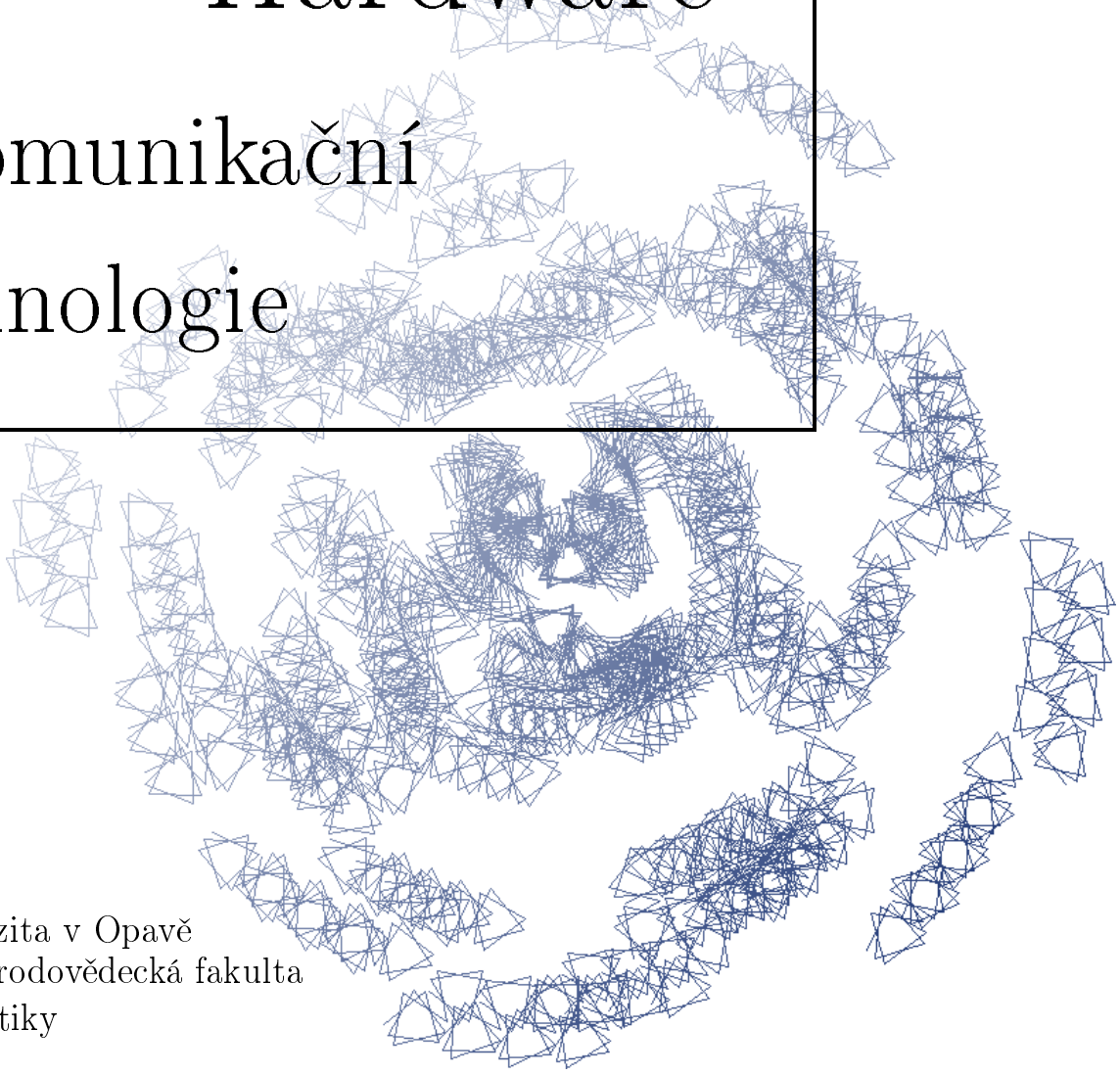
SLEZSKÁ UNIVERZITA
FILOZOFICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA V OPAVĚ

Šárka Vavrečková

Hardware a komunikační technologie



Slezská univerzita v Opavě
Filozoficko-přírodovědecká fakulta
Ústav informatiky

Opava, poslední aktualizace 11. dubna 2025

Anotace: Tato skripta obsahují látku probíranou v předmětu *Hardware a komunikační technologie*. Navazujeme na předmět *Technické vybavení osobních počítačů*, účelem je prohloubit znalosti v oblasti hardwaru a částečně i počítačových sítí. Zabýváme se především hardwarovými a softwarovými nástroji pro diagnostiku a případně úpravy a opravy.

