiných aplikací. Měření probíhalo po nastartování Windows, kdy bylo vyčkáno pět minut po zobrazení plochy, aby nebylo ovlivněno například zaváděním nějakých aplikací a podobně. Poté byly opsány hodnoty z měřicích přístrojů. Při čekání byl pozorován měřicí přístroj. Po startu bylo patrné postupné snižování spotřeby elektrické energie. Počítač sice vypadal, že již nic nedělá, ale podle stálého snižování hodnot na měřicím přístroji bylo zřejmé, že nějaké procesy ještě startují. Při zvoleném čase pět minut už byla spotřeba elektrické energie ustálená u všech měřených počítačů i notebooků.

4.3.5 Stand-by

V dnešní době je velmi diskutovanou otázkou problematika režimu stand-by, a proto bylo provedeno měření spotřeby elektrické energie v tomto režimu. Počítače či notebooky totiž v režimu stand-by spotřebují vzhledem k tomu, že jsou v nečinnosti, velké množství elektrické energie. Spotřeba elektrické energie v tomto režimu byla měřena vždy po softwarovém vypnutí počítače ze systému Windows. Naměřené hodnoty se u měřených počítačů ve většině případů značně lišily.

4.4 Měření spotřeby elektrické energie monitorů

Měření spotřeby monitorů probíhalo u každého monitoru při zobrazení stejného prostředí. Byla zobrazena základní plocha systému Windows, kterou systém nabízí při volbě pozadí plochy žádné. Její barva byla modrá pastelová. Dále byly na ploše zobrazeny standardní ikony Tento počítač, Dokumenty, Místa v síti a Koš.

4.4.1 CRT

Měření spotřeby elektrické energie CRT probíhalo při nastavení jasu na 0 %, 50 % a 100 %. U CRT monitorů bylo zjištěno, že toto nastavení nemá na spotřebu elektrické energie prakticky žádný vliv. Proběhlo i měření ve stavu stand-by.

4.4.2 LCD

Změnou v měření spotřeby elektrické energie u LCD oproti CRT byla hodnota jasu nastavená při měření jednotlivých hodnot. U LCD proběhlo měření spotřeby elektrické energie při nastavení jasu na 50 %, 75 % a 100 %. Rozdíl v hodnotách byl zvolen vzhledem ke zkoušce nastavení hodnoty LCD jasu od 0 %, při které bylo LCD černé, až po první čitelné zobrazení, kterého bylo dosaženo přibližně při nastavení jasu na 50 %. Naproti tomu při nastavení jasu na 0 % u CRT byl obraz čitelný. Nastavení jasu u LCD mělo znatelný vliv na spotřebu elektrické energie. Při zvyšování hodnoty jasu stoupala spotřeba elektrické energie LCD. Z toho plyne, že pro úsporu energií je důležité správné nastavení jasu LCD. Rovněž bylo uskutečněno měření v režimu stand-by.

5 Výsledky měření

5.1 Naměřená spotřeba počítačů

Z výsledků měření spotřeby elektrické energie u sedmi počítačů jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými sestavami (specifikace jednotlivých počítačů viz příloha 1). Tyto diference jsou způsobeny především komponenty použitými při sestavování počítačů. Mezi měřenými počítači jsou zastoupeny počítače s procesory pracujícími na různých frekvencích a na různých technologiích. V jednom počítači (Athlon 6000+) je obsažena grafická karta s velkým výkonem, aby byl patrný vysoký vliv karty na spotřebu elektrické energie. Sestavy obsahují také zdroje odlišných výkonů a stáří. Výběr sestav byl volen různorodě, z důvodu nastínění existujících rozdílů. Mezi měřenými sestavami jsou počítače běžně používané pro kancelářskou činnost například ve veřejných organizacích, ale naproti tomu je mezi měřenými sestavami také herní neekonomický počítač.

Tabulka 5 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u PC [W]

PC	Průměrná spotřeba
Úsporný počítač	46
HP Compaq dc7900	58
HP Compaq dx2400	61
P4 1,6 GHz	72
HP Compaq dx2300	73
HP Compaq dx6100MT	94
Athlon 6000+	169

Zdroj: autor

Tabulka 5 zobrazuje výsledky naměřených hodnot průměrné spotřeby elektrické energie u PC. Hodnoty jsou vždy u všech tabulek řazeny sestupně, aby výsledky byly zřejmé hned na první pohled. Z tabulky vyplývá, že nejmenší spotřebu elektrické energie má navržený úsporný počítač. Naproti tomu je vidět velká spotřeba herního počítače Athlon 6000+. V porovnání s úsporným počítačem je spotřeba Athlon 6000+ větší téměř čtyřnásobně. Dalším v pořadí s největší spotřebou elektrické energie je počítač HP Compaq dx6100MT. Je to způsobeno především stářím tohoto počítače, tedy i zastaralými technologiemi v něm použitými. Přibližně stejných hodnot dosahují počítače P4 1,6 GHz a HP Compaq dx2300, avšak oproti úspornému počítači to jsou

hodnoty téměř dvojnásobné. Nejmenšího rozdílu ve spotřebě elektrické energie vzhledem k úspornému počítači dosahují novější verze počítačů HP Compaq. Ale i zde je dostatek prostoru pro úsporu.

Tabulka 6 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie PC ve stand-by [W]

PC	Průměrná spotřeba
HP Compaq dx2400	9
P4 1,6 GHz	10
HP Compaq dx6100MT	12
Úsporný počítač	14
HP Compaq dx2300	16
HP Compaq dc7900	23
Athlon 6000+	31

Zdroj: autor

V tabulce 6 je uvedena naměřená hodnota spotřeby elektrické energie počítačů v režimu stand-by. Nejnižší hodnotu spotřeby tohoto stavu dosahuje počítač HP Compaq dx2400. Naopak nejvyšší hodnota byla naměřena u počítače Athlon 6000+. Úsporný počítač spotřebuje v režimu stand-by 14 W, což je relativně vysoká hodnota. V případě nového návrhu úsporného počítače by bylo zapotřebí pokusit se zvolit jiné komponenty, a tím tuto hodnotu snížit.

5.2 Naměřená spotřeba notebooků

Měření notebooků bylo provedeno u tří notebooků různého stáří a různých výkonů. U notebooků se používají jiné technologie, než u klasických stolních PC. Nevýhoda notebooků spočívá v nižším výkonu oproti stolním PC, což se však v současné době při běžné kancelářské činnosti projeví pouze minimálně. Z níže uvedené tabulky 7 obsahující naměřené hodnoty spotřeby elektrické energie vyplývá, že notebook je opravdu úsporné zařízení. Příčinou této skutečnosti je fakt, že se jedná o přenosné zařízení fungující na baterii a snahou každého výrobce je maximalizovat výdrž baterie pro práci na jejich notebooku, čili vývoj zařízení s nízkou energetickou náročností. Spotřeba elektrické energie v rozsahu 32 W – 34 W, bez nutnosti připojení dalších zařízení nutných k provozu, je velmi ekonomickou. Spotřeba notebooků v režimu stand-by je obsažena v tabulce 8. U měřených notebooků byla totožná 7 W. Tabulky s naměřenými hodnotami počítačů a notebooků jsou zařazeny v příloze 3.

Tabulka 7 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u notebooků [W]

Notebook	Průměrná spotřeba
HP Compaq nx9030	32
HP Compaq nc6320	34
Dell Latitude D505	34

Zdroj: autor

Tabulka 8 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie notebooků ve stand-by [W]

Notebook	Průměrná spotřeba
HP Compaq nx9030	7
HP Compaq nc6320	7
Dell Latitude D505	7

Zdroj: autor

5.3 Naměřená spotřeba monitorů

Z výsledků naměřených hodnot elektrické energie LCD a CRT monitorů, zaznamenaných v tabulce 9, jasně vyplývá velký rozdíl ve spotřebě elektrické energie staršího CRT monitoru, oproti novým LCD monitorů. CRT monitory byly měřeny s délkou úhlopříčky 19“ a 17“ a jejich spotřeba se pohybovala okolo 70W bez ohledu na úhlopříčku. LCD monitory byly změřeny s délkou úhlopříčky 17“, 19“, 20“ a 24“. U LCD monitorů z měření plyne značný vliv velikosti úhlopříčky na spotřebu elektrické energie, který je názorně vidět níže v tabulce 9. Nejmenší spotřebu má LCD o nejmenší měřené úhlopříčce 17“. Rozsah naměřených hodnot spotřeby elektrické energie u LCD je 28 W – 69 W. Nejvyšší hodnota 69 W přísluší LCD od firmy HP s úhlopříčkou 24“. Tabulky s naměřenými hodnotami jsou obsaženy v příloze 4.

Tabulka 9 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u monitorů [W]

Monitor	Průměrná spotřeba
LCD - HPL1740	28
LCD - LG L1970HQ	38
LCD - Philips 200WS	40
LCD - HPL1906	42
LCD - HP w2448hc	69
CRT - AOC 7Vlr	71
CRT - GVC M1769P	76
CRT – Compaq V7550	78

Zdroj: autor

Tabulka 10 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie monitorů ve stand-by [W]

Monitor	Průměrná spotřeba
LCD - HPL1740	6
LCD - Philips 200WS	7
LCD - HPL1906	7
LCD - LG L1970HQ	10
CRT - Compaq V7550	10
CRT - GVC M1769P	10
CRT - AOC 7Vlr	15
LCD - HP w2448hc	18

Zdroj: autor

Výše uvedená tabulka 10 zachycuje spotřebu monitorů v režimu stand-by. Hodnota spotřeby se pohybuje v rozmezí od 6 W do 18 W. Je zajímavé, že nejvyšší hodnoty této spotřeby dosahuje LCD monitor. Důvodem může být, že se jedná o velký neúsporný monitor.

