

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Úspora energie notebooků  
na různých platformách

Vojtěch Biberle

Bakalářská práce

2008



**Souhrn:**

Popis šetření energie na linuxových systémech při provozu na noteboocích. Obecné postupy vylepšení spotřeby linuxové distribuce. Test vybraných linuxových distribucí a jejich srovnání mezi sebou a Windows.

**Klíčová slova:**

linux, notebook, šetření energie

**Title:**

Energy saving at notebooks on different platforms

**Abstract:**

Description of energy saving on linux operating systems on notebooks. Generics method of improving energy saving of linux distribution. Test selected linux distribution, theirs comparing between oneself and with Windows.

**Keywords:**

linux, notebook, energy saving

**Poděkování:**

Tímto děkuji panu Mgr. Tomáši Hudcovi, že mi umožnil zpracovat tuto bakalářskou práci a naučit se tím nové věci.

# Obsah

Úvod.....	6
1 Snižování spotřeby na Linuxu obecně.....	8
1.1 Ovladače.....	8
1.1.1 ACPI – Advanced Configuration and Power Interface.....	8
1.1.2 CPUfreq.....	9
1.1.3 Bezdrátová komunikace.....	9
1.1.4 Vypínání bezdrátových zařízení (rf_kill).....	11
1.1.5 Ostatní ovladače.....	12
1.2 Jádro.....	12
1.2.1 Governors – správci procesoru.....	12
1.2.2 Tickless kernel.....	13
1.2.3 CPUIDLE.....	15
1.2.4 Linux-PHC.....	16
1.3 Programy.....	16
1.3.1 LCD.....	16
1.3.2 Šetřiče obrazovky a DPMS.....	17
1.3.3 Zobrazovací výstupy.....	18
1.3.4 Grafické karty.....	18
1.3.5 Zvukové karty.....	22
1.3.6 Ethernet.....	23
1.3.7 Filesystem.....	24
1.3.8 Pevný disk – HDparm.....	24
1.3.9 VM writeback.....	26
1.3.10 Laptop-mode.....	27
1.3.11 Cpubusutils.....	27
1.3.12 Cpubusfreqd.....	28
1.3.13 Throttling.....	28
1.3.14 Laptop-mode-tools.....	28
1.3.15 HAL – Hardware abstract layer.....	29
1.3.16 Systémový log.....	29
1.3.17 Beagle, Tracker a spol.....	30
2 Test distribucí.....	30
2.1 Ubuntu 8.04.....	31
2.2 OpenSuSE 11.....	33
2.3 Mandriva 2008 Spring.....	35
2.4 Fedora 9.....	36
2.5 ArchLinux 2.6.25-ARCH a Windows XP Professional SP3.....	38
Závěr.....	41
Použitá literatura.....	43

## Úvod

V dnešní době se pozornost uživatelů čím dál více upírá k šetření energie při provozu svých počítačů. Týká se to jak majitelů notebooků, kteří chtějí se svým strojem pracovat co nejdéle, domácích uživatelů, kteří mohou chtít snížit náklady na elektrickou energii, hlučnost počítače, případně zvýšit životnost komponent, tak uživatelů vlastních nebo starajících se o server, a to z v podstatě stejných důvodů jako domácí uživatelé.

Šetřit energii se dá dvěma způsoby. Prvním je hardwarové šetření energie. Do této kategorie spadá podtaktovávání procesoru, snižování napětí na různých částech počítače, opět hlavně na procesoru, nebo využití ACPI funkcí daného hardware. Druhým způsobem je šetření energie pomocí software. Tady se to týká především ekonomického použití procesoru a jeho použití jen po nezbytně nutnou dobu.

V této práci se budu zabývat především druhým způsobem šetření energie, tedy použitím co nejméně náročného software na probouzení procesoru. Místy však nakouknu i do oblastí hardwarové, protože podtaktovávání procesoru je v dnešní době už nedílnou součástí moderních OS, počítačových sestav i notebooků. Dále se budu zabývat možností vypínání hardware, a to formou vypnutí ovladače. To všechno především na systémech postavených na jádru GNU/Linux.

Linuxové distribuce si již dávno našly místo na poli serverů. V dnešní době se čím dál více prosazují i na osobních počítačích a notebookech. Chci se proto zabývat především uživatelsky příjemnými distribucemi a pokud možno nezabíhat zbytečně do složitostí systému Linux. Účelem této práce je porovnat jednotlivé distribuce z pohledu úspory energie a srovnat je se systémem Windows XP, který je v momentální době majoritním systémem na poli domácích počítačů a notebooků. Zároveň tu nechci provádět srovnání několika notebooků či počítačů, co se týče spotřeby energie. Proto všechny hodnoty a grafy musejí být brány jako celek určený k porovnání rozdílů hodnot a ne jako vypovídající hodnota, že daná distribuce bude mít na jakémkoliv počítači vždy danou spotřebu energie.

Každá distribuce bude bude podrobena testu. Test se bude skládat ze dvou hlavních částí. První část bude hned po instalaci systému a druhá po mírných úpravách. Všechny úpravy budou popsány a budou dostatečně jednoduché, aby je zvládl mírně pokročilý uživatel Linuxu. V každé z částí testu změřím spotřebu v klidu, při prohlížení Internetu a ukládání stránek na disk, při stahování ISO obrazu z Internetu a při ukládání textu na disk. Všechny síťové činnosti budou vyzkoušeny jak přes WiFi rozhraní tak přes ethernet. Dané aktivity bude simulovat program za tímto účelem naprogramovaný, aby měly všechny distribuce stejné podmínky. Pouze u Windows XP budu měřit spotřebu jen po instalaci. Měření spotřeby bude probíhat v Linuxu pomocí programu PowerTop a ve Windows XP pomocí programu Notebook Hardware Control.

Testu se zúčastní distribuce:

- OpenSuSE 11,
- Fedora 9,
- Mandriva free 2008 Spring,
- Ubuntu 8.04,
- ArchLinux 2.6.25-ARCH,
- Windows XP Professional SP3.

Test bude probíhat na následujícím HW:

- Notebook IBM ThinkPad T41,
- CPU: 1,7 GHz,
- 1 GB RAM,
- WiFi Intel 2200GB,
- 5400ot/s disk,
- ATI RV350,
- Intel Gigabyte LAN.

# 1 Snížení spotřeby na Linuxu obecně

## 1.1 Ovladače

Ovladače neboli moduly jsou ve světě Linuxu také součástí jádra. Zde se ovšem nebudeme zabývat jejich upravováním, ale nahráváním. V Linuxu, pokud je nahrán ovladač, tak se daný hardware používá a tudíž spotřebovává energii. Proto je dobré v době běhu na baterii co nejvíce nepotřebných komponent vypnout, tedy vypnout jejich ovladače. Dále zde uvedeme několik poznámek, jak nastavit ovladače tak, aby daný hardware spotřebovával co nejméně energie.

Na začátek si ještě vysvětlíme funkci tří příkazů pro práci s moduly jádra Linux:

`lsmod` – vypíše všechny moduly nahané v jádře,

`rmmmod modul` – odstraní daný modul (pokud při pokusu o odebrání modulu z jádra systém napíše, že modul je používán, použijte `lsmod | grep modul` pro zjištění, které moduly používají modul, který chcete odebrat – moduly budou na pravé straně oddělené čárkou),

`modprobe modul` – vloží daný modul do jádra (nahraje ovladač a zpřístupní tak daný hardware nebo funkčnost).

Důležité také je provádět všechny níže uvedené operace pod uživatelem root. A nakonec všechny změny v modulech platí jen do restartu systému. Pokud chcete nějaký modul odebrat natrvalo, musíte se poradit s dokumentací dané distribuce. Modul obvykle stačí napsat do jakéhokoli souboru v adresáři `/etc/modules.d/` a před něj přidat slovo `blacklist`, tedy například `blacklist ipw2200`.

### 1.1.1 ACPI – Advanced Configuration and Power Interface

Neboli ACPI je rozhraní, které popisuje základní desku a komponenty na ní použité. Zpřístupňuje další možnosti nastavení power managementu pro desku a tyto komponenty. Umožňuje tedy uspávat jednotlivé komponenty, provést uspání do RAM či na disk, zpřístupňuje speciální tlačítka a ukazuje stav hardware. V dnešní době nepostradatelná součást operačního systému, který má běžet na notebooku.



Všechny user-friendly distribuce jsou proto vybaveny moduly pro ACPI, a protože se ACPI stalo součástí všech dnešních počítačů, zavádějí podporu pro ACPI rovnou při startu.

Pokud se chcete přesvědčit, stačí zadat příkaz:

```
lsmod | grep acpi
```

který by měl vypsat tabulku všech modulů, které mají v názvu ACPI. Pokud se tak nestane, je potřeba moduly nahrát. Jaké moduly jsou přesně potřeba, závisí na daném hardware počítače. Více na (15).

### 1.1.2 CPUfreq

Je modul jádra, který se stará o řízení frekvence procesoru. Jeho hlavní součástí jsou takzvaní správci procesoru (governors), kterým se budeme věnovat dále v textu. Navíc obsahuje ovladače pro specifické procesory a jejich rozhraní pro přepínání frekvence případně další funkce na snížení spotřeby energie. Více na (16).

### 1.1.3 Bezdrátová komunikace

Pod touto sekcí se schovává Bluetooth, WiFi a IRDA. Problematika je u všech těchto zařízení v podstatě stejná. Nejčastěji jsou nainstalovány moduly pro všechna zařízení a například takový infračervený port v dnešní době nevyužívá už téměř nikdo. Stejně tak Bluetooth ani WiFi nemusí být zapnuty pořád. Situaci jednoduše a elegantně můžeme vyřešit odstraněním modulů, které ovládají dané zařízení.

#### 1.1.3.1 IRDA

```
rmmod irtty_sir  
rmmod sir_dev  
rmmod irda
```

#### 1.1.3.2 Bluetooth

```
rmmod bluetooth_cs  
rmmod bluetooth
```

případně můžeme použít příkaz:

```
hciconfig hci0 down
```

Zde by měl fungovat přesně tak, protože v notebooku se většinou nevyskytuje více Bluetooth modulů.

### 1.1.3.3 WiFi

U WiFi je situace trochu obtížnější. Existuje totiž mnoho WiFi karet a každá má jinak pojmenovaný ovladač. Princip je ale stejný, použijeme příkaz `rmmod` pro odebrání modulu.

WiFi je také síťové zařízení a tím nám na druhou stranu situaci ulehčuje. Všechna síťová zařízení se totiž v Linuxu vypínají stejně a to příkazem `ifconfig` nebo `ip`:

```
ifconfig ethX down  
ip link set ethX down
```

Situace je trochu zkomplikovaná tím, že WiFi karta může mít různá pojmenování. Nejčastěji jsou to `eth1`, `ra0` nebo `wlan0`. Jaké pojmenování má daná karta lze zjistit příkazem `iwconfig`. Jeho výpis vypadá následovně:

```
lo no wireless extensions.  
eth0      no wireless extensions.  
eth1      IEEE 802.11g  ESSID:"dom_sit_rb"  
          Mode:Managed  Frequency:2.437 GHz  Access Point: 00:0B:6B:4E:2B:7F  
          Bit Rate:54 Mb/s   Tx-Power=20 dBm   Sensitivity=8/0  
          Retry limit:7   RTS thr:off   Fragment thr:off  
          Power Management:on  
          Link Quality=84/100  Signal level=-31 dBm  Noise level=-89 dBm  
          Rx invalid nwid:0  Rx invalid crypt:0  Rx invalid frag:0  
          Tx excessive retries:0  Invalid misc:0  Missed beacon:21
```

Zde vidíme, že zařízení `lo` a `eth0` nemají rozšíření, ale zařízení `eth1` má. Hned vidíme i dostupné údaje o zařízení.