Hardware
a komunikační technologie

RNDr. Šárka Vavrečková, Ph.D.

Dostupné na: http://vavreckova.zam.slu.cz/hwkom.html

Ústav informatiky
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě
Slezská univerzita v Opavě
Bezručovo nám. 13, Opava

Sázeno v systému LaTeX

Předmluva

Co najdeme v těchto skriptech

Tato skripta jsou určena pro studenty Ústavu informatiky Slezské univerzity v Opavě. Obsahují látku vyučovanou v předmětu *Hardware a komunikační technologie*, ve kterém se zabýváme (jak název napovídá) hardwarem a komunikačními technologiemi.

Předpokládá se, že čtenář už o hardwaru „něco ví“, text není určen pro úplné začátečníky.

Některé oblasti jsou „navíc“ (jsou označeny ikonami fialové barvy), ty nejsou probírány a ani se neobjeví u zápočtu – jejich úkolem je motivovat k dalšímu samostatnému studiu či pokusům nebo pomáhat v budoucnu při získávání dalších informací.

Značení

Ve skriptech se používají následující barevné ikony:

- Nové *pojmy*, značení apod. jsou značeny modrým symbolem, který vidíme zde vlevo.
- Konkrétní *postupy* a nástroje, způsoby řešení různých situací, do kterých se může správce počítačového vybavení dostat, atd. jsou značeny také modrou ikonou.
- Některé části textu jsou označeny fialovou ikonou, což znamená, že jde o *nepovinné úseky*, které nejsou probírány (většinou; studenti si je mohou podle zájmu vyžádat). Jejich účelem je dobrovolné rozšíření znalostí studentů o pokročilá témata, na která při výuce nezbývá moc času.
- Žlutou ikonou jsou označeny odkazy, na kterých lze získat *další informace* o tématu. Nejčastěji zde najdeme webové odkazy na stránky, kde se dané tématice jejich autoři věnují podrobněji.
- Červená je ikona pro *upozornění* a poznámky.

Pokud je množství textu patřícího k určité ikoně větší, je celý blok ohraničen prostředím s ikonami na začátku i konci, například pro definování nového pojmu:

Definice

V takovém prostředí definujeme pojem či vysvětlujeme třeba i relativně známý, ale komplexní pojem s více významy či vlastnostmi.

Podobně může vypadat prostředí pro delší postup nebo delší poznámku či více odkazů na další informace. Mohou být použita také jiná prostředí:

Příklad

Takto vypadá prostředí s příkladem, obvykle nějakého postupu. Příklady jsou obvykle komentovány, aby byl jasný postup jejich řešení.

Úkol

Otázky a úkoly, náměty na vyzkoušení, které se doporučuje při procvičování učiva provádět, jsou uzavřeny v tomto prostředí. Pokud je v prostředí více úkolů, jsou číslovány.

Obsah

Předmluva **iii**

1 Nástroje **1**
1.1 Základní nástroje . . . 1
1.1.1 Šroubujeme . . . 1
1.1.2 Statická elektřina . . . 5
1.1.3 Prach . . . 6
1.1.4 Další potřebné nástroje . . . 7
1.2 Software pro detekci hardwaru v operačních systémech . . . 8
1.2.1 Programy ve Windows . . . 8
1.2.2 Programy v Linuxu . . . 12
1.2.3 `fdisk` v Linuxu . . . 15
1.3 Software třetích stran . . . 16