5.4 Výpočty možných úspor a jejich efektivita

K výpočtům úspor na elektrické energii je zapotřebí znát hodnotu spotřeby elektrické energie v kilowatthodinách. Pro získání těchto hodnot bude vycházeno ze vztahu, 1 Wh odpovídá příkonu zařízení 1 W po dobu jedné hodiny. Zjednodušeně řečeno, když bude zařízení pracovat jednu hodinu s příkonem 1 W, odpovídá tato hodnota jedné watthodině.

Na základě komunikace s odpovědným pracovníkem ČEZ a. s. a platného sazebníku produktů Skupiny ČEZ [31], byl vybrán produkt Standard s distribuční sazbou C03d. Tento jedno tarifový produkt (pouze s vysokým tarifem) je určený pro podnikatelskou sféru s běžně vybaveným odběrným místem se sazbou pro vyšší spotřebu. Dále byl pracovníkem ČEZ a. s. označen za nejpoužívanější měsíční plat, za rezervovaný příkon jmenovité proudové hodnoty hlavního jističe před elektroměrem, jistič patří do rozmezí nad 3 x 20 A do 3 x 25 A včetně. Na základě takto definovaných charakteristik byla pracovníkem ČEZ a. s. vypočítána cena 3,81 Kč/kWh bez daní. Tato hodnota bude dále využívána pro výpočet možných úspor.

Pro zjištění efektivity výměny staré výpočetní techniky je zapotřebí zjistit cenu její ekologické likvidace. Cena likvidace jednoho počítače je přibližně 100 Kč. Stejně tak i cena likvidace jednoho monitoru se pohybuje okolo 100 Kč [32].

Výsledná průměrná hodnota byla počítána za předpokladu, že počítač pracuje při osmihodinové pracovní době (pracovní den) 80 % v režimu pohotovost a 20 % ve stavu zátěž CPU. Pro výpočet použijeme pracovní rok čítající dvanáct měsíců po dvaceti pracovních dnech, přičemž pracovní den má osm hodin. V režimu stand-by bylo počítáno s šestnáctihodinovým setrváním za den.

5.4.1 Porovnání úsporného počítače oproti ostatním počítačům

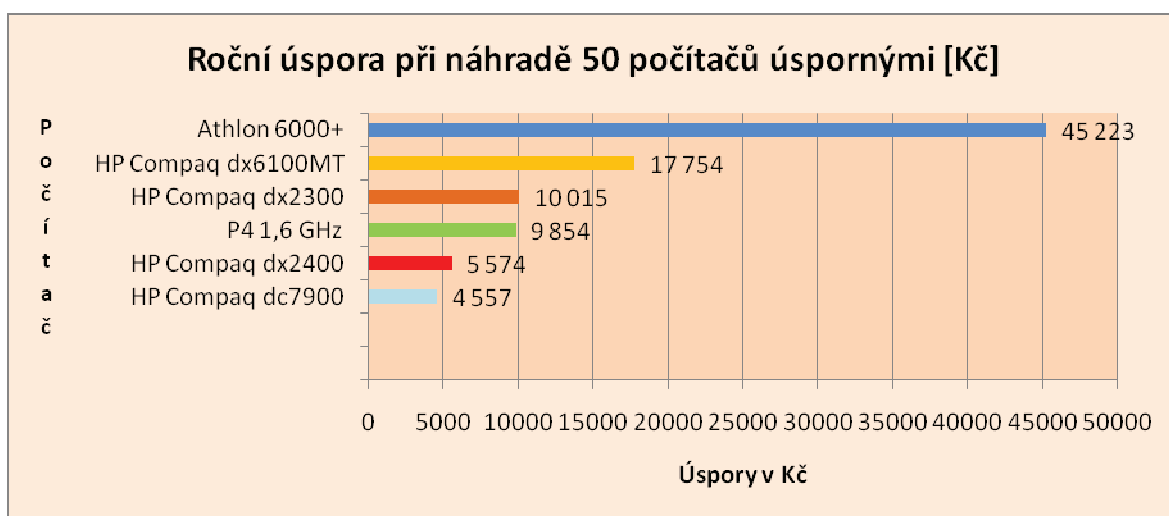
Byly provedeny výpočty možných úspor elektrické energie jednotlivých počítačů, vždy oproti úspornému počítači. Tabulky s jednotlivými výpočty naleznete v příloze 5.

Z výsledků měření elektrické energie počítačů vyplývá, že je dobré dát při nákupu nových počítačů přednost úspornému počítači před počítači HP Compaq dc7900 nebo HP Compaq dx2400. Podle provedených propočtů vychází, že pokud dá firma

při nákupu přednost úspornému počítači, oproti počítači HP Compaq dc7900 vznikne jí tímto krokem při pořízení padesáti počítačů za jeden rok úspora elektrické energie asi 1 196 kWh. To je přibližně 4 557 Kč. Pokud bude dána přednost úspornému počítači před počítačem HP Compaq dx2400, ušetří na provozu padesáti počítačů za rok přibližně 1463 kWh, to je 5 574 Kč ročně.

Pokud by se organizace rozhodla nahradit padesát kusů počítačů typu HP Compaq dx2300 úspornými počítači, ušetřila by za rok přibližně 2 628 kWh, tedy 10.015 Kč. Pořízení padesáti kusů úsporných počítačů by stálo přibližně 280 000 Kč. Likvidace starých počítačů by vyšla na 5 000 Kč. To je náklad 285 000 Kč. Za jeden rok by firma tímto krokem ušetřila 10 015 Kč. Návratnost investice by tedy byla delší než dvacetosm let. Z toho důvodu je tato náhrada nezajímavá, neefektivní a není doporučena.

Při náhradě padesáti kusů počítačů P4 1,6 GHz získáme podobné úspory jako u předchozího počítače. Za jeden rok přibližně 2 585 kWh tedy 9 854 Kč. Z této skutečnosti vyplývá neefektivita uvedeného kroku. Návratnost investice by v takovém případě byla delší než dvacetosm let, což je stále nesmyslně dlouhá doba. Úspora elektrické energie při nahrazení padesáti kusů počítačů HP Compaq dx6100MT za úsporné počítače bude za rok činit přibližně 4 660 kWh, to je 17 754 Kč. Při realizaci této výměny by se tedy již zkrátila doba návratnosti investice na dobu přes šestnáct let, ale tato doba je stále dlouhá. Pro lepší ilustraci je připojeno, na obrázku 2, grafické znázornění úspory při náhradě padesáti počítačů úspornými počítači za rok.



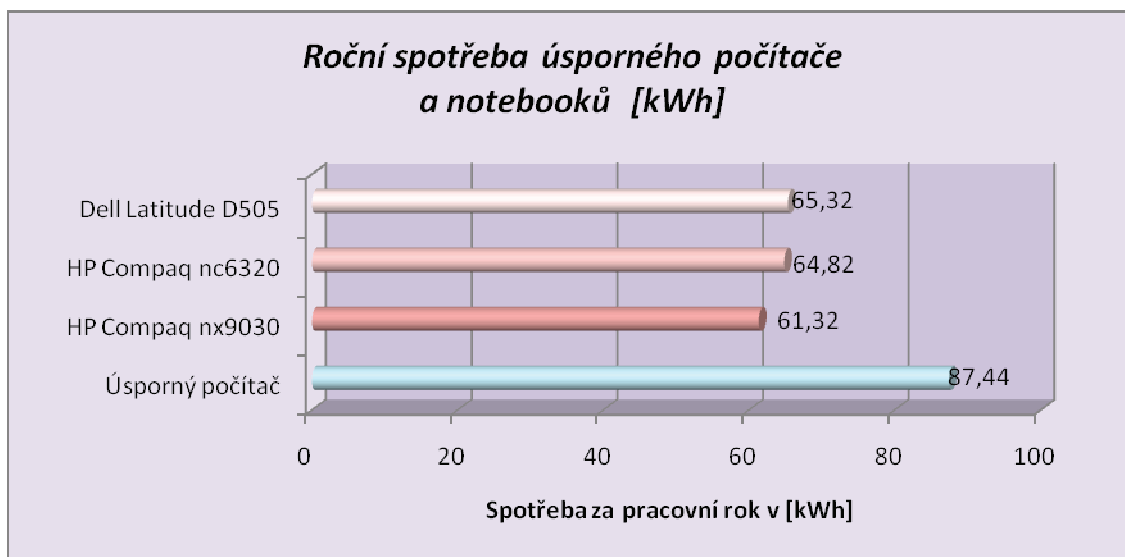
Obrázek 2 – Roční úspora při náhradě 50 počítačů úspornými počítači

Zdroj: autor

Z předchozích výpočtů byla zjištěna neefektivita hromadné výměny starých modelů počítačů za úsporné počítače. Není tedy správné myslet si, že budeme šetřit, když vyřadíme staré počítače a nahradíme je úspornými. Tato náhrada může být efektivní pouze v případě tzv. přirozené výměny počítačů, kdy se díky svému stáří a dlouhému provozu může zvyšovat jejich nespolehlivost, poruchovost a stávají se nestabilními. V tomto případě je prostor pro šetření elektrické energie nákupem úsporných počítačů.

5.4.2 Porovnání úsporného počítače s notebooky

Dále byla zkoumána velikost spotřeby notebooků oproti úsporné sestavě. Toto porovnání poukázalo na úspornost notebooků. Dosahovaly menší spotřeby elektrické energie než úsporný PC a tedy i možnost snížit náklady přibližně o třetinu. U notebooku navíc odpadá nutnost připojovat monitor, který představuje další spotřebu elektrické energie. Avšak použití notebooku pro typicky kancelářskou činnost není příliš praktické, z důvodu malé klávesnice a monitoru.