#### 1.1.3.3.1 WiFi – šetření energie

WiFi má i při provozu velkou spotřebu energie, ale je zde možnost, jak s ní šetřit. Normálně WiFi karta s AP (access point – přístupový bod) komunikuje tak, že naslouchá a přijímá pakety. Šetření nastane, pokud se WiFi karta a AP domluví na

„vysílacím čase“. AP tedy bude vysílat víc paketů zároveň a WiFi karta se bude probouzet jen v tomto zvoleném čase, přijme pakety a zase se uspí. Nevýhodou tohoto režimu je, že se zvyšuje latence při používání WiFi sítě, neboli se zvyšuje čas potřebný k přijmutí odpovědi od serveru. Při prohlížení webových stránek to nevádí, ale pokud byste chtěli hrát přes WiFi hry, už vzniklá latence bude znát. WiFi power saving se zapíná pomocí programu `iwpriv` a to následovně:

```
iwpriv eth1 set_power X
```

V tomto příkazu je nutné nahradit `eth1` za jméno správné WiFi karty a číslo `X` za hodnotu od 1 do 6. Hodnoty od 1 do 5 jsou určeny pro nastavení power savingu, a to tak, že vyšší číslo znamená agresivnější šetření. Hodnota 6 potom celý power saving vypne.

#### 1.1.3.3.2 WiFi auto asociace

Většina ovladačů v Linuxu přepíná kartu do tzv. scanning módu, pokud není asociována k žádnému AP a dokonce i když je vypnutá pomocí předchozího příkladu (tedy pomocí `ifconfig` nebo `ip`). Ve scanning módu karta vyhledává okolní AP. Tato činnost samozřejmě spotřebovává energii a navíc je naprosto zbytečná. Dá se tomu jednoduše zabránit, pokud ovladače zavedeme s parametrem `associate=0`. Tedy například:

```
modprobe ipw2200 associate=0
```

Pro automatické nastavení ovladače při zavedení modulu můžeme danou volbu případně doplnit do souboru v adresáři `/etc/modprobe.conf.d`.

### 1.1.4 Vypínání bezdrátových zařízení (rf\_kill)

Vypnout Bluetooth a WiFi zařízení jde i jiným způsobem a to pomocí následujícího příkazu:

```
for i in `find /sys -name "rf_kill" `; do echo 1 > $i ; done
```

zařízení můžeme opět zapnout pomocí příkazu:

```
for i in `find /sys -name "rf_kill" `; do echo 0 > $i ; done
```

Tímto způsobem ovládáme společně všechna zařízení Bluetooth i WiFi v systému. Proto se hodí tuto funkci namapovat na klávesovou zkratku případně ACPI událost.

Na konec částí o bezdrátové komunikaci je nutno dodat, že podpora všech těchto zařízení je v Linuxu už pěkně dlouhou dobu a hodně uživatelů ji používá. Z toho důvodu jsou napsány nejrůznější grafické nadstavby a programy, které jsou schopny všechna tato zařízení vypnout či nastavit tak, jak si uživatel přeje. Programů je však mnoho a v každé distribuci je možnost použít jejich jiné složení, proto je zde nebudu popisovat. Více na (2) a (3).

### **1.1.5 Ostatní ovladače**

Obecně se doporučuje vypnout všechna zařízení, která se nepoužívají. V Linuxu je vypneme právě odstraněním jejich ovladače. Obecně to jsou hlavně ovladače od modemu. Pokud není potřeba při chodu na baterie USB port, je dobré vypnout i ten příkazem:

```
rmmod uhci_hcd
```

Samotný USB port, pokud nenapájí další zařízení, nespotřebovává velké množství energie, avšak nynější implementace USB ovladače v jádře funguje tak, že se periodicky „dívá“ na USB port, jestli v něm náhodou není připojené nějaké zařízení, které by potřebovalo obsloužit. Tato periodická činnost vyvolává probouzení jádra, které ke své činnosti samozřejmě potřebuje procesor a činnost procesoru zvyšuje spotřebu notebooku.

## **1.2 Jádro**

### **1.2.1 Governors – správci procesoru**

První a nejdůležitější věcí, kterou je třeba se zabývat, je frekvence procesoru. Aneb čím vyšší frekvence procesoru, tím vyšší spotřeba procesoru. V linuxovém jádře je samozřejmě přítomná podpora pro různé procesory i přepínání jejich

frekvence. Tuto činnost má na starosti takzvaný správce procesoru (governor). Ve všech dnešních distribucích user-friendly je do jádra zakompilována podpora pro správce procesoru a je i nastaven výchozí správce na performance, který zajišťuje maximální frekvenci procesoru a taky maximální výkon. Distribuce si většinou správce přepnou po startu na ondemand, který je dobrý na běžné použití. Správce ondemand nastaví frekvenci procesoru na nejnižší hodnotu a pokud je potřeba větší výkon, postupně zvyšuje frekvenci až na nejvyšší možnou. Dalším výhodným správcem je conservative, který se chová podobně jako správce ondemand, ale je výhodnější při běhu na baterie. Zvýší totiž skokově frekvenci procesoru na nejvyšší možnou, tím dodá potřebný výkon na vykonání dané činnosti a opět sníží co nejrychleji frekvenci zpět. Předposlední správce se jmenuje powersave, tento správce nastaví nejnižší možnou frekvenci procesoru. Posledním správcem je správce s názvem userspace. Ten dovoluje ovládat frekvenci programu, který neběží pod právy jádra (tzv. userspace programu). Použití tohoto správce se v dnešní době moc nedoporučuje, protože userspace program potřebuje delší dobu na reakce ohledně změny frekvence CPU. Na druhou stranu umožňuje jemněji nastavit činnosti při různých stavech systému. Více na (16).

S detailnějším nastavením správce se není potřeba zabývat. Tedy jen stručně: Jakého správce právě používáte se dozvíte nezávisle na distribuci spuštěním příkazu:

```
cat /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```

Správce, který se má používat, se potom nastavuje příkazem:

```
echo "ondemand" > \  
/sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```

kde ondemand nahradíte požadovaným správcem. Tato změna je ovšem platná jen do restartu počítače, případně dokud ho nezmění jiné nastavení distribuce. Více na (2).

## 1.2.2 Tickless kernel

Linuxové jádro samo o sobě využívá poměrně dobře procesor a snaží se ho nepoužívat, pokud to není potřeba. Jádro se může zkompilovat se třemi různými

časy probouzení: 100 Hz, 250 Hz a 1000 Hz. Čím vyšší číslo, tím rychleji je schopen systém reagovat, ale tím častěji se probouzelo jádro ke své činnosti, potřebovalo procesor a zvyšovala se spotřeba energie. Prvním významnějším milníkem ve snižování spotřeby Linuxu v poslední době bylo přidání volby `CONFIG_NO_HZ` do jádra 2.6.21. Tato volba způsobí, že linuxový kernel nebude používat napevno nastavený časovač, který probouzel jádro vždy po určité době, ale opravdu jen tehdy, když má přijít nějaké přerušení. Tato vlastnost jádra se nazývá Tickless kernel. Nyní jádro před přechodem do IDLE režimu zjistí, za jak dlouho má nastat nejbližší přerušení, a probere se k činnosti až po zjištěné době, tedy většinou méně často, než by se probouzelo podle napevno nastaveného časovače.

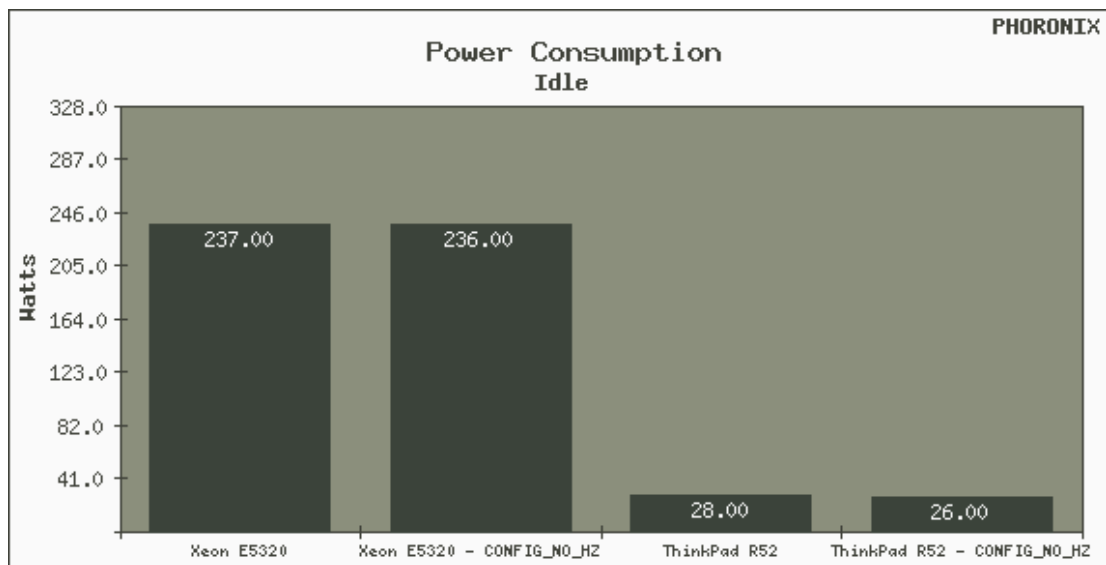
Další důležitou volbou je `CONFIG_HIGH_RES_TIMERS`. Tato volba využívá kód zapnutý pomocí `CONFIG_NO_HZ` a způsobuje, že posixový časovač a funkce `nanosleep()` je tak přesná, jak jen dovoluje hardware daného počítače (kolem 1  $\mu$ sec na běžném hardwaru). Jde o transparentní funkci – je-li zapnuta, všechny časovače jsou přesnější.