2 Hlavní komponenty **20**
2.1 Základní deska . . . 20
2.1.1 Průzkum základní desky pro procesory Intel a jejího manuálu . . . 20
2.1.2 Průzkum základní desky pro procesory AMD a jejího manuálu . . . 26
2.2 Čipset . . . 29
2.2.1 Čipsety spolupracující s procesory Intel . . . 30
2.2.2 Čipsety spolupracující s procesory AMD . . . 32
2.3 Procesor . . . 34
2.3.1 Základní rozdělení procesorů . . . 34
2.3.2 Patice . . . 34
2.3.3 Intelovské procesory . . . 36
2.3.4 Procesory AMD . . . 40
2.4 Testování a monitorování procesoru . . . 42
2.4.1 Zjišťování parametrů procesoru . . . 42
2.4.2 Benchmarky . . . 44
2.4.3 Testování stability . . . 46
2.4.4 Srovnávání výkonu procesorů . . . 47
2.5 Přetaktování a podtaktování procesoru . . . 48
2.6 Vnitřní paměť . . . 51
2.6.1 Paměťové moduly . . . 51
2.6.2 Vlastnosti paměťových modulů . . . 53
2.6.3 Propustnost a latence pamětí . . . 54
2.6.4 Kontrola chyb při přenosu . . . 56

2.6.5 Informace o pamětech . . . 57
2.7 Přetaktování a podtaktování pamětí . . . 58
2.7.1 Změny parametrů pamětí . . . 58
2.7.2 Testování . . . 60

3 Grafika **63**
3.1 Grafické čipy a grafické karty . . . 63
3.1.1 Jak zjistit čip . . . 63
3.1.2 Parametry grafických čipů . . . 64
3.2 Propojení grafických karet . . . 65
3.3 Výkonnostní parametry . . . 66
3.3.1 Odezva a frekvence . . . 66
3.3.2 Synchronizace frekvence karty a displeje . . . 67
3.4 Grafická karta vs. procesor . . . 68
3.5 Grafický tablet . . . 69

4 Další komponenty uvnitř počítače **71**
4.1 Magnetická paměťová média . . . 71
4.1.1 Opakování pojmů . . . 71
4.1.2 S.M.A.R.T. . . . 73
4.1.3 Testování chyb . . . 75
4.2 Flash paměti . . . 76
4.2.1 Vlastnosti a struktura NAND flash pamětí . . . 76
4.2.2 Paměťové buňky . . . 78
4.2.3 Organizace buněk . . . 79
4.2.4 Průběh zápisu a čtení . . . 79
4.2.5 ATA TRIM . . . 81
4.2.6 Životnost paměťových buněk . . . 82
4.2.7 Ještě k rychlosti . . . 84
4.2.8 M.2 SSD . . . 84
4.2.9 Nástroje . . . 86
4.3 Napájení a chlazení . . . 86
4.3.1 Napájecí zdroj . . . 86
4.3.2 Napájení aktivních chladičů . . . 90
4.3.3 Powerbanky . . . 91
4.3.4 Monitorování chlazení . . . 92

5 Ochrana elektroniky **94**
5.1 Přepětí . . . 94
5.1.1 Co je to přepětí a rušení . . . 94
5.1.2 Kategorie přepětí . . . 95
5.2 Přepěťová ochrana . . . 96
5.2.1 Zařízení přepěťové ochrany . . . 96
5.2.2 Ochranné prvky v přepěťových ochranách . . . 97
5.2.3 Konkrétní zařízení . . . 98
5.3 Nepřerušitelné zdroje napájení . . . 99
5.3.1 Co je to UPS . . . 99
5.3.2 Struktura UPS . . . 99
5.3.3 Druhy UPS . . . 100
5.3.4 Konkrétní zařízení . . . 102

5.4 Energocentrum . . . 102

6 Údržba a jednoduché opravy 104
6.1 Základní pravidla . . . 104
6.2 Opravujeme čištěním . . . 105
6.3 Scénáře . . . 106
6.3.1 Počítač vůbec nereaguje . . . 106
6.3.2 Počítač sice reaguje, ale špatně . . . 107
6.3.3 Systém „padá“ . . . 108
6.3.4 Poškozený disk . . . 108
6.4 Notebooky . . . 109

7 Počítačová síť 110
7.1 Pro zopakování . . . 110
7.2 Wi-fi . . . 112
7.2.1 Režimy Wi-fi zařízení . . . 112
7.2.2 Fyzická vrstva . . . 112
7.2.3 Antény . . . 114
7.2.4 Více antén . . . 118
7.3 Základní diagnostika bezdrátové sítě . . . 119
7.3.1 Wi-fi kanály . . . 119
7.4 Když potřebujeme nakreslit schéma sítě . . . 122