Obrázek 3 – Roční spotřeba úsporného počítače a notebooků

Zdroj: autor

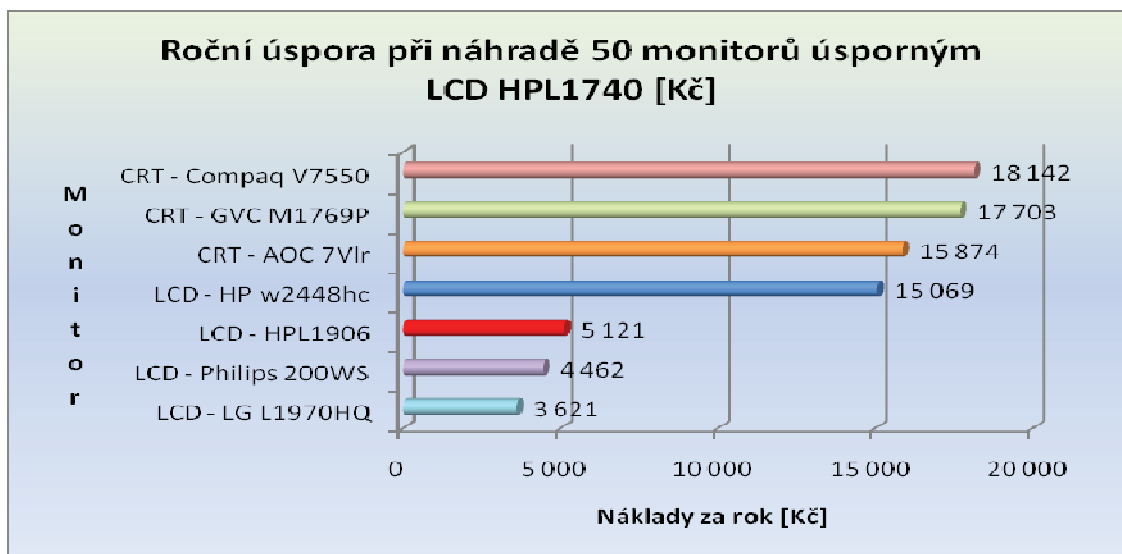
Z výše uvedeného obrázku 3 vyplývá, že notebook HP Compaq nx9030 spotřebuje při průměrném využívání osm hodin denně za jeden pracovní rok přibližně 61 kWh. Oproti

tomu úsporný počítač spotřebuje přibližně 87 kWh, ale ještě je nutné připojení monitoru. Když připojíme například LCD monitor HPL1740, který má nejnižší spotřebu z měřených monitorů a to sice 54 kWh za jeden rok, výsledná roční spotřeba úsporného počítače jako sestavy s LCD monitorem je 141 kWh. Notebook tedy za rok nedokáže spotřebovat ani polovinu spotřeby elektrické energie úsporné sestavy. Což znamená u jednoho notebooku úsporu přibližně 80 kWh za rok, při ceně elektrické energie 3,81 Kč/kWh, úsporu cca 305 Kč. Pro další dva porovnávané notebooky byly zjištěny přibližně stejné úrovně spotřeby elektrické energie.

5.4.3 Porovnání monitorů

Při porovnávání spotřeby elektrické energie mezi monitory se vycházelo z naměřených hodnot při nastavení jasu u LCD na 75 %, u CRT 100 %. Hodnota jasu 75 % u LCD je totiž ve většině případů přednastavena výrobcem, je optimální a předpokládá se, že spousta uživatelů nastavení nemění. CRT monitory jsou v dnešní době relativně zastaralá zařízení a ve většině případů musí být hodnota jasu nastavena na 100 %, aby bylo dosaženo určité kvality obrazu, a toto nastavení zpravidla nemá u CRT na spotřebu elektrické energie žádný vliv. Porovnáním výsledků dosažených měření spotřeby elektrické energie monitorů bylo zjištěno, že nejúspornějším z měřených monitorů je LCD HPL1740. Je tomu tak díky tomu, že spotřeba elektrické energie u LCD je závislá na velikosti úhlopříčky a tento LCD monitor je 17“, tedy nejmenší z měřených. Spotřeby ostatních monitorů budou tedy vždy porovnávány s LCD HPL1740. Tento typ byl vybrán díky nízké spotřebě a z důvodu dostatečnosti LCD 17“ pro běžnou kancelářskou práci.

Porovnání spotřeby elektrické energie s LCD 19“ potvrdilo vliv spotřeby LCD na velikost úhlopříčky. Byly měřeny dva LCD 19“ a jeden LCD 20“. Jejich spotřeba je velice podobná, proto bude srovnáván pouze na jeden z nich a to LCD HPL1906 19“, protože jeho spotřeba je ze skupiny těchto třech LCD nejvyšší. Při použití 50 kusů LCD 17“ namísto tohoto 19“ LCD dosáhneme za rok úsporu energie přibližně 1 344 kWh, to je 5 121 Kč. Z toho vyplývá důležitost správné volby velikosti úhlopříčky LCD. Pro názornější přehled je uveden obrázek 4.



Obrázek 4 – Roční úspora při náhradě 50 monitorů úsporným LCD HPL1740

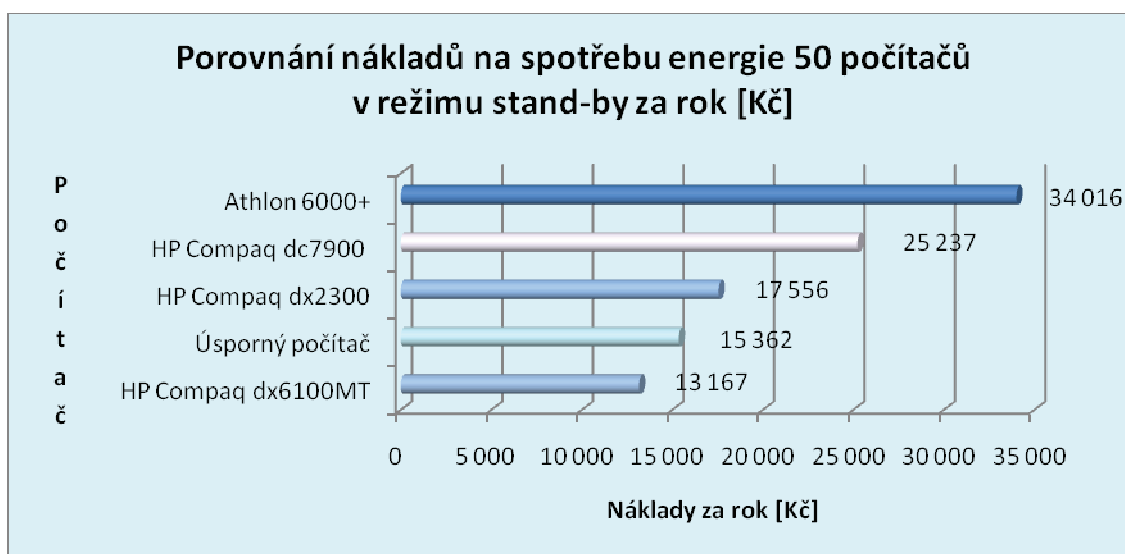
Zdroj: autor

Srovnáním LCD 17“ s LCD HP w2448hc 24“ zjistíme, že zapojením padesáti kusů 17“ LCD HPL1740 namísto LCD HP w2448hc 24“ za rok ušetříme přibližně 3 955 kWh a následně 15 069 Kč. Na příkladu LCD HP w2448hc je tedy vidět, že se jedná o nevhodný a neúsporný monitor pro použití při běžné kancelářské činnosti.

Dále byla porovnána spotřeba elektrické energie LCD 17“ s monitorem CRT. U třech měřených monitorů CRT byla naměřena přibližně stejná hodnota spotřeby elektrické energie. Porovnání provedeme na jednom z nich a to monitoru Compaq V7550, protože bylo zjištěno velké zastoupení tohoto monitoru v organizaci, kde bylo prováděno praktické měření a jeho spotřeba elektrické energie je mezi měřenými CRT monitory nejvyšší. Porovnáním zjistíme úsporu ve výši 4 762 kWh za rok při výměně tohoto CRT za LCD 17“. Činí to tedy přibližně 18 142 Kč. Při ceně LCD HPL1740 (duben 2009, podle Fotoprodej.cz) 4 412 Kč by výměna padesáti CRT monitorů včetně jejich ekologické likvidace stála 225 600 Kč. Návratnost investice by tedy trvala přibližně dvanáct let.