Na americkém serveru Phoronix vyšel článek, který dokazuje účinnost beztickového jádra. Zde je výtah z článku (1):

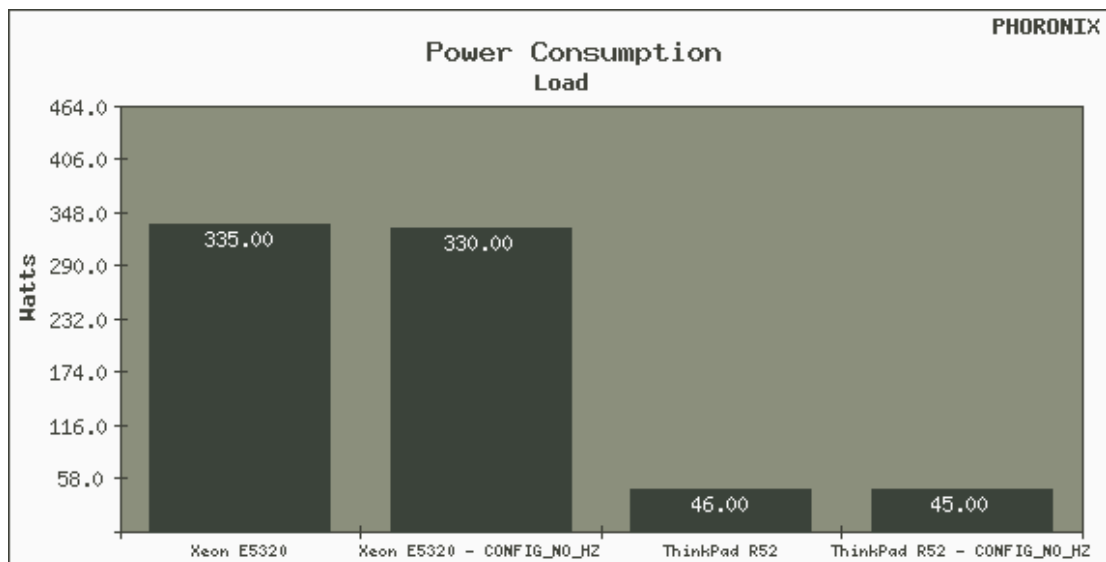
V tomto testu jsme sledovali spotřebu systémů pomocí SeaSonic PowerAngel. Spotřeba energie byla sledována jak při systému, bez zátěže, tak při plné zátěži. Zátěž jsme simulovali kompilováním linuxového kernelu a spuštěním programu `glxgears`. Testovali jsme nejdříve jádro se zapnutými volbami v jádře: `CONFIG_NO_HZ` a `CONFIG_HIGH_RES_TIMERS` a potom s vypnutými.

Test byl prováděn na dvou systémech, prvním je počítač postavený na základní desce Tyan Tempest i5000XT s dvěma procesory Intel Clovertown E5320 a osmi moduly 512MB paměti DDR2 FB-DIMM RAM. Tento systém jsme použili, aby bylo dobře vidět, jak je kernel se zapnutou podporou Tickless účinný. Druhý testovaný stroj byl Lenovo ThinkPad R52 s procesorem Intel Pentium M 750, 2GB paměti DDR2 a ATI Mobility Radeon X300. Na oba počítače byla nainstalována distribuce Fedora 7 s kernelem 2.6.21-rc1.

Následující grafy ukazují, jak si oba systémy vedly ve spotřebě energie:



*Ilustrace 1: Účinnost Tickless jádra při nečinnosti*



*Ilustrace 2: Účinnost Tickless jádra při zátěži*

V tomto testu vidíme, že CONFIG\_NO\_HZ způsobí jen malý rozdíl u obou dvou systémů. Přesto se však vyplatí používat Tickless kernel zvláště u systému, které běží nonstop, u embedded systému případně notebooků. Zde i malý rozdíl může znamenat poměrně velké úspory energie.

K tomuto článku jen doplníme, že u notebooku může spotřeba o jeden watt znamenat až 20 minut navíc při běhu na baterii. Tyto volby jádra můžete využívat na jádrech 2.6.21 a starších. Tudiž dnes již budou zahrnuty v naprosté většině linuxových distribucí.

### 1.2.3 CPUIDLE

CPUIDLE se nově stará o power management procesoru (avšak jiným způsobem než snižování napětí/změna frekvence). Původní C-state neumí s bezčasovým jádrem pracovat. CPUIDLE obsahuje nové algoritmy, které umožňují další snížení spotřeby energie.

V user-friendly distribucích ji opět najdete zapnutou, takže není potřeba se jejím použitím dále zabývat. Více na (4).



## 1.2.4 Linux-PHC

Linux Processor Hardware Control patch (neboli undervolting patch) přináší do linuxového jádra možnost snížit voltáž procesoru, tím dále snížit jeho frekvenci, výkon a samozřejmě i spotřebu. Patch se zaměřuje na procesory od firmy Intel. Momentálně jsou otestovány procesory Mobile Centrino, Core a Core2. Je možné, že funguje i na dalších procesorech od firmy Intel, ale vývojáři to nemohou potvrdit. Patch by měl umět pracovat s VIA-kompatibilními CPU, ale opět vývojáři nemohou nic zaručit. Patch je momentálně dostupný pro jádra 2.6.22, 2.6.23, 2.6.24 a 2.6.26.

Jak už předchozí část naznačuje, PHC podporuje pouze část současných procesorů, a to ještě nejistě, proto není zařazen do jádra, a tudíž jej nenajdeme ani v dnešních distribucích. Pokud jej chceme využívat, je tu možnost stáhnout zdrojové kódy jádra, patch soubor a upravit a zkompileovat si jádro. Kompilace a patchování jádra je ovšem práce pro zkušenějšího uživatele Linuxu a toto téma je nad rámec této práce. Jen dodám, že na Internetu je spousta návodů, jak zprovoznit PHC. Více na (4) a (17).

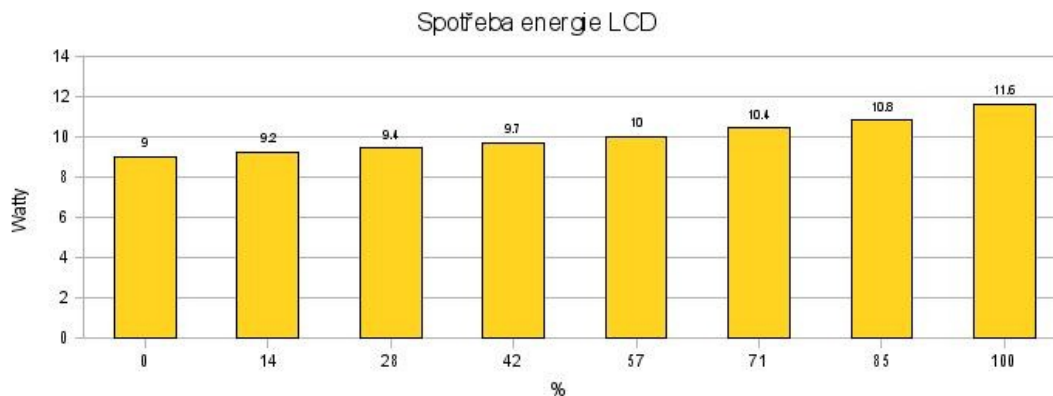
## 1.3 Programy

### 1.3.1 LCD

Největším „žroutem“ energie v noteboocích je LCD display. Tedy ne samotný display, jako jeho podsvícení. Proto je samozřejmě vhodné snížit podsvícení na co nejmenší úroveň. Většina notebooků tuto možnost podporuje pomocí funkčních kláves. Pokud to daný model nepodporuje, jde použít jako náhrada nástroj `xbacklight`:

```
xbacklight -set 10
```

nastaví sílu podsvícení LCD na 10 %. Vhodným použitím můžeme ušetřit 1–3 wattů, což není málo. Pro zajímavost přikládám graf závislosti spotřeby na stupni osvětlení u notebooku ThinkPad T42. Více na (2) a (3).



*Ilustrace 3: Spotřeba LCD*

### 1.3.2 Šetřiče obrazovky a DPMS

Šetřiče obrazovky bohužel nemají se šetřením obrazovky v dnešní době nic společného. Nemají tedy ani žádný šetřící účinek na elektrickou energii, spíše naopak. Vykreslováním obrázků na obrazovku v době nečinnosti zaměstnávají procesor, který tím spotřebovává více energie a pokud je daný šetřič 3D, tak využívá ještě GPU, a tím spotřebovává další energii navíc. Lepší alternativou šetření je vypínání LCD notebooku úplně pomocí technologie DPMS. DPMS můžeme zapnout pomocí příkazu:

```
xset +dpms
```

případně dopsat volbu `Option „DPMS“` do sekce `monitor` v souboru `xorg.conf`. Nastavení provedeme takto:

1. Otevřeme v textovém editoru soubor `/etc/X11/xorg.conf`
2. Přidáme novou volbu `Option „DPMS“` podle následujícího vzoru:

```
Section "Monitor"
    Identifier "Monitor0"
    HorizSync 28.0-96.0
    VertRefresh 50.0-75.0
    Option "DPMS" "true"
EndSection
```

Poslední možností, jak zapnout DPMS, je použití grafického programu. Ve všech user-friendly distribucích se takový program bude určitě vyskytovat. Více na (2) a (3).

### 1.3.3 Zobrazovací výstupy

TV výstup a ostatní zobrazovací výstupy bývají poměrně často zapnuté, pokud je sami nevypnete. I když se takový výstup nepoužívá, stále do něj grafická karta posílá signál a tudíž spotřebovává elektrickou energii. Například TV výstup vypneme pomocí nástroje `xrandr`:

```
xrandr --output TV --off
```

Zde můžeme ušetřit nějakou tu desetinu wattu, ale hodnoty se liší mezi rozdílnými notebooky. Někde také nejsou ostatní zobrazovací výstupy vůbec zapnuty v BIOSu, což je nejlepší volba, pokud je ovšem nepotřebujete používat.

### 1.3.4 Grafické karty

Dalším zajímavým místem na šetření energie jsou grafické karty. U všech třech největších výrobců grafických karet, tedy Intel, AMD a nVidie, existuje způsob, jak nastavit frekvenci jak GPU, tak paměti grafické karty, případně zapnout jiný způsob šetření energie. Snížením frekvence GPU a paměti na grafické kartě můžeme snížit spotřebu asi o 1 watt. Snížením frekvence samozřejmě také dosáhneme toho, že se sníží výkon grafické karet. Proto je potřeba se rozhodnout, jestli je pro nás prioritní snížení spotřeby a nebo výkon v grafických operacích, které ovlivňují například i vykreslování GUI, přehrávání filmů, nebo renderování 3D výkresů. U obou výrobců grafických karet máme možnost nastavit buď pomocí speciálního programu nebo změnit nastavení X.org.

#### 1.3.4.1 Intel

U karet Intel se dá šetřit pomocí komprese framebufferu. Princip je takový, že se obrázek, který je nastaven jako pozadí plochy zkomprimuje v paměti grafické karty

a při jeho dalším použití se bude přenášet méně dat, použije se menší šířka přenosového pásma a ušetří se energie. Nejlépe tato technologie funguje na jednobarevných obrázcích. Většinou se však jako pozadí plochy nastavuje barevnější obrázek případně fotka. Pro tuto příležitost Intel vyvinul program pro úpravu a zmenšení fotek, který je k nalezení na adrese [www.lesswatts.org](http://www.lesswatts.org). Při použití této technologie se dá ušetřit až 0,6 wattů. Více na (2) a (3).

### **1.3.4.2 AMD – ATI**

U grafických karet ATI je situace trochu komplikována tím, že je možné použít dva ovladače. Prvním je open-source ovladač radeon, který je součástí X.org. Druhým ovladačem je proprietární catalyst (starším názvem fg1rx), který je distribuován přímo společností AMD.

#### **1.3.4.2.1 Ovladač radeon**

Pro práci s ovladačem radeon je určen program s názvem rovclock. Umí zároveň změnit frekvenci jak GPU tak paměti. Pro informace o frekvencích nastavených na kartě použijeme příkaz:

```
rovclock -i
```

Pro změnu nastavení můžeme použít příkaz:

```
rovclock -c XXX -m YYY
```

kde XXX je frekvence GPU v MHz a YYY je frekvence paměti opět v MHz.