8 Servery 123
8.1 Windows Server . . . 123
8.1.1 Jádro systému a edice . . . 123
8.1.2 Role . . . 124
8.1.3 Instalace . . . 125
8.1.4 Prvotní konfigurace Windows Server 2008 R2 . . . 126
8.1.5 Instalace funkcí a rolí ve Windows Server 2008 R2 . . . 127
8.1.6 Windows Server 2012 . . . 128
8.1.7 Webový server . . . 131
8.1.8 Další servery . . . 131
8.2 Linux . . . 132
8.2.1 Proč Linux na serveru . . . 132
8.2.2 Volba distribuce . . . 132
8.2.3 Instalace . . . 133
8.2.4 Konfigurace . . . 134

Kapitola 1

Nástroje

1.1 Základní nástroje

1.1.1 Šroubujeme

Existují sice počítačové sestavy, kdy se jednotlivé komponenty jen „přicvakávají“ třeba pákovými upínacími mechanismy (to je ideální, pokud si se sestavou často „hrajeme“), ale většinou potřebujeme pro montáž šroubováky. V tom případě je vhodné vědět, jaké šrouby a šroubováky existují, a kdy který použít.

Poznámka:

Pozor – pokud použijeme špatný šroubovák (nejen velikost, ale i typ), v lepším případě to půjde jen velice ztěžka, v horším případě můžeme zničit šroub nebo šroubovák (podle toho, co je z méně odolného materiálu).

Co se materiálu týče, jeho kvalita většinou (ne vždy) odpovídá ceně. Čím odolnější, tím dražší, resp. odolný musí být hlavně hrot, který se dotýká šroubu. Obvykle (z finančních důvodů) bývá dřík šroubováku (tj. část mezi hrotem a násadou) z měkčího méně odolného materiálu než hrot, přičemž odolnější materiál hrotu může být tmavě zabarvený (nemusí). Toho někdy zneužívají výrobci „noname“ produktů, kteří prostě konec šroubováku nabarví, celek pak působí jako šroubovák s odolným hrotem. Takže pozor, jestli se z hrotu neodlupuje barva...

Pokud používáme šroubováky velmi často, můžeme použít *akušroubovák* (elektrický šroubovák) nebo *momentový šroubovák*.

Postupně si projdeme základní druhy šroubů a šroubováků. Liší se samozřejmě tvarem hlavy (šrouby) a šroubovacího hrotu (šroubováky), ale taky citlivostí na zvolenou „nevhodnou velikost“, snadností a rychlostí nasazení hrotu na šroub (to je důležité, když toho šroubujeme hodně), náchylností k opotřebení (čím jistěji šroubovák sedí na hlavě šroubu, tím menší je riziko rychlého opotřebení). Čím větší je plocha, o kterou se na hlavě šroubu může hrot šroubováku opřít, tím lépe.

Slot (plochý, flat, flat-blade, flat-head screw, označení „SL“) je nejstarší a snad i nejznámější. Ale v oblasti počítačů a další elektroniky se s ním téměř nesetkáme.

Šroub má jedinou podélnou štěrbinu přes celou hlavu. Jeho hlavní nevýhodou je, že opravdu musíme

mít tu správnou velikost šroubováku, pro šroubovák existují pouze dvě správné pozice a riziko opotřebení je velké (šroubovák tlačí jen na malou plochu – štěrbinu, tlak není rozložen na větší plochu). Výhodou jsou nízké výrobní náklady a tedy nižší cena.

Na obrázku 1.1 vidíme plochý šroub s půlkulatou hlavou (tj. po zašroubování bude vyčnívat), šroub se zapuštěnou hlavou a plochý šroubovák.

Typické velikosti: od 2.4 mm do 13 mm.

Kombinací dvou na sebe kolmých drážek typu slot vznikl první „křižák“ (crossed slot), který měl o něco lepší vlastnosti než samotný slot, ale v elektronice se neuchytil.