5.4.4 Porovnání spotřeby ve stand-by

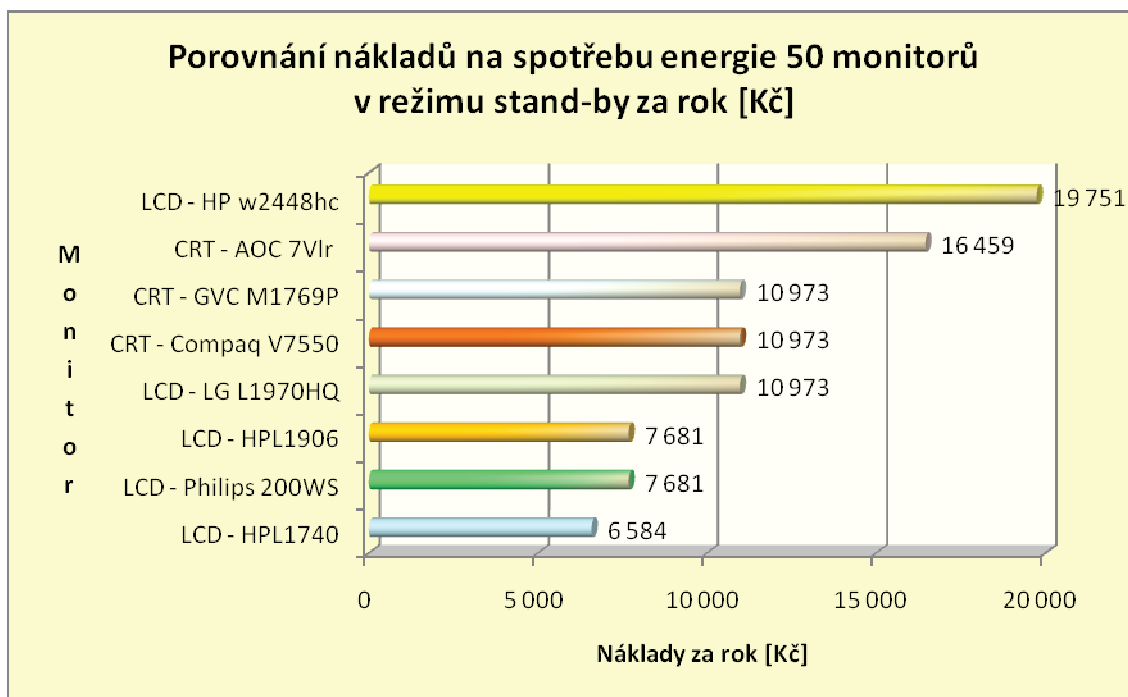
Dalším předmětem měření bylo zjistit spotřebu elektrické energie zařízení ve stand-by režimu, neboť v tomto stavu se počítače a monitory nachází převážnou část dne. Na základě těchto hodnot bylo vypočteno, že padesát kusů počítačů dokáže za rok odebrat v režimu stand-by v závislosti na jejich typu 3 456 kWh – 8 928 kWh elektrické energie. Jde tedy o částky pohybující se mezi 13 167 Kč – 34 016 Kč. Tyto hodnoty jsou graficky znázorněny na obrázku 5.



Obrázek 5 – Porovnání nákladů na spotřebu energie 50 počítačů v režimu stand-by za rok

Zdroj: autor

Také u monitorů byly zjištěny značné rozdíly ve spotřebě v režimu stand-by. U padesáti kusů monitorů se tento rozsah spotřeby za rok pohybuje mezi 1 728 kWh – 5 184 kWh, tedy 6 584 Kč – 19 751 Kč. V grafickém provedení jsou tyto hodnoty zachyceny na obrázku 6.



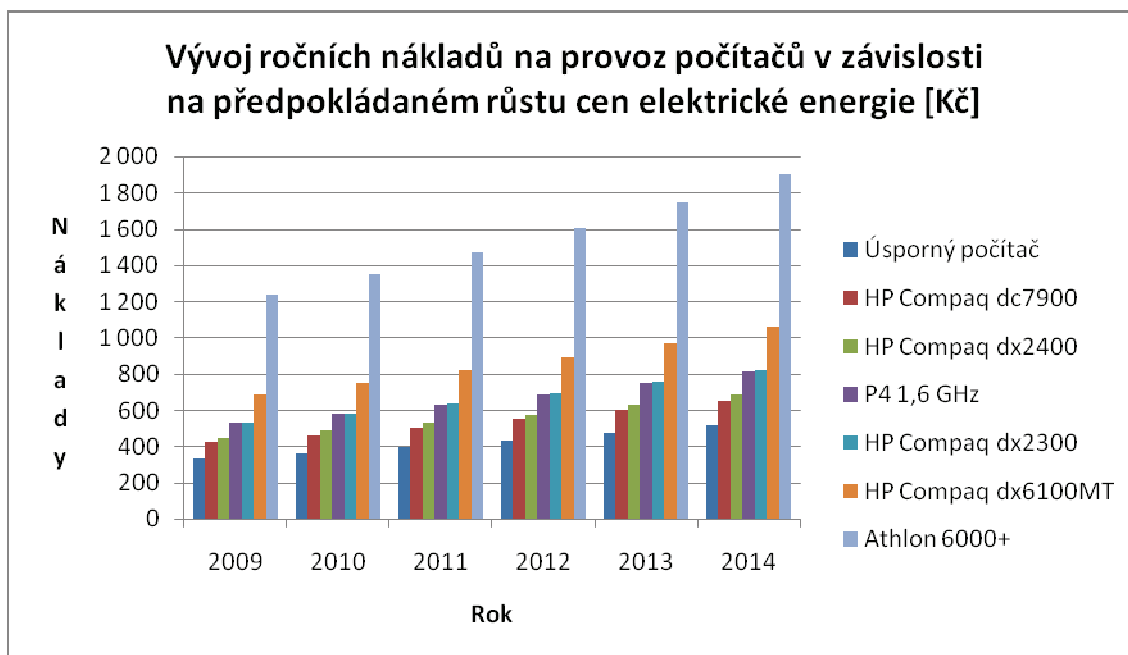
Obrázek 6 – Porovnání nákladů na spotřebu energie 50 monitorů v režimu stand-by za rok

Zdroj: autor

Při pohledu na tyto velké částky je v zájmu každé organizace vybavit pracoviště například elektrickými prodlužovacími kabely s vypínači a dohlížet na to, aby zaměstnanci toto tlačítko při odchodu z práce vypínali. Pořízení těchto kabelů s vypínači a dohled na zaměstnance bude oproti platbě za elektrickou energii spotřebovanou v režimu stand-by zanedbatelnou částkou.

5.4.5 Odhad vývoje cen elektrické energie

Rozhodování o nákupu nové výpočetní techniky a její obnovy může do jisté míry ovlivnit předpokládaná budoucí cena elektrické energie. Z tohoto důvodu byl na základě údajů o cenách elektrické energie z předchozích pěti let, získaných od společnosti ČEZ a. s., odvozen vývoj ceny elektrické energie pro příštích pět let. Na níže uvedeném grafu obrázek 7 je zobrazen vliv tohoto růstu na roční náklady na provoz jednotlivých počítačů. V příloze 6 jsou obsaženy tabulky s hodnotami, na základě kterých byla vypočtena tato předpověď.



Obrázek 7 – Vývoj ročních nákladů na provoz počítačů v závislosti na předpokládaném růstu cen elektrické energie

Zdroj: autor

5.5 Rozdíly ve výkonech

Při porovnání počítačů podle spotřeby elektrické energie byly zjištěny značné rozdíly. Zejména rozdíly hodnot mezi staršími a novějšími počítači. Bylo zkoušeno například měřit dobu startování počítače. Toto měření však nebylo příliš objektivní, protože se jen těžko odhaduje, kdy přesně je počítač kompletně nastartován. Dalo by se to určit podle spotřeby elektrické energie. Když se spotřeba ustálí na pohotovostní hodnotu počítače, je kompletně nastartovaný, ale to už se dá nějakou dobu na počítači pracovat. Z toho plyne, že toto měření není možné použít k objektivnímu porovnávání. Orientační měření ukázala, že start operačního systému trvá na měřených počítačích ve většině případů stejnou dobu, přibližně jeden a půl minuty.

Dalším důležitým faktorem je zejména výkon počítače. Práce byla zaměřena především na kancelářské využití počítače. Pod kancelářským využitím počítače si můžeme představit standardní činnosti jako je práce v aplikacích Word, Excel, PowerPoint, Internet Explorer, kopírování dat a nějaký interní program dané organizace, např. program na účetnictví. Při tomto využití počítačů nebyly zjištěny žádné velké

požadavky na výkon. Zpravidla všechny PC sestavy i notebooky, které byly zkoumány, jsou pro tuto práci dostatečně výkonné. Rozdíly mezi výkony by byly znatelné a měly by význam až ve chvíli pořizování počítače pro nějakého grafika, pracujícího s náročným softwarem nebo pro experta zabývajícího se například tvorbou map a podobně. Takovýchto počítačů je ale na jednu velkou organizaci veřejné správy potřeba minimum, proto měření takovýchto stavů nebylo provedeno. Jedna z největších chyb organizací bývá, že zbytečně kupují výkonné počítače, které mají vyšší spotřebu než počítače s menším, avšak dostačujícím výkonem, a tím zvyšují své náklady na elektrickou energii. A nejen to, zdražuje se jim i cena pořízení daného vybavení.

5.6 Návrh optimalizace IT a efektivita úsporných opatření

Kontrola nad náklady a cílené investice do IT jsou cestou k získání konkurenční výhody na dnešním dynamicky se měnícím a vysoce konkurenčním trhu. Mezi možnostmi optimalizace infrastruktury IT, které vyplynuly z této práce a jsou v současnosti trhem aktuálně nabízeny, patří tyto následující:

- **zvážení požadovaného výkonu počítače vzhledem k používaným aplikacím**, například vysoce výkonný počítač na práci v textovém editoru a využívání internetového prohlížeče by bylo velice neefektivním řešením, obecně platí pravidlo čím vyšší výkon, tím větší spotřeba elektrické energie;
- **nákup pouze těch součástí a zařízení, které jsou opravdu potřebné pro danou práci**, situace kdy by přebytečné zařízení odebíralo zbytečně elektrickou energii bylo neefektivní, nedoporučuje se tedy kupovat zbytečně více pevných disků, pokud to není potřebné; pro dané využití počítače použít jednu optickou mechaniku, je-li vůbec nutná; do PC neaplikovat zastaralou FDD mechaniku, nebude-li pracováno s disketami;
- **základem úsporného počítače je účinný zdroj**, proto je důležité zaměřit se při nákupu zdroje, zda splňuje normu 80 PLUS; obecně platí, že je lépe investovat do zdroje s vysokou účinností, neboť se tato investice v krátkém čase vrátí; například obyčejný zdroj 350 W s nízkou účinností (50 - 60%) stojí 532 Kč, naproti tomu zdroj Seasonic 350 W SS350ET-F3 splňující normu 80 PLUS je možno zakoupit za 971 Kč [17].