Další možností, jak snížit spotřebu grafických karet ATI, je použití dynamické změny frekvence GPU a paměti. AMD tuto funkci nazývá PowerPlay a X.org DynamicClocks. Pro zapnutí této funkce je nutné editovat konfigurační soubor X.org a doplnit potřebné údaje. Postup nastavení:

1. Otevřeme konfigurační soubor, který se nachází v `/etc/X11/xorg.conf`, pomocí jakéhokoliv textového editoru, samozřejmě s právy uživatele root. (Místo editoru vim lze samozřejmě použít jiný.)

```
vim /etc/X11/xorg.conf
```

2. Doplníme potřebný řádek `Option "DynamicClocks" "on"` do sekce grafické karty. Podobně jako zde:

```
Section "Device"
    Identifier "Videocard0"
    Driver "radeon"
    VendorName "IBM ThinkPad"
    BoardName "ATI Radeon Mobility M9"
    Option "DynamicClocks" "on"
EndSection
```

3. Restartujeme X-server např. tím, že použijeme klávesovou zkratku `Ctrl+Alt+Backspace`.

4. Funkčnost si můžeme ověřit zadáním příkazu:

```
cat /var/log/Xorg.0.log | grep Dynamic
```

a pokud vypíše podobné řádky jako zde:

```
(**) RADEON(0): Option "DynamicClocks" "on"
(II) RADEON(0): Dynamic Clock Scaling Enabled
```

je PowerPlay aktivní a grafická karta bude měnit frekvenci GPU a paměti podle potřeby.

### 1.3.4.2.2 Ovladač catalyst

Zde je pouze jedna možnost, jak ovlivnit nastavení grafické karty. Je jí program `aticonfig`. Jeho použití je následující:

1. Získání informací o aktuálním nastavení:

```
aticonfig --list-powerstates
```

Tento příkaz vypíše seznam módů podobný následujícímu, kde si můžete zvolit, který z podporovaných módů se má zapnout. Od výrobce je nastaven nejvýkonnější mód grafické karty, který ovšem také spotřebovává nejvíce energie.

```
core/mem          [flags]
-----
1: 105/122 MHz    [low voltage]
2: 209/182 MHz   [low voltage]
3: 297/230 MHz   [default state]
```

2. Nastavení frekvence se provádí na základě údajů, získaných z předchozí tabulky:

```
aticonfig --set-powerstate=X
```

kde X zastupuje číslo stavu z předchozí tabulky, který chceme nastavit. Toto nastavení si grafická karta zachová i po restartu počítače.

Nově je v ovladači catalyst přítomen i program `atieventsd`, který dokáže měnit nastavení grafické karty dynamicky podle připojení či odpojení AC-adaptéru. Program běží jako démon a je tedy jen potřeba zajistit jeho spouštění při startu systému. Sám potom bude nastavovat potřebnou frekvenci GPU a paměti.

Upozornění na konec: Velice se nedoporučuje používat současně programy `rovclock` a `aticonfig`. Jejich kombinace může způsobit naprosto odlišná nastavení grafické karty, než která byla požadována a taky výrazné zpomalení celého počítače. Více na (7) a (9).

### **1.3.4.3 nVidia**

Pro grafické karty nVidia existují v této době tři grafické ovladače. Prvním je proprietární ovladač přímo od společnosti nVidia. Druhým je open-source ovladač `nv`, který je starší, nicméně podporuje více grafických karet. Novým ovladačem je potom `noveau` který je také open source a na kterém se momentálně usilovně pracuje a zatím se nedoporučuje pro všední používání. U ovladače od nVidia jsou tři možnosti, jak šetřit energii.

První z nich je přidání řádku

```
Option "RegistryDwords" "PowerMizerLevel=0x3"
```

do souboru `/etc/X11/xorg.conf` stejně, jak je to popsáno u grafické karty ATI. U volby `RegistryDwords` jsou možná další nastavení:

0x1 = performance,

0x2 = balanced,

0x3 = powersave.

Druhou možností je použití programu `nvclock`. Pro vypsání podrobnějších informací o stavu karty použijeme:

```
nvclock -i
```

Pro nastavení frekvencí jak GPU tak paměti potom použijeme příkaz:

```
nvclock -n XX -m YY
```

kde číslo `XX` udává frekvenci GPU v MHz a číslo `YY` udává frekvenci paměti opět v MHz. Aby to fungovalo, musíme do konfiguračního souboru vložit řádek:

```
Option "Coolbits" "1"
```

Poslední možností, která je ekvivalentní k programu `nvclock` je použití grafického programu `nvidia-settings`. Pomocí tohoto programu můžete změnit frekvenci grafické karty přímo v grafickém prostředí. Stejně jako u použití programu `nvclock`, je potřeba mít povolenou volbu `Coolbits`. Více na (6).

## 1.3.5 Zvukové karty

### 1.3.5.1 AC97

Předchozí generace integrovaných zvukových karet má schopnost se při nečinnosti vypínat, ovšem tato možnost v současných distribucích není implicitně zapnutá. Zda se to týká i vás, zjistíte příkazem:

```
cat /sys/module/snd_ac97_codec/parameters/power_save
```

Pokud příkaz výše vypíše číslo větší než nula, uspávání je povoleno. Pokud ne, povolíme ho tím, že do tohoto souboru zapíšeme 1:

```
echo 1 > /sys/module/snd_ac97_codec/parameters/power_save .
```

Následně je potřeba přehrát nějaký zvuk a zvuková karta by se poté měla uspat. Při jejím probuzení se může ozvat typické lupnutí.

### **1.3.5.2 HDA-Intel**

Současná generace integrovaných zvukových karet také podporuje uspávání podobně jako AC97. U těchto zvukových karet by však měla být podpora pro uspávání v distribucích zapnutá. Můžeme to ověřit pomocí příkazu:

```
cat /sys/module/snd_hda_intel/parameters/power_save
```

Pokud vypíše číslo větší než nula, jsou šetřící funkce zapnuty. Více na (2) a (3).

## **1.3.6 Ethernet**

### **1.3.6.1 WOL**

Neboli Wake-On-Lan je technologie, která umožňuje vzbudit nebo zapnout počítač na dálku přes ethernetovou síť. Zapnutí této funkce ovšem způsobuje, že se pořád udržuje zapnutá ethernetová karta, a to i v momentě, kdy je vytažený ethernetový kabel. Napájení a čekání na magický paket, který by vzbudil počítač, samozřejmě spotřebovává energii, proto je vhodné tuto funkci zakázat. Je možné ji buď zakázat přímo v BIOSu notebooku, pokud to ovšem nedovoluje, existuje pro to následující příkaz:

```
ethtool -s eth0 wol d
```

Toto nastavení se musí po každém restartování systému znovu nastavit a nebo je třeba zakázat WoL v BIOSu.

### **1.3.6.2 Gigabit ethernet**

V dnešní době je standardem do notebooků dávat gigabitové ethernetové karty, ale většina dnešních sítí stejně funguje jen na rychlosti 100 Mb/s. Provoz gigabitové části ethernetové karty může spotřebovat dva watt, výjimečně i více, což není málo. Gigabitová část se dá vypnout následovně:

```
ethtool -s eth0 autoneg off speed 100
```

Pokud by byla potřeba znovu zapnout gigabitová část, zajistí to následující příkaz:

```
ethtool -s eth0 autoneg on speed 1000
```



Po restartu se ethernetová karta inicializuje zase na výchozí stav, tedy bude zapnuta gigabitová část. Více na (2) a (3).

### 1.3.7 Filesystem

Na všech linuxových file systémech se jako implicitní parametr používá zapisování `atime`, což je atribut souboru, který určuje, kdy naposled bylo k souboru přistoupeno. Toto se nemusí dít ani při čtení z disku ale i pokud bude daný soubor nahrán v paměti RAM (cache). Tento parametr způsobí, že se i tehdy roztočí pevný disk (pokud se ovšem neprobudil už z jiných důvodů) a zapíše se nový čas přístupu. Za další důsledek to má snížení výkonu takového file systému, protože při každém čtení souboru se musí i zapisovat. Jelikož tento údaj není pro většinu uživatelů potřeba, je nejlepší `atime` vypnout.

Provádí se to přidáním parametru do souboru `/etc/fstab` a to tímto způsobem:

```
/dev/sda1 / ext3 defaults,noatime 0 1
```

tedy přidáním položky `noatime`.

Dalším vylepšením, zvláště pokud by nefungovaly některé programy, které `atime` využívají, je možnost přidat místo `noatime` napsat parametr `relatime`. S `relatime` je poslední čas přístupu měněn pouze pokud je starší než čas změny (`ctime`) nebo úpravy (`mtime`).

### 1.3.8 Pevný disk – HDparm

Pevný disk je zařízení, které v počítači spotřebovává poměrně hodně energie kvůli tomu, že se otáčejí plotny disku. I zde se dá nějaký watt ušetřit pomocí uspávání disku. Je ovšem potřeba odhadnout, po jakém čase nečinnosti je dobré disk uspat, protože přílišné uspávání by mělo za následek i moc časté probouzení disku a tím zkrácení jeho životnosti. Disky v noteboocích jsou dimenzovány na přibližně 300 000 probouzení, tedy roztočení ploten, což je oproti velkým diskům podstatně více (velké disky jsou dimenzovány na 40 000 až 50 000 roztočení ploten). Tato

vysoká hodnota dovoluje poměrně agresivní uspávací režim disku, ale nezaručuje, že bude disk fungovat napořád. Dokazuje to následující výpočet. Pokud bychom nechali disk uspávat a znovu se probudit po 10 minut trvající nečinnosti a pracoval by bez vypnutí, tedy 7 dní v týdnu a 24 hodin denně potom dosáhneme limitu za 2 083 dní, což je asi 6 let. Tedy přesněji:

$$300\,000 \cdot 10 = 3\,000\,000 \quad \text{počet minut}$$

$$3\,000\,000 : 60 = 50\,000 \quad \text{počet hodin}$$

$$50\,000 : 24 = 2\,083,333 \quad \text{počet dní}$$

$$2\,083,333 : 365 = 5,707\,7 \quad \text{počet let}$$

Toto je ovšem jen teoretický výpočet pro dokázání velké životnosti notebookových disků. V praxi se většinou disky uspávají také po přibližně 10 minutách, ale nechávají se uspané co nejdéle to jde. Čas, po který je disk uspaný se snaží prodloužit na maximum různé cache v jádře – o nich se budeme bavit dále v textu.

Je tu ovšem i druhý faktor, a to ten, že roztočení ploten disku zabere čas. Příliš častým uspáváním disku se tedy prodlouží přístupová doba k datům na disku. Delší čas zpracovávání znamená delší použití procesoru a dalších komponent a tedy i větší odběr energie. Nastavování uspávání disku je tedy tzv. „dvojsečná zbraň“, která nám může pomoci, ale i uškodit.

Power management se pomocí `hdparm` nastavuje následovně:

```
hdparm -B XXX -S YYY /dev/sdZ
```

`sdZ` zde zastupuje linuxové jméno disku. Většinou zde bývá `sda` případně `hda`.

`XXX` je číslo od 1 do 255. Čím nižší hodnoty, tím agresivněji se bude disk snažit šetřit energií, čím vyšší hodnoty, tím méně bude šetřit, ale bude se zvětšovat jeho výkonnost (tím se myslí přístupové časy k datům). Hodnoty mezi 1 a 127 povolují `spin-down`, tedy zastavení ploten a hodnoty mezi 128 a 254 nepovolují zastavení ploten. Hodnota 255 říká `hdparm` aby vypnul používání power managementu pro disk.