Obrázek 1.1: Ploché šrouby a šroubovák[1]

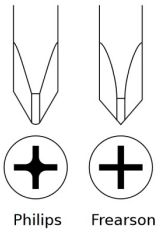
Obrázek 1.2: Šroub a šroubovák Phillips[2]

Phillips (tvůrcem je Henry F. Phillips, označuje se „PH“) byl vytvořen tak, aby hrot šroubováku lépe přihléhal k hlavě šroubu, čímž se snižuje pravděpodobnost poškození při větším krouticím momentu. Důsledkem je, že můžeme používat akušroubovák.

Je to šroub(ovák) křížového typu s klínovou zaoblenou (tupou) špicí. Díky prodloužení špice se výrazně zvětšila plocha, o kterou se šroubovák opírá na hlavě šroubu.

Má lepší praktické vlastnosti než slot nebo kombinace dvou na sebe kolmých slotů, hrot šroubováku se lépe opírá do hlavy šroubu. S Phillipsem se v elektronice setkáme velice často.

Typické velikosti: PH000 (nejmenší), PH00, PH0, PH1, PH2, PH3, PH4, PH5.



Obrázek 1.3: Srovnání šroubů Phillips a Frearson[3]

Frearson (Reed and Prince) je vizuálně podobný Phillipsovi, ale má ostrou špičku a jiný sklon hrotu šroubováku (zatímco PH má sklon 57^o Frearson 75^o), jak vidíme na obrázku 1.3. U Frearsona stačí méně velikostí šroubováku.

Poznámka:

Pozor, pokud budeme chtít použít na šroub Phillips šroubovák Frearson, pravděpodobně „ostrouháme křídla“ (špička nezapadne správně, tlak bude pouze na koncích křídel hrany šroubováku). Pokud budeme chtít použít na šroub Frearson šroubovák Phillips, bude se hrot viklat a opět se neopřeme do vnitřních hran hlavy šroubu tak, jak bychom měli. Nicméně – s Frearsonem se téměř nesetkáme.

Pozidriv (pozidrive, positive drive, PZ) je dalším typem křížového šroubováku s klínovým hrotem. Má taky tupou špici, ale oproti Phillipsu má mezi hlavními křídly špice přídavná menší křídla (takže osm křídel místo čtyř), čímž se zvětšuje plocha, do které se při šroubování opíráme.

Šrouby PZ vydrží i drsnější zacházení s akušroubovákem, hrot šroubováku se dobře nasazuje na hlavu šroubu a pevně zapadá. Navíc ho díky typické „hvězdičce“ snadno poznáme.

Typické velikosti při použití v elektronice: PZ0, PZ1, PZ2, PZ3, PZ4, PZ5.

[1] http://images.yourdictionary.com/screw
[2] http://greybursts.blogspot.cz/2010/09/of-screwdrivers-and-men.html
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Phillips_screw
[4] http://www.tme.eu, http://www.powertoolsdirect.com, http://mgaguru.com/mgtech/tools/ts101.htm

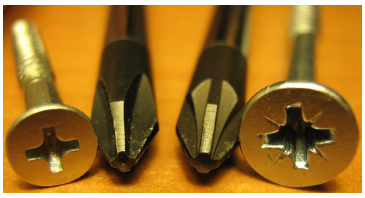
Obrázek 1.4: Šrouby a šroubovák typu pozidriv (PZ)[4]

Poznámka:

Šroubovák typu pozidriv rozhodně nebude pasovat na šroub typu Phillips, při pokusu o tuto kombinaci můžeme zničit šroub (ostrouháme vnitřní hrany).

Opačný případ (Phillips šroubovák na PZ šroub) už tak moc nevadí, jen se bude hůře pracovat než při použití PZ šroubováku.

Na obrázku 1.5 vidíme vlevo Phillips (čtyřcípý kříž), vpravo pozidriv (celkem osm cípů, třebaže je každý druhý je jen úzký).