- **zaměřit se na produkty s logem označujícím úsporné produkty** (např. Energy Star, TCO), tyto produkty by měly splňovat přísná kritéria, která jsou předepsána pro udělení příslušného štítku a tedy zaručit spotřebitelům nákup úsporného zařízení;
- **prodlužovací kabel s vlastním vypínačem**, v okamžiku ukončení práce na PC, kdy je vypnut do režimu stand-by, stále však odebírá elektrickou energii; použitím vypínače na prodlužovacím kabelu je zajištěno odpojení od sítě; jedná se o velice efektivní a jednoduché řešení, avšak je obtížné ho v praxi zavést;
- **použití prodlužovacích kabelů MASTER – SLAVE**, kde je prodlužovací kabel rozdělen na hlavní MASTER zásuvku, a další vedlejší SLAVE zásuvky, do MASTER zásuvky je zapojen například počítač, do zásuvek SLAVE monitor, reproduktory, tiskárna a další; vypne-li se zařízení připojené do zásuvky MASTER, je automaticky odpojen přívod elektrické energie do zásuvek SLAVE, tento způsob eliminování spotřeby elektrické energie v režimu stand-by je sice jen částečný, avšak v praxi lépe realizovatelný než mechanické vypínání přívodu elektrické energie; cena tohoto prodlužovacího kabelu je 373 Kč bez DPH (duben 2009, podle Cdrmarket.cz) a vzhledem k ročním odběrům, například monitorů v režimu stand-by, se tato investice vyplatí;
- **při nákupu LCD monitorů volit pouze LCD potřebné velikosti**, zpravidla platí čím větší velikost úhlopříčky, tím větší spotřeba elektrické energie; LCD o velikosti 24“ je pro běžnou kancelářskou činnost velice neefektivním řešením;
- **volba vhodné grafické karty**, závisí na potřebách uživatele; pro kancelářskou práci se zaměřit na výběr integrované grafické karty pouze s potřebným výkonem a malou spotřebou elektrické energie; vysoký výkon grafické karty je při běžné kancelářské činnosti zpravidla nemožné efektivně využít;

6 Závěr

Svět výpočetní techniky patří bezesporu dlouhodobě k nejrychleji se rozvíjejícím oborům. V současnosti již není zpravidla prioritou stálé zvyšování výkonů produktů výpočetní techniky, ale je kladen také důraz na řešení otázek ekonomické náročnosti a ekologické šetrnosti k životnímu prostředí. Cílem bakalářské práce tedy bylo zachytit problematiku řešení úspor spotřeby elektrické energie při využívání výpočetní techniky pro kancelářské účely.

Na spotřebu elektrické energie počítače mají vliv jednotlivé komponenty použité při jeho stavbě. Největší vliv na výslednou spotřebu elektrické energie pak mají napájecí zdroj, procesor a grafická karta. Tuto spotřebu lze ovlivnit použitím správných komponent při sestavování počítače. Z tohoto důvodu byly nejprve popsány jednotlivé komponenty počítače. Byl charakterizován jejich význam a vliv na spotřebu elektrické energie. Dále byly vypsány základní uživatelské možnosti, které mohou přispět k úspoře energie při využívání výpočetní techniky. Měření dokladovalo značný rozdíl energetické náročnosti mezi monitory typu CRT a LCD.

V této práci byl navržen optimalizovaný úsporný počítač, na kterém se testovalo, do jaké míry ovlivní spotřebu elektrické energie složení počítače. Komponenty byly vybírány tak, aby funkčně vyhovovaly zejména pro kancelářské využití a zároveň byly minimálně energeticky náročné. Aby bylo možné porovnat spotřebu navrženého úsporného počítače s běžně používanými počítači, bylo provedeno měření spotřeby elektrické energie vybraných počítačů. Měření spotřeby elektrické energie proběhlo také na noteboocích a monitorech. Z praktických důvodů bylo provedeno měření na sedmi počítačích, třech noteboocích a osmi monitorech, a to v různých režimech při různém nastavení.

Měření ukázalo, že navržený úsporný počítač byl skutečně sestaven z úsporných komponent. Při svém provozu spotřeboval ze všech měřených počítačů nejmenší množství elektrické energie. Také rozdíly hodnot vyčíslené spotřeby mezi dolní a horní hranici výkonu jsou oproti ostatním minimální. Není tedy tak velký rozdíl,

zda je počítač pouze v pohotovosti nebo v plné zátěži. Naproti tomu v režimu stand-by byla jeho spotřeba elektrické energie relativně nadprůměrná. Při návrhu úsporné počítačové sestavy je nutné zohlednit nejen spotřebu elektrické energie při provozu, ale i v režimu stand-by.

Mezi měřenými počítači byl zastoupen velice výkonný počítač Athlon 6000+, určený pro software počítačových her. Tento počítač měl oproti ostatním měřeným mnohem vyšší spotřebu elektrické energie, což je důkazem absolutní nevhodnosti jeho využití pro běžnou kancelářskou činnost a příkladem závislosti výkonu počítače na spotřebě elektrické energie.

Z měření a následných propočtů průměrných spotřeb elektrické energie u počítačů a monitorů vplynuly možnosti úspor elektrické energie, a tím následného snížení finančních nákladů. Úspora spočívá především v promyšlených nákupech nové výpočetní techniky. Bylo zjištěno, že není nejvýhodnějším řešením okamžitě vyměnit veškeré počítače za nové úsporné. Nejefektivnějším řešením je nákup úsporných počítačů při přirozené obměně počítačů v případě, kdy nedostačují výkonovým požadavkům či jsou příliš zastaralé, nebo se jedná například o vybavení nového pracoviště v organizaci. Nesmí být však opomíjena včasná obnova starých neúsporných zařízení. Vhodným nákupem nových počítačů může organizace šetřit, až desítky tisíc korun ročně, nejenom na platbách za elektrickou energii, ale i za jejich pořízení.

7 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 – Požadavky normy Energy Star na PC v různých režimech [W]</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 2 – Požadavky normy Energy Star na notebooky v různých režimech [W]</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 3 – Účinnost napájecího zdroje dle normy 80 PLUS [%]</i>	<i>21</i>
<i>Tabulka 4 – Komponenty úsporného počítače.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabulka 5 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u PC [W].....</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 6 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie PC ve stand-by [W].....</i>	<i>33</i>
<i>Tabulka 7 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u notebooků [W]</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 8 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie notebooků ve stand-by [W]</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 9 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie u monitorů [W]</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 10 – Přehled naměřené průměrné spotřeby elektrické energie monitorů ve stand-by [W]</i>	<i>35</i>

8 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 – Schéma zapojení wattmetru.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 2 – Roční úspora při náhradě 50 počítačů úspornými počítači.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 3 – Roční spotřeba úsporného počítače a notebooků.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4 – Roční úspora při náhradě 50 monitorů úsporným LCD HPL1740.....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 5 – Porovnání nákladů na spotřebu energie 50 počítačů v režimu stand-by za rok</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 6 – Porovnání nákladů na spotřebu energie 50 monitorů v režimu stand-by za rok.....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 7 – Vývoj ročních nákladů na provoz počítačů v závislosti na předpokládaném růstu cen elektrické energie.....</i>	<i>43</i>

9 Seznam použité literatury

- [1] POLÁK, Z. *Zelené počítače ano, ale ne každé dva roky*. [online]. 8. 3. 2008 [cit. 30. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2080861>>
- [2] TRČÁLEK, A. *Štáva pro vaše počítače: dvanáct zdrojů v testu*. [online]. 10. 7. 2007 [cit. 30. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.zive.cz/Clanky/Stava-pro-vase-pocitace-dvanact-zdroju-v-testu/Jak-funguje-zdroj/sc-3-a-137010-ch-55331/default.aspx>>
- [3] MINASI, M. *Velký průvodce hardwarem*. Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 1998. s. 326 ISBN 80-7169-667-6
- [4] TRČÁLEK, A. *Výkon není všechno*. [online]. 17. 7. 2007 [cit. 10. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.zive.cz/Clanky/Stava-pro-narocne-18-vykonnych-zdroju-v-testu/sc-3-a-137090/default.aspx>>
- [5] APU.CZ *Hardware – processor*. [online]. 2007 [cit. 10. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.apu.cz/ucebnicexp/obecne/hardware/procesor.php>>
- [6] INTEL CORPORATION *Energy Efficient Performance*. [online]. 2008 [cit. 20. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.intel.com/technology/eep/index.htm?iid=env_rpd_eep+body_tr_prod>
- [7] PETŘÍČEK, L. *18 základních desek v testu – zaměřeno na spotřebu*. [online]. 20. 6. 2007 [cit. 12. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.svethardware.cz/art_doc-D59947C94857DEA9C12572EC0034AAB6.html>
- [8] TIŠNOVSKÝ, P. *Grafické karty a grafické akcelerátory (1)*. [online]. 2. 3. 2005 [cit. 13. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/graficke-karty-a-graficke-akceleratory-1/>>
- [9] LAVRENCE, L. *His Radeon HD 4890 Turbo Edition*. [online]. 16. 1. 2008 [cit. 20. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.silentpreview.com/article798-page1.html>>
- [10] KINGSTON TECHNOLOGY CORPORATION *DDR3 vs DDR2 Module*. [online]. 2009 [cit. 22. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.kingston.com/newtech/ddr3/ddr3_ddr2.asp>