YYY je číslo od 1 do 255, které udává, za jak dlouho po poslední aktivitě se provede spin-down, tedy zastavení ploten disku. Nulová hodnota znamená, že je timeout vypnut, disk nezastavuje plotny. Hodnoty od 1 do 240 určují, kolikanásobek pěti sekund se bude považovat za vypršení timeoutu. Hodnoty od 241 do 251 specifikují, kolikanásobek 30 minut se bude považovat za vypršení timeoutu. Hodnota 252 je nastavena na 21 minut, 253 záleží na výrobci disku a pohybuje se většinou mezi 8 až 12 hodinami. Hodnota 254 je rezervovaná a nakonec hodnota 255 je nastavena na 21 minut 15 sekund, ale některými staršími disky může být interpretována jinak.

Nakonec příklad nastavení agresivního uspávání disku:

```
hdparm -B 1 -S 12 /dev/sda
```

Nastaví největší možnou míru šetření energie a zastavování ploten disku po 1 minutě.

### 1.3.9 VM writeback

VM (Virtual Memory) je systém, který se v linuxovém jádře stará také o cache. Snaží se uchovávat požadavky aplikací na zápis na disk v cache jádra a až se nashromáždí víc požadavků, zapsat je všechny najednou. VM writeback je hodnota, která určuje, po jaké maximální době musí být data aplikací zapsány na disk. Implicitně je nastavena na 5 sekund, ovšem pokud se není třeba obávat výpadku elektrického proudu, jako například u notebooků, může se zvětšit a tím dát jádru možnost lépe rozhodovat o zápisech na disk. Disk se bude méně využívat a povede to k větší úspoře energie. Hodnotu, která se právě používá, zjistíme pomocí příkazu

```
cat /proc/sys/vm/dirty_writeback_centisecs
```

který by nám měl vypsát hodnotu 500, pokud máme implicitní nastavení. Zvýšení dosáhneme pomocí příkazu:

```
echo 1500 > /proc/sys/vm/dirty_writeback_centisecs
```

Více na (2) a (3).

### 1.3.10 Laptop-mode

Když je režim laptop-mode aktivován, jádro se snaží být ještě chytřejší u V/V operací. Nejen že čeká, až se nashromáždí více dat na zapsání na disk, ale ještě přihlíží k tomu, jestli se plotny disku právě točí nebo ne, a pokusí se data zapisovat na disk až tehdy, když se plotny roztočí i z dalšího důvodu, než jen zapsání dat. Jestli máme režim laptop-mode zapnutý, zjistíme příkazem:

```
cat /proc/sys/vm/laptop_mode
```

pokud příkaz vrátí číslo větší než nula, je laptop mode zapnutý. V opačném případě ho můžeme zapnout pomocí:

```
echo 5 > /proc/sys/vm/laptop_mode
```

### 1.3.11 Cpufrequtils

Tento program je přívětivější alternativou při nastavování frekvence a správce procesoru než dříve zmíněné zapisování hodnot do SYSFS. Nastavuje provádění úplně stejně, jako kdyby se hodnoty zapisovaly přímo do SYSFS, ale uživatel v tomto případě nemusí znát cesty k daným souborům. Dále se také hodí k získání informací o aktuálním nastavení procesoru. Informace vypíše příkaz:

```
cpufreq-info
```

Před nastavením se doporučuje zkontrolovat, jaké hodnoty daný procesor podporuje, právě pomocí programu cpufreq-info. Nastavení správce procesoru se provádí následovně:

```
cpufreq-set -g GOVERNOR
```

kde samozřejmě slovo GOVERNOR nahradíme názvem požadovaného správce. Pokud chceme nastavovat frekvenci procesoru ručně, musíme nejdříve nastavit správce na userspace. Poté se frekvence nastavuje takto:

```
cpufreq-set -f XXX
```

kde XXX je číslo udávající požadovanou frekvenci procesoru. V případě neuvedení jednotek se považuje číslo za frekvenci v kHz. V opačném případě se použijí uvedené

jednotky. Možné jednotky jsou Hz, kHz, MHz, GHz nebo THz. Pokud je v systému instalováno více procesorů, případně více jader, použije se příkaz takto:

```
cpufreq-set -c Y -f XXX
```

Číslo Y v tomto případě udává číslo procesoru – tedy 0 pro první procesor, 1 pro druhý atd.

### **1.3.12 Cpublreqd**

Cpublreqd je malý démon, který dovoluje nadeřinovat profily a mezi nimi přepínat na základě různých událostí v systému. Nejčastěji využívané události jsou ty vyvolané ACPI, tedy například odpojení AC adaptéru, tedy provoz na baterie. Dalšími využívanými jsou teplota procesoru, úroveň vybití baterie apod. Cpublreqd dovoluje změnit správce procesoru, voltáž procesoru a dokonce i frekvenci FSB u čipsetů nForce. Všechny user-friendly distribuce mají buď podobného správce nastaveného a nebo používají grafického správce. Je daleko jednodušší a pohodlnější nechat tuto práci na tvůrcích distribuce, a proto se zde dále nebudeme konfigurací cpublreqd ani jiného podobného programu zabývat.

### **1.3.13 Throttling**

Neboli využívání jen některých taktů procesoru. Tato technika vkládá mezi každých X instrukcí prázdnu instrukci NOP, která znamená nicnedělání. Tím se procesor méně zahřívá. Druhým efektem je, že se celý výpočet zpomaluje, tudíž probíhá déle a v závěru se žádná energie nešetří, spíše naopak. Proto je throttling nepoužívaná technologie a nedoporučuje se ji zapínat.

### **1.3.14 Laptop-mode-tools**

Laptop-mode-tools sdružuje předchozí programy a nastavení pro práci s diskem a procesorem do jednoho celku. Přidává navíc možnost měnit nastavení v závislosti na tom, jestli systém běží na baterie, nebo na elektrický proud ze zásuvky, a taky

všechna nastavení sdružuje do přehledného konfiguračního souboru. I když tento program zjednodušuje konfiguraci systému, který běží na baterie, doporučuje se opět nechat detailní konfiguraci v implicitním stavu, tedy na správci distribuce. V případě zájmu je konfigurační soubor velice dobře okomentován a není problém se dočíst více v něm. Více na (10) a (11).

### **1.3.15 HAL – Hardware abstract layer**

HAL nebo spíš jeho část, která se zabývá uživatelsky příjemným zpřístupňováním právě zasunutých CD a DVD do mechaniky. Tato technologie funguje bohužel podobně jako ovladač USB. Tedy část HAL se stále ptá CDROM mechaniky, jestli náhodou není zasunuto nějaké CD. Toto řešení opět vyžaduje spolupráci procesoru, a tedy jeho činnost, čímž se zvyšuje spotřeba. Vypnutím této funkce můžeme ušetřit zhruba 0,5 W, ovšem někdy se neprojeví vůbec. Vypnutím této techniky se ovšem připravíme o možnost automatického připojení CD a DVD. Vypnutí se provádí příkazem:

```
hal-disable-polling --device /dev/cdrom
```

### **1.3.16 Systémový log**

Syslogd je program, který se stará o zapisování všech logů i chybových správ na disk. V Linuxu se takových informací generuje opravdu hodně a pro případ havárie se okamžitě zapisují na disk. To samozřejmě způsobuje roztáčení disku a tím i zvyšuje spotřebu energie. Možná řešení jsou dvě. První a méně doporučené je vypnout syslogd úplně, tím ovšem ztratíme veškeré informace o dění v systému.

Druhým a elegantnějším řešením je nastavit syslogd tak, aby nezapisoval všechny informace okamžitě. Tohle nastavení se aktivuje tak, že před daný řádek log souboru v konfiguračním souboru syslogu napíšeme znaménko mínus. Krok po kroku je to takto:

1. Otevřeme v libovolném textovém editoru konfigurační soubor syslogd, nejčastěji `/etc/syslog.conf`,
2. přidáme znaménko minus před požadovaný záznam např:  
`* /var/log/kern.log` změníme na `* -/var/log/kern.log`,
3. soubor uložíme a restartujeme démona syslogd.

V případě používání `laptop-mode-tools` se můžeme spolehnout i na služby démona `laptop-mode-tools`, který nastavuje právě cache v jádře tak, aby mohl disk co nejvíce spát a navíc umí i měnit konfigurační soubory syslogu podle nastavení.

### **1.3.17 Beagle, Tracker a spol.**

Programy, které umožňují fulltextové vyhledávání v dokumentech na pevném disku. Tyto programy si musejí neustále obnovovat indexovací databázi a tudíž skenují neustále disk, jestli se nějaký soubor nezměnil, nepřibyl či není smazán. Pokud se nerozhodnou indexovat obsah disku zrovna při provozu na baterie, není sebemenší problém. V opačném případě značně zatěžují disk a zvyšují spotřebu. Proto se doporučuje tyto programy vypnout nebo aspoň používat takové, které poznají, že systém běží na baterie a indexovat v tomto případě nezačnou. Více na (2) a (3).

## **2 Test distribucí**

Testovány byly výše zmíněné distribuce, tedy `openSuSE`, `Fedora`, `Ubuntu`, `Mandriva` a `ArchLinux`, který byl vyjmut ze srovnání všech distribucí. Na distribuci `ArchLinux` si ukážeme, jak moc se dá na linuxovém systému šetřit energie. Pro srovnání s nejrozšířenějším operačním systémem byl použit `Windows XP Professional SP3`. Všechny distribuce byly testovány následovně:

1. Operační systém nastartovaný do výchozího nastavení,
2. spuštění pouze programu určenému k testování,
3. postupné spouštění testů, každého po dobu 10 minut,

4. po uběhnutí dané doby zaznamenání spotřeby ve wattech,
5. aplikování změn doporučených programem PowerTop,
6. počkání 10 minut, než systém přestane dělat činnosti nepotřebné pro jeho samotný běh,
7. opakování všech testů po dobu 10 minut s aplikovanými změnami,
8. zapsání spotřeby ve wattech,
9. konec testu.

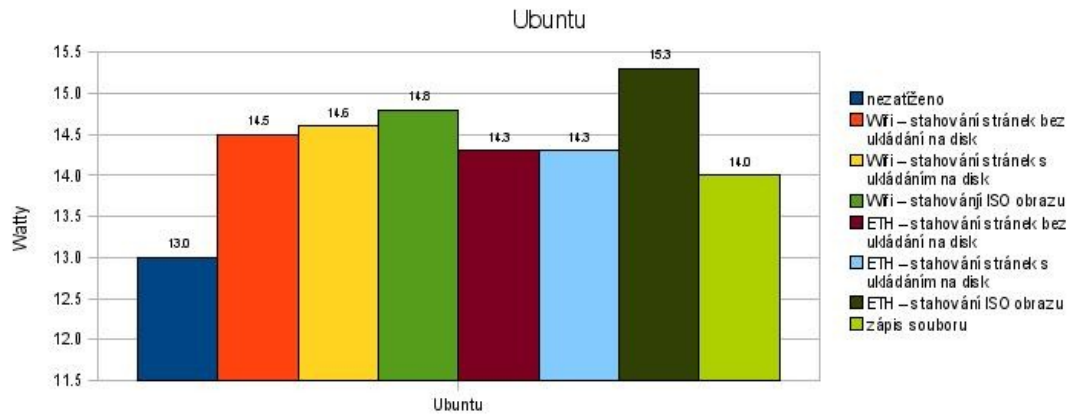
Úpravy na distribucích k dosažení menší spotřeby spočívaly v aplikování doporučení, které vypisuje program PowerTop. Takto upravené distribuce jsou označeny v následující části znakem „+“ za názvem. Distribuce jsou seřazeny od nejvíce spotřívavé k nejméně. Z tohoto řazení je vyjmut Arch Linux i Windows XP. Ty jsou uvedeny na konci a v závěrečném srovnání. U každé distribuce je nejdříve uvedena její spotřeba bez jakýchkoliv úprav ve všech testech. Následuje je krátký popis úprav, které doporučil program PowerTop. Dále je uvedena spotřeba upravené verze a nakonec je srovnání obou a zhodnocení. Na konci této části je uvedeno celkové zhodnocení spotřeby všech distribucí i Windows XP.