Obrázek 1.5: Srovnání typů Phillips a pozidriv[5]

Torx (star, hvězda, hexalobular, šesticípá hvězda, značí se „T“) – hrot šroubováku je rovný a má tvar šesticípé hvězdy s zaoblenými cípy. Torxy sedí na šroubech velice dobře, při šroubování akušroubovákem vydrží i velký krouticí moment bez poškození, šroubovák se dobře nasazuje na hlavu šroubu (máme šest možností nasazení, oproti čtyřem u Phillipsu a pozidrivu nebo dvěma u slotu) a dobře na ní drží, je odolný vůči velkým točivým momentům.

Torx malých rozměrů najdeme často na složených komponentách, například na pouzdře pevného disku. Setkáme se s ním taky ve spotřební elektronice, smartphonech, tabletech, automobilech, motocyklech, bicyklech apod.

Typické velikosti: od T4 do T30 (v praxi dokonce až do T100).

Obrázek 1.6: Šrouby a bity šroubováku typu Torx[6]

Ruční šrouby často přidržují odnímatelnou část skříně počítače nebo jakéhokoliv jiného zařízení, u kterého se předpokládají zásahy dovnitř. Na hlavě šroubu může být navíc drážka typu slot nebo Phillips (nebo jiného typu), pro případ, že by příliš utáhnutý šroub nebylo možné rukou povolit.

Obrázek 1.7: Ruční šrouby[7]

Hex (šestihran, imbus, Allen) pokud se jedná o šroubovák, má rovný (tupý) šestihranný hrot, kdežto u šroubů nalezneme šestihranný otvor na hlavě. Výhodou je vcelku velká dotyková plocha šroubováku se šroubem a poměrně dobrá životnost šroubů. Tento typ šroubů je populární v autech, u bicyklů,

[5] http://rsn-mk1.blogspot.cz/2012_03_01_archive.html
[6] http://www.ultimategarage.com, http://hlmet.com, http://www.made-in-china.com, http://www.jatagan.eu
[7] http://www.unicorpinc.com/metric_thumbscrews.htm http://www.grainger.com

nábytku, někdy i v elektronice.

Typické velikosti: v milimetrech, například H0.7, H1.0, H1.5, H2.0, H7, H25, atd.

Obrázek 1.8: Šrouby a bity typu Hex (imbus, šestihran)[8]

Pěticípý torx, security torx a Pentalobe pěticípý torx (5star torx) je podobný své šesticípé variantě, jen má jiný počet hran. Security torx (bezpečnostní torx, 5cípý nebo 6cípý) je na straně šroubu upraven – uvnitř prohlubně ve tvaru hvězdy je kolík, který znemožňuje použití běžného torx šroubováku, tudíž je nutno použít šroubovák security torx s příslušně upraveným hrotem, viz obrázek reffig:storx.

U Applu se na některých zařízeních můžeme setkat s typem Pentalobe („květinka“), například u iPhonu nebo MacBooku. Pentalobe je podobný 5cípému torxu, ale rohy hvězdy jsou zaoblenější. Měli bychom použít speciální (poněkud drahý) šroubovák typu Pentalobe, ale při troše opatrnosti se dá použít i 5cípý torx nebo při ještě větší opatrnosti a trpělivosti malý šroubovák typu slot. Oficiálně je důvodem vzniku těchto šroubů snaha omezit opotřebení, protože šroubovák dobře sedí na šroubu i při mírném naklonění. Neoficiálně byla důvodem také snaha co nejvíc ztížit zákazníkům „vrtání“ do zařízení (servisy jsou samozřejmě těmito šroubováky dobře vybaveny).

Obrázek 1.9: Security torx a Apple Pentalobe[9]

Další: Existují desítky dalších typů, z nichž se však jen s málokterými setkáme v elektronice (alespoň té, do které se dá „vrtat“). Například u Nintenda se můžeme setkat se šrouby typu Tri-wing se třemi drážkami uspořádanými do trojúhelníka (pro znesnadnění odšroubování) nebo Tri-Lobe/TP3 ve tvaru „nafouklého“ trojúhelníka (taky Nintendo), u různých zařízení existují bezpečnostní varianty výše uvedených šroubů vyžadující speciální typy šroubováků.

Pokud se nám povedlo šroub strhnout a ten správný šroubovák se nedá použít, může pomoci šroubovák menší velikosti nebo kleštičky nebo tzv. extraktor (screw extractor), případně můžeme tenkou bruskou vytvořit v hlavičce šroubu vlastní rýhu a tu použít při šroubování.