- [11] KINGSTON TECHNOLOGY CORPORATION *DDR3 Memory Chips*. [online]. 2009 [cit. 22. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.kingston.com/newtech/ddr3/memorychips.asp>>
- [12] HORÁK, J. *Hardware – učebnice pro pokročilé*. 2. vyd. Praha: Computer Press, 2002. s. 122 - 124 ISBN 80-7226-553-9
- [13] AOC Monitors *Pure Flatface 19" 9K+*. [online]. 2008 [cit. 22. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.aoc-europe.com/wEn/monitors/flatface/19_9Kplus.php>
- [14] HORÁK, J. *Hardware – učebnice pro pokročilé*. 2. vyd. Praha: Computer Press, 2002. s. 122 - 124 ISBN 80-7226-553-9
- [15] DOLEJŠ, M. *Technologie LCD panelů v kostce*. [online]. 2. 6. 2005 [cit. 23. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.grafika.cz/art/hw/LCD-technologie-v-kostce.html>>
- [16] AOC MONITORS *TFT Monitor 17" 719Va*. [online]. 2008 [cit. 22. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.aoc-europe.com/wEn/monitors/tft/17/17_719Va.php>
- [17] MARTINEZ *Počítače mohou být take zelené*. [online]. 26. 6. 2008 [cit. 30. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.cdrhard.cz/view.php?cislocclanku=2008062606>>
- [18] CLIMATE SAVERS COMPUTING INITIATIVE *What exactly is the Climate Savers Computing Initiative?* [online]. 2009 [cit. 10. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.climatesaverscomputing.org/about/>>
- [19] ROBERSON, J. A. *Energy Use and Power Levels in New Monitors and Personal Computers*. [online]. 07/2002 [cit. 15. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://enduse.lbl.gov/Info/LBNL-48581.pdf>>
- [20] ENERGY STAR PROGRAM REQUIREMENTS FOR COMPUTERS: VERSION 4.0 *ENERGY STAR Program Requirements for Computers*. [online]. 2008 [cit. 18. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.energystar.gov/ia/partners/product_specs/program_reqs/Computer_Spec_Final.pdf>
- [21] EIZO NANAOCORP. *Co to je norma TCO?* [online]. 2008 [cit. 30. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.eizo.cz/pool/faq/cz/NormaTCO.pdf>>

- [22] 80 PLUS Certified Power Supplies and Manufacturers. [online]. 2008 [cit. 30. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.80plus.org/manu/psu/psu_join.aspx>
- [23] KŘIVOHLÁVEK, J. Úsporné režimy k čemu a jak na ně? [online]. 30. 11. 2006 [cit. 23. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.emag.cz/usporné-rezimy-k-cemu-a-jak-na-ne/>>
- [24] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, A. S. Spotřebiče s režimem STAND - BY. [online]. 2008 [cit. 20. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.uspora-energie.info/domaci-spotrebice/spotrebice-s-rezimem-stand-by.html>>
- [25] BEZK EU se pouští do boje se spotřebou energie v pohotovostním režimu. [online]. 9. 7. 2008 [cit. 20. 2. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?AA_SL_Session=ed6f9aeabef5730877a0343cbdef6d9d&nocache=invalidate&sh_itm=7ac881aa677a1adcb96bdcad1c95c110&all_ids=1>
- [26] ECOS 80 PLUS[®] Certified Power Supplies and Manufacturers. [online]. 2009 [cit. 20. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.80plus.org/manu/psu/psu_detail.aspx?id=60&type=2>
- [27] CZECH COMPUTER S. R. O. Kingston DIMM 1024MB DDR II 667MHz KVR667D2E5/1G. [online]. 19. 8. 2008 [cit. 20. 3. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.czechcomputer.cz/product.jsp?artno=39079>>
- [28] KUBANOVÁ, J. Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi. Bratislava: STATIS, 2003. s. 33 - 39 ISBN 80-85659-31-X
- [29] Elektrotechnická měření. 1. vyd. Praha: BEN- technická literatura, 2002. s. 12 ISBN 80-7300-022-9
- [30] Elektrotechnická měření. 1. vyd. Praha: BEN- technická literatura, 2002. s. 27 - 37 ISBN 80-7300-022-9
- [31] ČEZ, A. S. Ceníky a produktové listy. [online]. 2009 [cit. 22. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/pece-a-podpora/dokumenty-ke-stazeni/ceniky-a-produktove-listy.html>>
- [32] PEKRO Likvidace kancelářské techniky. [online]. 2009 [cit. 20. 4. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.pekro.cz/servis/likvidace-kancelarske-techniky/>>

10 Seznam příloh

PŘÍLOHA 1 – Specifikace měřených počítačů

PŘÍLOHA 2 – Specifikace měřených notebooků

PŘÍLOHA 3 – Naměřené hodnoty počítačů a notebooků

PŘÍLOHA 4 – Naměřené hodnoty monitorů

PŘÍLOHA 5 – Výpočty možných úspor

PŘÍLOHA 6 – Odhad vývoje cen elektrické energie

PŘÍLOHA 1 – Specifikace měřených počítačů

Název počítače	HP Compaq dx6100MT
Napájecí zdroj	HP 300W PS-5301-08HC
Základní deska	Intel 915G
Procesor	Intel Pentium 4 2,8 GHz
Operační paměť	DDR2 Kingston 400MHz 2*512 MB
Grafická karta	Intel 82915G/GV/910GL Express Chipset Family
Pevný disk	Seagate ATA133, 80 GB, 7200 RPM
Optická mechanika	Lite-On DVD SOHD-167T

Název počítače	HP Compaq dx2300
Napájecí zdroj	Bestec ATX – 250 – 12Z, 250W
Základní deska	Intel 946GZ Express
Procesor	Intel Core 2 E4300 1,8 GHz
Operační paměť	DDR2 HP 475NBR7 1GB 533 Mhz
Grafická karta	Intel 946GZ Expres Chipset Family
Pevný disk	Hitachi Deskstar SATA 3GB, 160 GB, 7200 RPM
Optická mechanika	LG GSA-H60L

Název počítače	HP Compaq dx2400
Napájecí zdroj	Lite-On PS-5301- 08HF, 300W
Základní deska	Intel G33 Express
Procesor	Intel Core 2 Duo E4600 2,4GHz
Operační paměť	Samsung DDR2 2*1GB 667Mhz
Grafická karta	Intel G33/G31 Express Chipset Family
Pevný disk	SATA Seagate 160 GB 7200 RPM
Optická mechanika	Toshiba TS-H653N

Název počítače	HP Compaq dc7900
Napájecí zdroj	HP PS-6361-5 365W
Základní deska	Intel Q45 Express
Procesor	Intel Core 2 Duo E8500 3,2 GHz
Operační paměť	Nanya 1GB*2, 667 MHz
Grafická karta	Intel Q45/Q43 Express Chipset
Pevný disk	SATA Seagate 250 GB y7200 RPN
Optická mechanika	Toshiba TS-H653Z

Název počítače	Athlon 6000+
Napájecí zdroj	Maxpower 500W
Základní deska	Gigabyte GA-M56S-S3
Procesor	AMD Athlon X2 Dual Core 6000+ 3,1GHz
Operační paměť	A-Data DDR2 4GB(2x2GB) Extreme Edition
Grafická karta	Gigabyte nvidia Geforce GTX 260
Pevný disk	WD Caviar SATA 500GB, 7200 RPM
Optická mechanika	LG GH22LS30

Název počítače	P4 1,6 GHz
Napájecí zdroj	Win 235pe 235W
Základní deska	Asus P48GV - MX
Procesor	Intel Pentium 4 1,6 GHz
Operační paměť	DDR 512 MB 266MHz, DDR 256 MB 266 MHz
Grafická karta	Intel 82845G Graphics Controller
Pevný disk	Maxtor ATA133 40GB, 5400 RPM
Optická mechanika	CODE DVR - 108BK

PŘÍLOHA 2 – Specifikace měřených notebooků

Název notebooku	HP Compaq nc6320
Procesor	Intel Dual Core T2400 1,83GHz
Operační paměť	1GB RAM DDR2 667MHz
Grafická karta	Mobile Intel 945 Express Chipset Family
Pevný disk	Fujitsu 80GB
Optická mechanika	DVD R/RW

Název notebooku	Dell Latitude D505
Procesor	Intel Pentium M 1.5 GHz
Operační paměť	512 MB RAM DDR333
Grafická karta	Intel Extreme Graphics 2
Pevný disk	Fujitsu 30 GB
Optická mechanika	DVD/CD-RW

Název notebooku	HP Compaq nx9030
Procesor	Intel Pentium M
Operační paměť	512MB DDR2 667 MHz
Grafická karta	Intel 82852/82855 GM/GME Graphic Controller
Pevný disk	Toshiba 60 GB
Optická mechanika	DVD R/RW

PŘÍLOHA 3 – Naměřené hodnoty počítačů a notebooků

Naměřené hodnoty PC - HP Compaq dx6100MT [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	82,2	95,9	95,5	139,9	11,5
2	82,2	99,7	96,0	141,5	11,6
3	81,5	95,8	97,3	139,3	11,6
4	83,3	95,5	97,7	143,4	11,5
5	80,2	93,2	95,6	138,7	11,7
6	83,8	95,6	95,1	144,7	11,6
7	82,1	92,4	96,3	140,9	11,7
8	81,9	94,4	96,9	138,7	11,5
9	83,9	94,2	97,1	141,0	11,6
10	82,6	96,5	95,5	139,5	11,6
Výsledná průměrná spotřeba	82,4 ± 1,1	95,3 ± 1,9	96,3 ± 0,9	140,8 ± 1,9	11,6 ± 0,1