Všechny operační systémy byly testovány pomocí programu naprogramovaného v jazyce Python a grafické knihovny QT4. Ke svému běhu tedy potřebuje interpret jazyka Python, moduly SIP a PyQT4 pro Python a knihovny QT4. Jak jazyk Python, tak QT4 jsou multiplatformní nástroje, program jde tedy bez problémů spustit jak na operačních systémech s jádrem Linux tak na Windows.

## **2.1 Ubuntu 8.04**

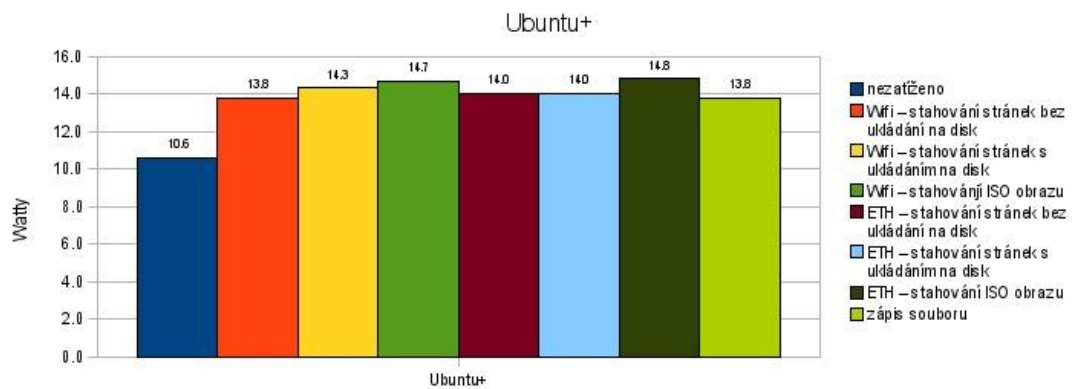
Ubuntu se stalo jednoznačně vítězem co se týče nejmenší spotřeby. Hned od začátku měla distribuce nízkou spotřebu.





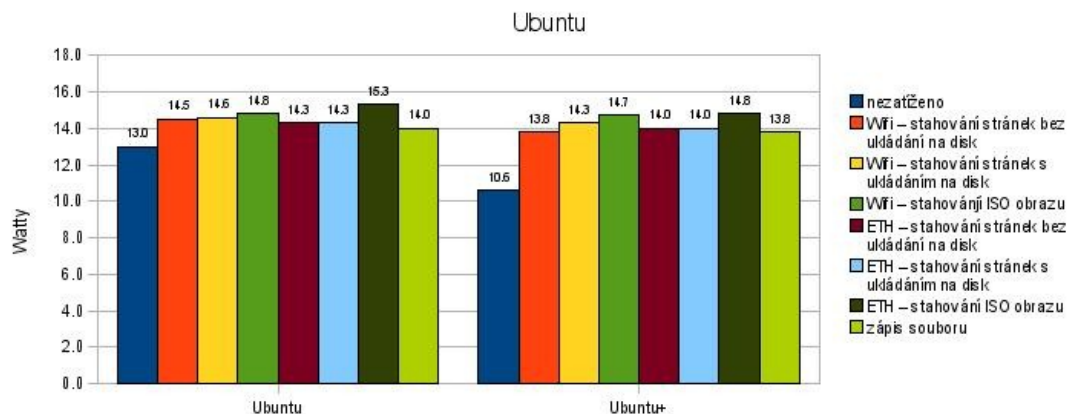
*Ilustrace 4: Ubuntu*

Následné snížení spotřeby bylo způsobeno nastavením šetřícího módu na WiFi kartě pomocí příkazu *iwprpw*. Dále nastavení šetření na zvukové kartě AC97. Zvýšení hodnoty pro diskové cache, tedy hodnoty VM zápisem do `/sys`. A nakonec vypnutím sledování CDROM mechaniky pomocí démona HAL.



*Ilustrace 5: Ubuntu+*

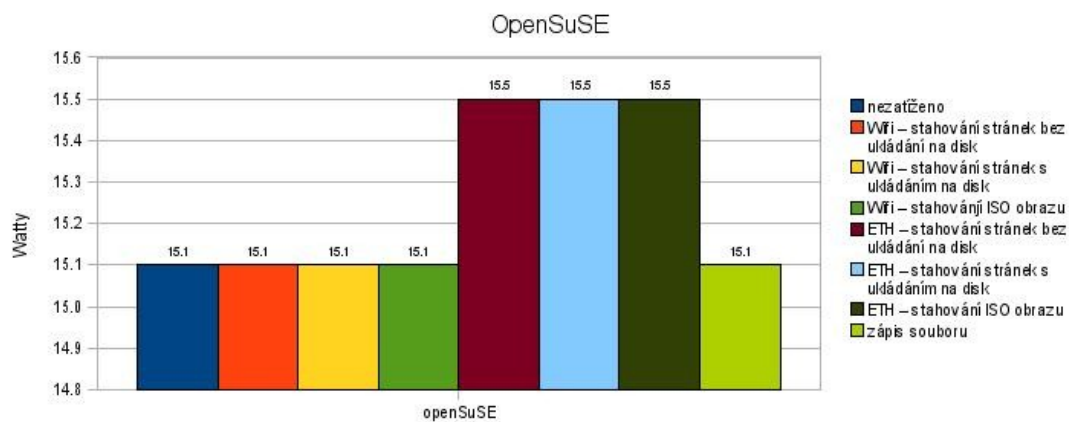
Porovnáním spotřeby upravené i neupravené distribuce zjistíme, že si Ubuntu výrazně polepšilo při nečinnosti, což bohužel není až tak častá činnost notebooku. Mírně lepší je i v ostatních parametrech.



Ilustrace 6: Ubuntu – srovnání

## 2.2 OpenSuSE 11

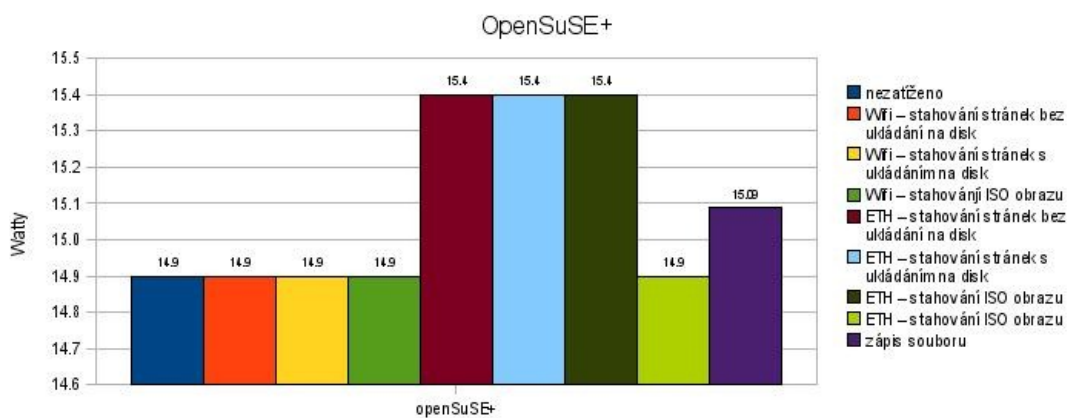
Na druhém místě se umístilo OpenSuse, ale nutno dodat, že na téhle a následujících dvou pozicích není už rozdíl ve spotřebě nijak markantní.



Ilustrace 7: OpenSuSE

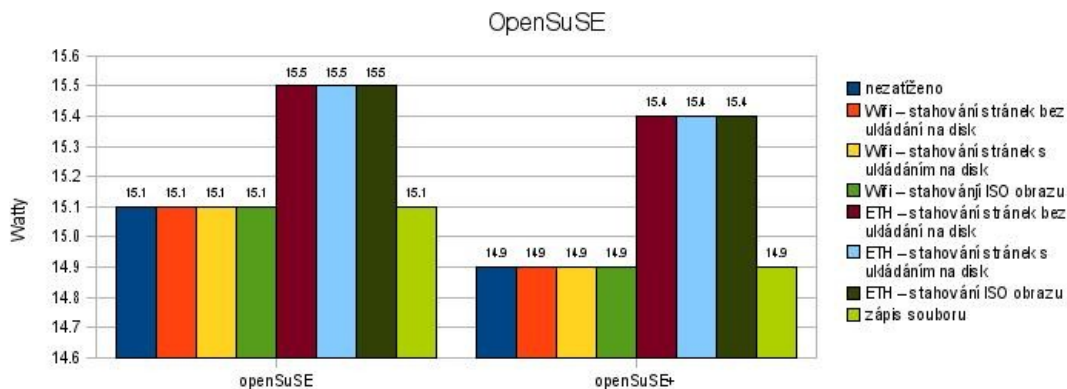
Ke snížení spotřeby u OpenSuSE vedlo vypnutí démona HAL a jeho zjišťování stavu CDROM mechaniky, dále připojování disků s parametrem noatime, zapnutí

laptop-mode v kernelu, nastavení větších cache pro zápis na disk a nakonec vypnutí WakeOnLan na ethernetové kartě.



Ilustrace 8: OpenSuSE+

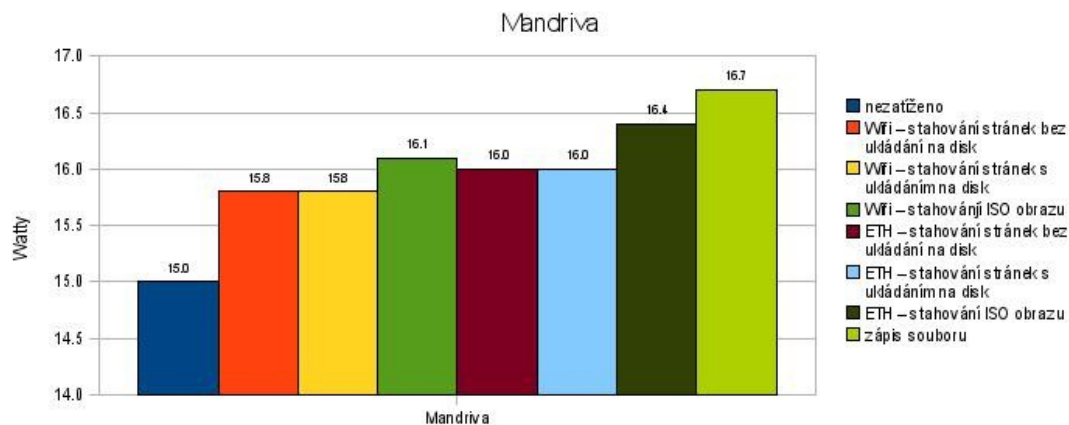
Ve srovnání je vidět, jak si OpenSuSE, jakož i další distribuce, vedou stejně i při vypnutí nejvíce energii spotřebovávajících věcí. Nejsou proto bez úprav vhodné na notebook.