Naměřené hodnoty PC - HP Compaq dx2300 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	66,5	70,6	77,0	100,1	16,6
2	65,5	73,8	81,7	96,7	16,0
3	67,3	70,8	77,8	98,1	16,2
4	65,9	73,5	78,1	97,7	16,1
5	66,3	73,6	78,5	95,2	16,2
6	68,1	71,4	77,5	95,1	16,1
7	66,6	72,7	76,9	98,6	16,6
8	65,7	73,1	81,2	100,3	16,2
9	67,1	70,8	81,1	99,7	16,2
10	66,9	72,1	78,7	100,5	16,1
Výsledná průměrná spotřeba	66,6 ± 0,8	72,2 ± 1,2	78,9 ± 1,7	98,2 ± 1,9	16,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty PC - HP Compaq dx2400 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	52,7	58,2	70,3	89,1	9,2
2	52,9	57,0	71,2	91,3	9,3
3	53,3	56,7	70,3	89,0	9,2
4	53,1	54,9	72,7	93,2	9,3
5	55,7	58,8	67,3	89,1	9,3
6	52,7	57,1	70,6	93,3	8,9
7	54,0	58,3	71,5	89,1	9,3
8	52,3	59,7	73,1	91,2	9,1
9	52,9	55,6	70,9	89,0	9,2
10	53,4	57,3	71,2	93,1	9,2
Výsledná průměrná spotřeba	53,3 ± 0,9	57,4 ± 1,4	70,9 ± 1,5	90,7 ± 1,8	9,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty PC - HP Compaq dc7900 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	49,2	53,4	56,2	90,4	23,5
2	49,3	51,4	53,9	91,7	23,6
3	48,8	53,3	53,4	92,5	21,3
4	49,3	51,2	54,2	90,8	23,6
5	49,5	53,1	55,2	93,3	23,5
6	48,9	52,1	56,8	92,6	23,4
7	49,3	51,4	54,2	91,8	23,6
8	50,2	53,2	53,6	92,7	23,7
9	49,0	52,6	54,4	91,5	23,7
10	51,6	54,1	54,1	92,3	23,5
Výsledná průměrná spotřeba	49,5 ± 0,8	52,6 ± 1,0	54,6 ± 1,1	92,0 ± 0,9	23,3 ± 0,7

Naměřené hodnoty PC – Úsporný počítač [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	41,3	45,2	48,3	58,3	11,3
2	40,9	43,3	49,2	60,1	14,2
3	43,8	45,3	47,1	59,3	14,1
4	44,5	46,1	48,1	57,6	14,2
5	43,2	45,1	49,5	60,3	14,2
6	40,4	44,3	47,9	57,6	14,3
7	43,1	43,9	48,7	58,1	14,2
8	41,9	46,6	49,8	59,1	14,3
9	40,2	43,1	46,9	57,9	14,3
10	42,7	42,1	47,7	60,9	14,2
Výsledná průměrná spotřeba	42,2 ± 1,4	44,5 ± 1,3	48,3 ± 0,9	58,9 ± 1,1	13,9 ± 0,9

Naměřené hodnoty PC - Athlon 6000+ [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	149,3	168,9	164,3	238,7	31,2
2	151,3	171,4	166,6	243,5	31,0
3	149,9	171,3	167,9	240,5	31,1
4	149,3	169,0	165,5	241,5	31,1
5	154,8	174,6	161,8	239,1	31,1
6	152,3	168,8	164,3	242,9	31,3
7	150,0	173,7	168,8	238,1	31,2
8	148,9	166,2	167,3	239,1	31,1
9	153,8	169,4	171,4	237,7	31,2
10	154,5	171,1	164,9	241,9	31,2
Výsledná průměrná spotřeba	151,4 ± 2,2	170,4 ± 2,4	166,3 ± 2,6	240,3 ± 2,0	31,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty PC - P4 1,6 GHz [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	67,1	69,6	79,6	102,1	9,6
2	63,3	73,3	78,3	99,7	9,5
3	65,9	76,0	77,9	95,9	9,7
4	64,7	78,4	80,1	98,2	9,6
5	65,0	76,1	77,6	99,8	9,6
6	66,3	79,3	78,7	102,4	9,5
7	65,7	71,7	78,1	109,9	9,6
8	66,4	73,3	77,1	100,6	9,4
9	63,6	75,7	77,9	99,8	9,7
10	65,6	76,6	81,0	99,4	9,7
Výsledná průměrná spotřeba	65,4 ± 1,2	75,0 ± 2,8	78,6 ± 1,2	100,8 ± 3,5	9,6 ± 0,1

Naměřené hodnoty notebooku - HP Compaq nx9030 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	26,7	31,5	33,8	52,3	7,3
2	28,1	33,3	33,1	51,8	7,2
3	26,3	29,9	35,2	49,5	7,2
4	26,9	31,7	32,7	52,5	7,3
5	27,1	34,1	34,7	53,3	7,1
6	28,7	30,7	33,9	52,8	7,3
7	27,3	32,1	35,1	51,8	7,2
8	26,1	29,4	30,3	49,9	7,2
9	27,1	32,9	32,3	50,2	7,1
10	25,9	33,1	33,5	53,1	7,2
Výsledná průměrná spotřeba	27,0 ± 0,8	31,9 ± 1,5	33,5 ± 1,4	51,7 ± 1,3	7,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty notebooku - HP Compaq nc6320 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	28,2	31,2	33,3	51,4	7,0
2	30,1	33,3	31,3	49,8	7,1
3	28,3	35,4	32,7	48,9	7,1
4	29,9	33,0	31,1	51,4	7,0
5	28,1	34,6	35,9	52,7	7,1
6	27,9	33,1	34,3	51,7	7,1
7	29,5	32,9	32,1	52,3	7,0
8	31,3	30,9	31,9	53,9	7,2
9	32,1	35,3	32,9	50,5	7,1
10	28,7	29,9	35,2	49,1	6,9
Výsledná průměrná spotřeba	29,4 ± 1,4	33,0 ± 1,8	33,1 ± 1,5	51,2 ± 1,5	7,1 ± 0,1

Naměřené hodnoty notebooku - Dell Latitude D505 [W]

Měření	Pohotovost	Kopírování	DVD	Zátěž CPU	Stand-by
1	33,9	47,0	37,3	42,3	7,0
2	30,3	46,4	38,5	40,3	7,0
3	32,6	46,6	37,0	40,8	7,1
4	33,5	47,3	37,6	43,3	7,0
5	32,3	44,4	34,9	42,6	7,0
6	29,9	47,9	35,2	39,7	7,1
7	30,8	46,1	34,8	44,2	7,1
8	32,7	43,9	37,6	42,1	7,1
9	33,7	48,1	38,7	43,7	7,2
10	29,8	46,9	37,4	42,2	7,0
Výsledná průměrná spotřeba	32,0 ± 1,5	46,5 ± 1,3	36,9 ± 1,4	42,1 ± 1,4	7,1 ± 0,1

PŘÍLOHA 4 – Naměřené hodnoty monitorů

Naměřené hodnoty LCD - LG L1970HQ [W]

Úhlopříčka: 19"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	50%	75%	100%	Stand-by
1	33,2	38,0	42,3	10,4
2	33,1	37,9	42,1	10,1
3	32,8	38,1	41,9	10,3
4	32,8	37,6	42,1	10,3
5	33,3	37,9	42,1	10,4
6	32,9	37,8	42,3	10,1
7	33,0	37,9	42,1	10,2
8	32,9	37,7	42,1	10,3
9	33,4	37,9	42,3	10,1
10	33,3	37,9	42,4	10,5
Výsledná průměrná spotřeba	33,1 ± 0,2	37,9 ± 0,1	42,2 ± 0,1	10,3 ± 0,1

Naměřené hodnoty LCD - HPL1906 [W]

Úhlopříčka: 19"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	50%	75%	100%	Stand-by
1	35,3	42,1	44,9	7,4
2	35,2	42,3	44,7	7,3
3	34,8	42,5	44,8	7,4
4	37,6	42,3	44,8	7,3
5	35,3	42,4	44,7	7,5
6	35,0	42,1	44,8	7,4
7	35,4	42,1	44,7	7,3
8	35,3	42,3	44,7	7,3
9	34,9	42,1	44,9	7,4
10	35,4	40,1	44,6	7,3
Výsledná průměrná spotřeba	35,4 ± 0,8	42,0 ± 0,7	44,8 ± 0,1	7,4 ± 0,1

Naměřené hodnoty LCD - HPL1740 [W]
Úhlopříčka: 17"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	50%	75%	100%	Stand-by
1	23,2	27,9	37,3	6,3
2	23,1	27,8	34,7	6,1
3	23,2	28,0	34,9	6,1
4	23,1	27,9	35,1	6,2
5	23,0	27,8	34,7	6,3
6	23,2	27,9	35,1	6,1
7	23,1	28,8	34,9	6,2
8	23,3	27,8	35,0	6,1
9	23,8	27,9	34,9	6,1
10	23,3	27,7	35,1	6,1
Výsledná průměrná spotřeba	23,2 ± 0,2	28,0 ± 0,3	35,2 ± 0,7	6,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty LCD - HP w2448hc [W]
Úhlopříčka: 24" širokoúhlý

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	50%	75%	100%	Stand-by
1	56,0	65,8	80,7	17,9
2	61,3	70,1	78,5	18,0
3	69,4	71,1	80,0	17,8
4	60,2	69,6	79,9	17,9
5	59,9	70,5	80,3	18,0
6	70,5	68,2	79,3	17,9
7	60,1	71,2	80,3	18,1
8	55,2	68,9	79,4	18,0
9	62,3	67,8	80,6	17,9
10	66,3	68,4	80,1	18,2
Výsledná průměrná spotřeba	62,1 ± 4,9	69,2 ± 1,6	79,9 ± 0,6	18,0 ± 0,1