Ilustrace 9: OpenSuSE – srovnání

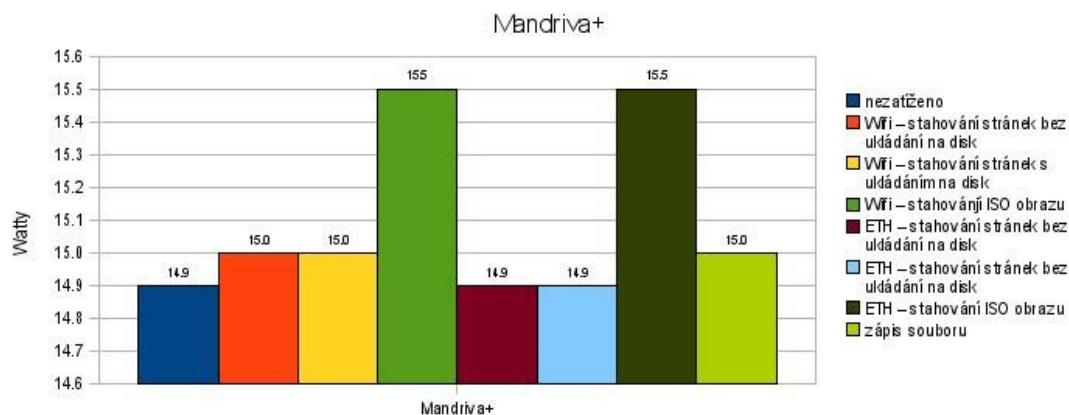
## 2.3 Mandriva 2008 Spring

Třetí místo zaujala distribuce Mandriva. Není zde sice výrazný rozdíl od OpenSuSE, ale překvapila množstvím věcí, které PowerTop doporučil vypnout. Pouze dvě položky – to dokazuje, že její vývojáři myslí i na uživatele notebooků.



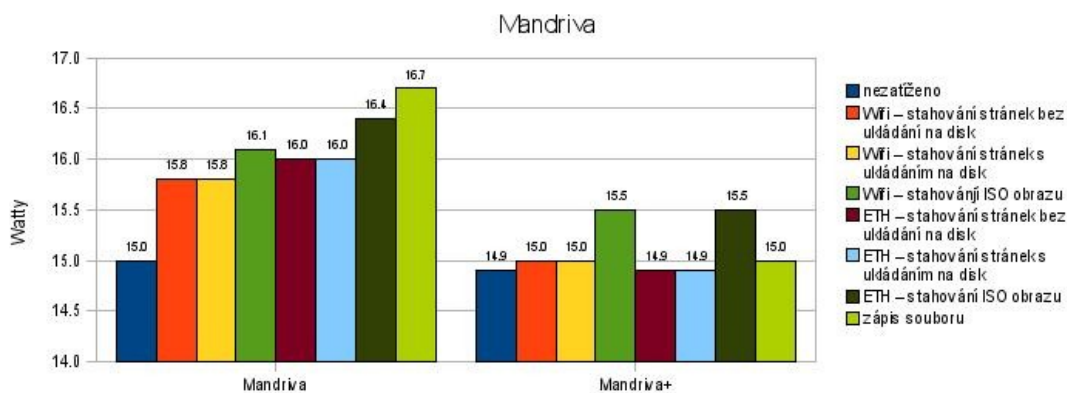
Ilustrace 10: Mandriva

Pro zmenšení energetických výdajů na provoz distribuce bylo zapotřebí vypnout pouze Beagle a nastavit šetřicí mód WiFi kartě pomocí iwpriv.



Ilustrace 11: Mandriva+

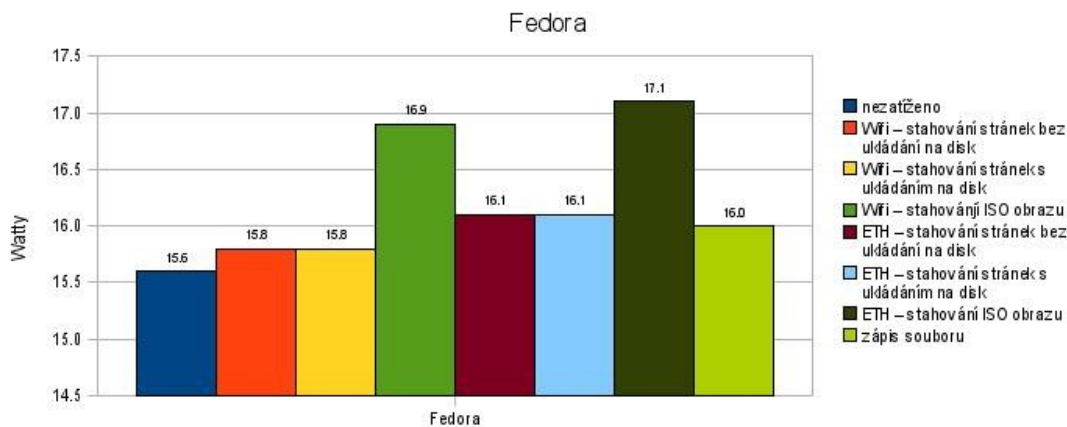
Na závěr je zajímavé, že i to málo, co bylo u Mandrivy vypnuto snížilo poměrně razantně spotřebu, bohužel ne dost na to, aby se Mandriva umístila na vyšší pozici.



Ilustrace 12: Mandriva - srovnání

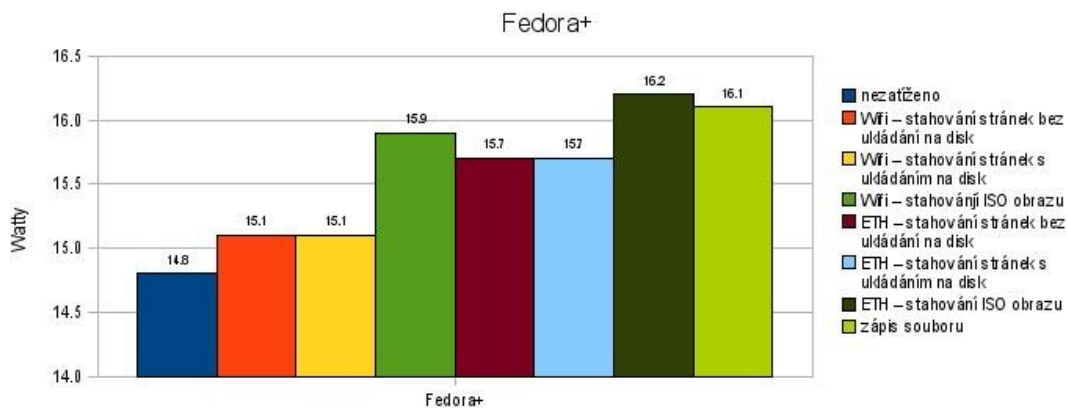
## 2.4 Fedora 9

Poslední se umístila distribuce Fedora, i když jen s malým odstupem, který bude dobře patrný v závěrečném srovnání.



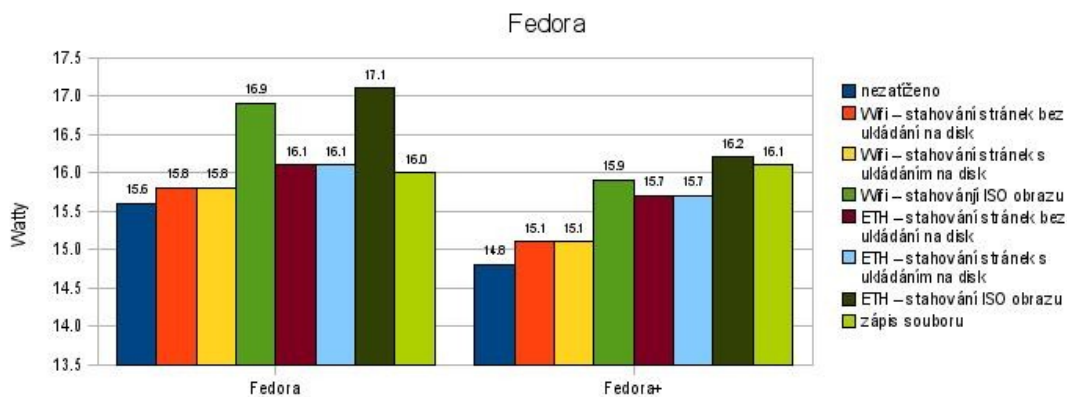
Ilustrace 13: Fedora

Ve Fedoře bylo potřeba zakázat démona HAL a hlídání CDROM mechaniky, nastavit diskovou VM writeback cache v jádře, zapnout spojení WiFi karty pomocí iwpriw a nakonec zapnout laptop-mode v jádře.



*Ilustrace 14: Fedora+*

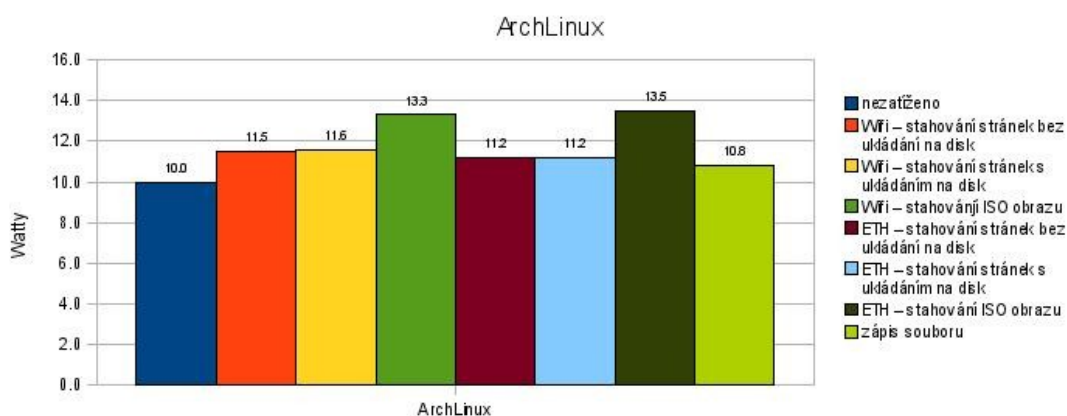
Fedora bohužel ani po zapnutí šetřících funkcí nijak extrémně nesnížila svoji spotřebu, pravděpodobně by bylo potřeba větších a rozsáhlejších zásahů do nastavení.



*Ilustrace 15: Fedora – srovnání*

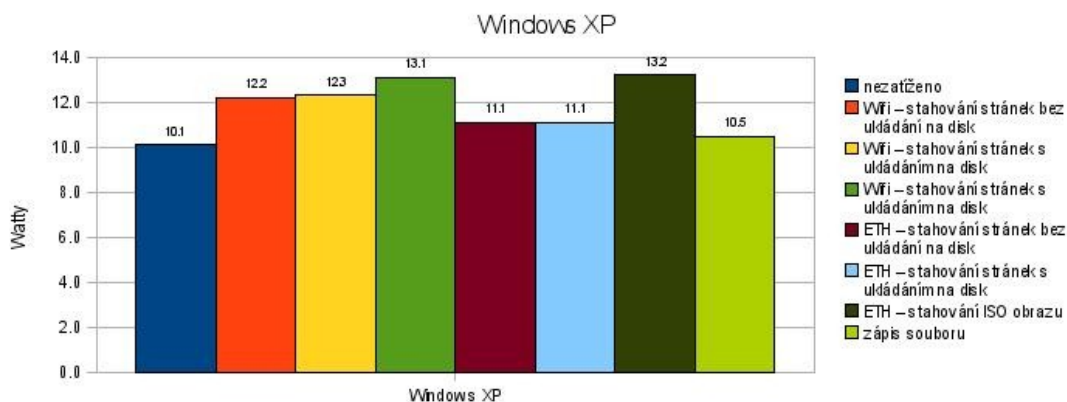
## 2.5 ArchLinux 2.6.25-ARCH a Windows XP Professional SP3

Poslední srovnání ukazuje rozdíly ArchLinuxem, který je nastavený na co největší úsporu energie a Windows XP, které jsou už od Microsoftu velice dobře nastaveny a mají nízkou spotřebu. Nejprve ArchLinux samostatně.



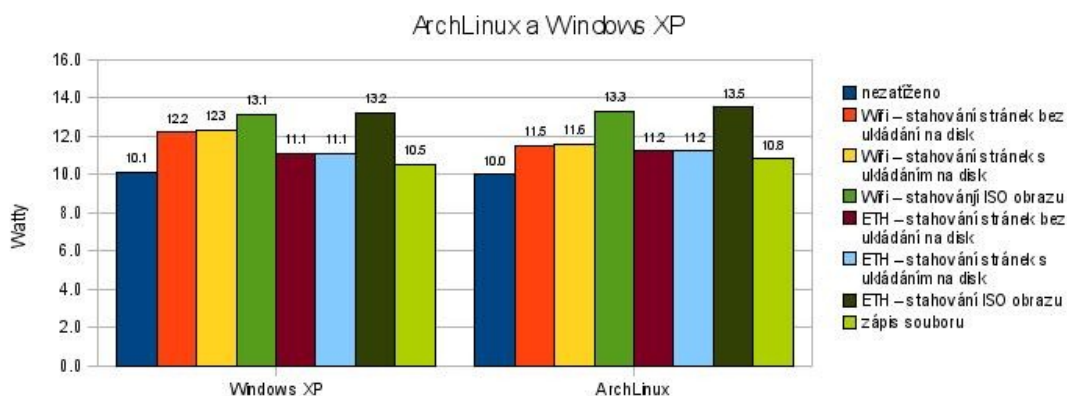
Ilustrace 16: ArchLinux

S ArchLinuxem a v podstatě jakýmkoliv dobře nastaveným linuxovým systémem se dají dosáhnout přibližně takovéto hodnoty spotřeby, tedy přesněji o tolik nižší než bez jakéhokoliv nastavování. Windows XP jsou představeny v následujícím grafu.



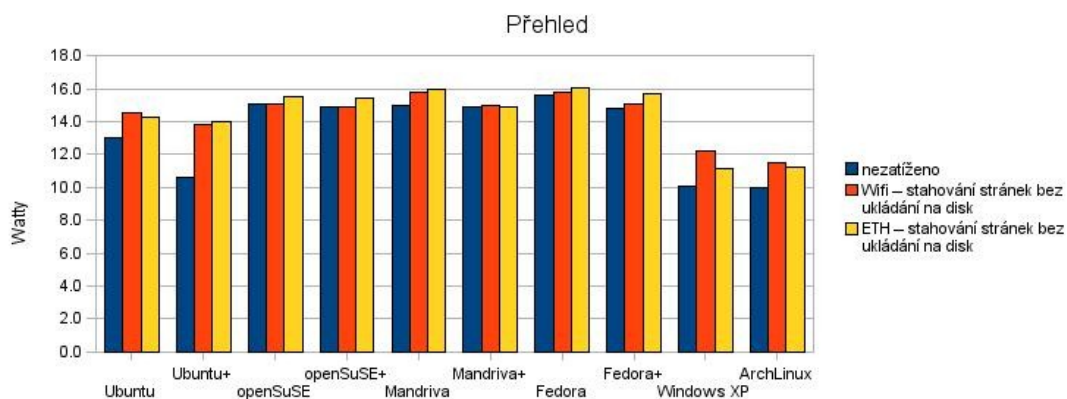
Ilustrace 17: Windows XP Professional SP3

Jak je nejlépe vidět v následujícím grafu, ArchLinux i Windows XP jsou na tom velice podobně ze spotřebou energie. Z toho vyplývá, že každá linuxová distribuce jde upravit tak, aby spotřebovávala přibližně stejné množství energie na daném stroji jako Windows XP.



Ilustrace 18: ArchLinux vs. Windows XP

Na závěr ještě graf všech systémů, ale pouze při nečinnosti a stahování stránek bez ukládání na disk (jak přes WiFi, tak přes ethernet).



Ilustrace 19: Přehled

Dnešní distribuce tedy spotřebovávají více energie, než je nezbytně nutné. Nicméně tato situace se dá velice těžko řešit. Musí totiž obsáhnout co nejvíce potřeb



co nejvíce uživatelů. Proto také spouštějí mnoho démonů a služeb, které nejsou nezbytně nutné a které řeší určité věci složitějším, ale komplexnějším způsobem.

Distribuce by se mohly více přiblížit uživatelům svou funkčností a zároveň snížit spotřebu tím, že by využily lépe sílu balíčkovacího systému a vytvářely by balíky určené pro určité druhy notebooků a pro specifické způsoby práce s distribucí. Balíčkovací systémy v dnešní době tuto věc umožňují, ovšem nikdo si nedává práci s vytvářením takzvaných metabalíků (samy o sobě nic neinstalují, ale v závislostech nainstalují určitou sestavu jiných balíků). Nemusely by se ani vytvářet metabalíky pro každý typ notebooku zvlášť, neboť dnes jsou si hardwarovým vybavením mnohé řady od stejného výrobce velice podobné.

## Závěr

Při zpracování této práce jsem se dozvěděl hodně nových poznatků z oblasti šetření energie na operačních systémech založených na jádře Linux. Dokonce jsem dokázal snížit spotřebu mého vlastního OS, prezentovaného i tady jako ArchLinux, o celé 4 W při minimálním provozu a vypnutém veškerém hardware, který šel vypnout.

Další zkušenosti mi práce přinesla při instalaci dnešních distribucí, které jsou nejvíce používané mezi uživateli. Udělal jsem si přehled, jak se která z nich instaluje, jaké nástroje používá pro svou konfiguraci, jak je příjemná k obyčejnému uživateli a hlavně, jak moc energie spotřebuje na notebooku. Toto téma chci i nadále sledovat a zabývat se jím.

Jako absolutní vítěz, dokonce i lepší než Windows XP, což jsem popravdě nečekal, pro mě vyšel ArchLinux. Ovšem distribuce Ubuntu potvrdila svoji oblíbenost mezi uživateli i kvalitou svého zpracování. Já osobně si myslím, že je to právě filozofií Ubuntu. Tvůrci Ubuntu do distribuce zahrnují jen nezbytné minimum věcí a funkcí, které uživatel opravdu potřebuje k plnohodnotnému systému. Nakonec z této snahy vzejde 1 CD kvalitního seskupení software, zatímco jiné distribuce se zvládnou roztáhnout i do velikosti 1 DVD.

Taky jsem rád, že jsem se podíval na distribuce, které jsem ještě nainstalované neměl. Příkladem je Mandriva, kterou jsem ještě neviděl vůbec, a Fedora, kterou jsem zkoušel jen velmi malý čas. Obě distribuce na mě udělaly dojem.

Mandriva ho vylepšila hlavně svou rychlostí grafického prostředí a ovládacího nástroje DarkConf. Fedora naopak zhoršila problémy při instalaci, se kterými by si začínající uživatel na Linuxu jistě neporadil.

Jinak OpenSuSE i Ubuntu nezklamaly a jsou opravdu propracované. U OpenSuSE jsem dokonce nainstaloval nejnovější řadu grafického prostředí KDE, tedy KDE4. Toto grafické prostředí jsem měl možnost vyzkoušet i na ArchLinuxu, kde mi bohužel chyběly některé programy a nastavení, a já se vrátil ke starší řadě

KDE 3.5. U OpenSuSE vývojáři distribuce zapracovali i na KDE4 a musím uznat, že prostředí bylo přívětivější, než na ArchLinuxu.

Linux mě opět přesvědčil, že jeho místo je i mezi obyčejnými uživateli PC a já doufám, že tímto přesvědčím některé lidi, aby Linux aspoň vyzkoušeli a případně na něj přešli úplně.

## Použitá literatura

- (1) *Phoronix.com: The Impact Of A Tickless Kernel* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.phoronix.com/scan.php?page=article&item=651>>.
- (2) *LessWats* [online]. [2008] [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.lesswatts.org/>>.
- (3) *ABCLinuxu: Šetříme energii na notebooku* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.abclinuxu.cz/blog/Postrehy/2007/9/setrime-energii-na-notebooku>>. [ABCLinuxu je vydavatel, ne autor článku!!!]
- (4) *ABCLinuxu: Snížení spotřeby počítače v Linuxu* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.abclinuxu.cz/clanky/hardware/snizeni-spotreby-pocitace-v-linuxu>>.
- (5) *Power saving on Linux* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.smop.co.uk/mediawiki/index.php/Power\\_saving\\_on\\_Linux](http://www.smop.co.uk/mediawiki/index.php/Power_saving_on_Linux)>.
- (6) *Nvclock(1)* [manuálová stránka]. NVClock 0.8. Debian GNU/Linux: Wouter de Vries, [cit. 2008-08-24]. Dostupný z WWW: <<http://linux.die.net/man/1/nvclock>>
- (7) *ThinkWiki: How to make use of Graphics Chips Power Management features* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.thinkwiki.org/wiki/How\\_to\\_make\\_use\\_of\\_Graphics\\_Chips\\_Power\\_Management\\_features](http://www.thinkwiki.org/wiki/How_to_make_use_of_Graphics_Chips_Power_Management_features)>.
- (8) *Ubuntuusers.de: Overclocking* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://wiki.ubuntuusers.de/Overclocking#head-8504a88b7425933bf1fe772f371e2e0582078d73/url>>.
- (9) *ThinkWiki: Roveclock* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.thinkwiki.org/wiki/Roveclock>>.
- (10) *Laptop Mode Tools: Laptop Mode Tools* [online]. [2008] [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.samwel.tk/laptop\\_mode](http://www.samwel.tk/laptop_mode)>.
- (11) *Laptop Mode Tools: Laptop Mode Tools FAQ* [online]. [2008] [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.samwel.tk/laptop\\_mode/faq](http://www.samwel.tk/laptop_mode/faq)>.
- (12) *ThinkWiki: How to use cpufrequtils* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.thinkwiki.org/wiki/How\\_to\\_use\\_cpufrequtils](http://www.thinkwiki.org/wiki/How_to_use_cpufrequtils)>.

- (13) *Cpufreqd* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.linux.it/~malattia/wiki/index.php/Cpufreqd>>.
- (14) *ThinkWiki: Laptop-mode-tools* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.thinkwiki.org/wiki/Laptop-mode-tools>>.
- (15) *ArchWiki: ACPI modules* [online]. 2008 [cit. 2008-08-24]. Dostupný z WWW: <[http://wiki.archlinux.org/index.php/ACPI\\_modules](http://wiki.archlinux.org/index.php/ACPI_modules)>.
- (16) *Xlife: How to use CPU frequency scaling (cpufreq)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-24]. Dostupný z WWW: <<http://xlife.zuavra.net/index.php/70/>>.
- (17) *Linux-PHC* [online]. 2008 [cit. 2008-08-24]. Dostupný z WWW: <<https://www.dedigentoo.org/trac/linux-phc/>>.