Naměřené hodnoty LCD - Philips 200WS [W] Úhlopříčka: 20" širokoúhlý

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	50%	75%	100%	Stand-by
1	33,4	40,6	47,3	7,2
2	33,6	40,4	44,9	7,1
3	33,9	40,5	45,4	7,2
4	35,9	40,2	44,3	7,2
5	35,8	39,9	45,0	7,1
6	33,7	39,6	44,7	7,2
7	33,1	40,2	44,8	7,2
8	33,4	40,6	45,1	7,3
9	35,8	40,4	45,4	7,1
10	33,4	39,6	44,8	7,2
Výsledná průměrná spotřeba	34,2 ± 1,1	40,2 ± 0,4	45,2 ± 0,8	7,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty CRT - GVC M1769P [W] Úhlopříčka: 17"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	0%	50%	100%	Stand-by
1	75,8	76,2	78,2	9,6
2	75,2	76,3	76,2	9,6
3	76,1	78,6	76,5	9,5
4	76,3	75,8	76,1	9,7
5	76,2	78,5	76,3	9,5
6	75,9	75,9	76,8	9,6
7	75,3	76,1	77,1	9,4
8	76,7	78,6	75,3	9,5
9	78,1	75,7	76,6	9,6
10	77,1	78,2	75,1	9,6
Výsledná průměrná spotřeba	76,3 ± 0,8	77,0 ± 1,2	76,4 ± 0,8	9,6 ± 0,1

Naměřené hodnoty CRT - AOC 7Vlr [W]

Úhlopříčka: 17"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	0%	50%	100%	Stand-by
1	68,7	69,0	71,4	15,3
2	68,8	69,7	71,1	15,1
3	68,6	69,9	71,4	15,3
4	68,7	70,0	71,6	15,1
5	68,7	68,7	71,3	15,2
6	68,9	69,1	71,4	15,3
7	68,8	68,3	71,7	15,1
8	68,5	69,0	71,4	15,2
9	68,7	69,7	71,2	15,2
10	68,8	69,0	71,1	15,1
Výsledná průměrná spotřeba	68,7 ± 0,1	69,2 ± 0,5	71,4 ± 0,2	15,2 ± 0,1

Naměřené hodnoty CRT - Compaq V7550 [W]

Úhlopříčka: 19"

Měření	Hodnota nastavení jasu			Režim
	0%	50%	100%	Stand-by
1	75,3	75,4	77,7	9,6
2	75,0	75,3	77,6	9,5
3	75,1	75,1	77,4	9,9
4	75,4	75,3	77,8	9,6
5	75,7	75,6	77,1	9,6
6	76,1	75,4	77,9	9,6
7	75,5	75,3	77,7	9,5
8	75,6	75,0	77,4	9,5
9	75,7	75,1	77,6	9,6
10	74,7	75,3	78,1	9,6
Výsledná průměrná spotřeba	75,4 ± 0,4	75,3 ± 0,2	77,6 ± 0,3	9,6 ± 0,1

PŘÍLOHA 5 – Výpočty možných úspor

Výpočet spotřeby a porovnání úspor při náhradě za úsporné počítače

Počítač	Průměrná spotřeba za hodinu ve stavu [kWh]		Spotřeba za pracovní [kWh]			Náklady* za rok [Kč]	Úspora* při náhradě počítače úsporným za 1 rok [Kč]	Úspora* při náhradě 50 počítačů úspornými [Kč]
	pohotovost	zátěž	den	měsíc	rok			
Úsporný počítač	0,042	0,059	0,364	7,286	87,437	333	x	x
HP Compaq dc7900	0,050	0,092	0,464	9,280	111,360	424	91	4 557
HP Compaq dx2400	0,053	0,091	0,486	9,725	116,698	445	111	5 574
P4 1,6 GHz	0,065	0,101	0,580	11,597	139,162	530	197	9 854
HP Compaq dx2300	0,067	0,098	0,583	11,667	140,006	533	200	10 015
HP Compaq dx6100MT	0,082	0,141	0,753	15,053	180,634	688	355	17 754
Athlon 6000+	0,151	0,240	1,353	27,069	324,826	1 238	904	45 223

*při ceně 3,81 Kč/kWh

Zdroj: autor

Výpočet a porovnání energetické náročnosti úsporného počítače oproti notebookům

Notebook	Průměrná spotřeba za hodinu ve stavu [kWh]		Spotřeba za pracovní [kWh]			Náklady* za rok [Kč]	Úspora* při náhradě notebooku úsporným počítačem za 1 rok [Kč]	Úspora* při náhradě 50 notebooků úspornými počítači [Kč]
	pohotovost	zátěž	den	měsíc	rok			
Úsporný počítač	0,042	0,059	0,364	7,286	87,437	333	x	x
HP Compaq nx9030	0,027	0,052	0,256	5,110	61,325	234	-99	-4 974
HP Compaq nc6320	0,029	0,051	0,270	5,402	64,819	247	-86	-4 309
Dell Latitude D505	0,032	0,042	0,272	5,443	65,318	249	-84	-4 214

*při ceně 3,81 Kč/kWh

Zdroj: autor

Výpočet spotřeby a porovnání úspor monitorů vzhledem k LCD HPL1740

Monitor	Úhlopříčka ["]	Průměrná spotřeba za 1 h [kWh]	Spotřeba za pracovní [kWh]			Náklady* za rok [Kč]	Úspora* za 1 rok při náhradě monitoru úsporným LCD HPL1740 [Kč]	Úspora* za 1 rok při náhradě 50 monitorů úsporným LDC HPL1740 [Kč]
			den	měsíc	rok			
LCD - HPL1740	17	0,028	0,224	4,480	53,760	205	x	x
LCD - LG L1970HQ	19	0,038	0,303	6,064	72,768	277	72	3 621
LCD - Philips 200WS	20	0,040	0,322	6,432	77,184	294	89	4 462
LCD - HPL1906	19	0,042	0,336	6,720	80,640	307	102	5 121
LCD - HP w2448hc	24	0,069	0,554	11,072	132,864	506	301	15 069
CRT - AOC 7Vlr	17	0,071	0,571	11,424	137,088	522	317	15 874
CRT - GVC M1769P	17	0,076	0,611	12,224	146,688	559	354	17 703
CRT - Compaq V7550	19	0,078	0,621	12,416	148,992	568	363	18 142

*při ceně 3,81 Kč/kWh

Zdroj: autor

Výpočet a porovnání energetické a finanční náročnosti počítačů v režimu stand-by

Počítač	Průměrná spotřeba za hodinu [kWh]	Spotřeba za pracovní [kWh]			Náklady* za rok [Kč]	Spotřeba 50 PC ve stand-by za rok [kWh]	Náklady* na stand-by 50 PC za rok [Kč]
		den	měsíc	rok			
HP Compaq dx6100MT	0,012	0,192	5,760	69,120	263	3 456	13 167
Úsporný počítač	0,014	0,224	6,720	80,640	307	4 032	15 362
HP Compaq dx2300	0,016	0,256	7,680	92,160	351	4 608	17 556
HP Compaq dc7900	0,023	0,368	11,040	132,480	505	6 624	25 237
Athlon 6000+	0,031	0,496	14,880	178,560	680	8 928	34 016

*při ceně 3,81 Kč/kWh

Zdroj: autor

Výpočet a porovnání energetické a finanční náročnosti u monitorů v režimu stand-by

Monitor	Průměrná spotřeba za hodinu [kWh]	Spotřeba za pracovní [kWh]			Náklady* za rok [Kč]	Spotřeba 50 monitorů ve stand-by za rok [kWh]	Náklady* na stand-by 50 monitorů za rok [Kč]
		den	měsíc	rok			
LCD - HPL1740	0,006	0,096	2,880	34,560	132	1 728	86 400
LCD - Philips 200WS	0,007	0,112	3,360	40,320	154	2 016	100 800
LCD - HPL1906	0,007	0,112	3,360	40,320	154	2 016	100 800
LCD - LG L1970HQ	0,010	0,160	4,800	57,600	219	2 880	144 000
CRT - Compaq V7550	0,010	0,160	4,800	57,600	219	2 880	144 000
CRT - GVC M1769P	0,010	0,160	4,800	57,600	219	2 880	144 000
CRT - AOC 7V1r	0,015	0,240	7,200	86,400	329	4 320	216 000
LCD - HP w2448hc	0,018	0,288	8,640	103,680	395	5 184	259 200

* 3,81 Kč/kWh

Zdroj: autor

PŘÍLOHA 6 – Odhad vývoje cen elektrické energie

Vývoj cen elektřiny v letech 2005 - 2009

Rok	Cena elektřiny za kWh [Kč]	Meziroční nárůst ceny [%]
2005	2,70	8,89
2006	2,94	8,84
2007	3,20	9,69
2008	3,51	8,55
2009	3,81	x
Průměrný nárůst [%]	x	9

Zdroj: autor – upraveno na základě www.cez.cz

Výpočet ceny elektřiny při meziročním růstu ceny 9 % [Kč]

Rok	Cena
2010	4,15
2011	4,53
2012	4,93
2013	5,38
2014	5,86
2015	6,39
2016	6,96
2017	7,59
2018	8,27
2019	9,02

Zdroj: autor

Výpočet ročních nákladů při předpokládaném růstu ceny energie [Kč]

Rok	Roční náklady při předpokládaném růstu energie pro						
	Úsporný počítač	HP Compaq dc7900	HP Compaq dx2400	P4 1,6 GHz	HP Compaq dx2300	HP Compaq dx6100MT	Athlon 6000+
2009	333	424	445	530	533	688	1238
2010	363	462	485	578	581	750	1349
2011	396	504	528	630	634	818	1470
2012	431	549	576	687	691	891	1603
2013	470	599	628	748	753	971	1747
2014	513	653	684	816	821	1059	1904

Zdroj: autor