[8] http://www.nitrorcx.com, http://www.bike4u.cz, http://katalog.mav.cz, http://www.outdoor-cyklo-sport.cz

[9] http://www.fordstownerssa.co.za, http://appleheadlines.com, http://www.ebay.com

[10] http://findnsave.miamiherald.com, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_screw_drives, http://www.libertyfastener.com/security%20Fasteners.html, http://toolboxhero.com/2011/06/i-need-a-star-screwdriver-bit-with-a-hole-in-middle/, http://www.shop4fasteners.co.uk

Obrázek 1.10: External hex, Tri-wing, TP3, Torx Security, Hex Security[10]

Sady: Můžeme si pořídit celou sadu šroubováků, ale praktičtější je mít sadu bitů daných typů, které nasazujeme na (sdílenou) rukojeť/násadu (říká se jim *gola sady*). Na obrázku 1.11 jsou tři takové sady bitů, ale nabídka je široká.

Když si pořizujeme sadu bitů, soustředíme se především na to, aby v sadě byly příslušné typy bitů (u elektroniky především Phillipsy v menších číslech, může se hodit Torx ve velikosti 5 a další podle potřeby), a taky kvalita, pokud chceme, aby bity dlouho a intenzivně sloužily. Rukojeť by neměla klouzat v prstech.

Obrázek 1.11: Sady bitů (gola sady) a komplexnější sada 100 kusů[11]

Další informace:

- http://www.sizes.com/tools/screw_drive.htm
- http://www.wired.com/thisdayintech/2011/07/0707phillips-screw-patent/
- http://en.wikipedia.org/wiki/Screw_drive
- http://en.wikipedia.org/wiki/Screwdriver
- http://donsnotes.com/home_garden/fasteners.html
- Capotosto, Rosario. Screwdriver Basics. *Popular Mechanics 173 (12)*. pp. 82–83. December 1996. ISSN 0032-4558. URL: http://books.google.cz/books?id=R2YEAAAAMBAJ&pg=PA82

1.1.2 Statická elektřina

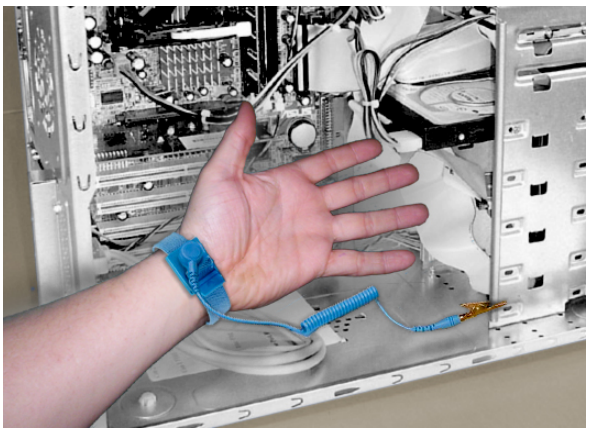
Statická elektřina má malý náboj, který člověku obvykle neublíží, ale bohužel dostačuje ke zničení elektroniky. Situaci zhoršuje suchý vzduch, koberce (pokud nejsou antistatické), jakékoliv tření, atd. Lidské tělo bývá běžně „pod proudem“, takže pokud se chceme dotýkat elektroniky, musíme se „vybít“.

[11] http://www.miniinthebox.com, http://www.aliexpress.com, http://www.shopping.com

Takže co dělat:

- můžeme použít elektrostatický náramek nebo elektrostatickou podložku, obojí odvádí náboj pryč (ovšem musí mít kam), taky existují například elektrostatické vesty či rukavice,
- můžeme se „vybít“ tím, že se dotkneme něčeho uzemněného, například zemnicího kolíku v elektrické zásuvce nebo radiátoru topení,
- pokud je počítač sice vypnutý, ale připojený k zásuvce, stačí se dotknout kovové části šasi počítače.

Antistatický náramek je třeba připojit k něčemu, co odvede náboj, tedy k tomu, co máme uvedeno v druhé a třetí odrážce seznamu.



Obrázek 1.12: Antistatický náramek[12]

Další informace:

- http://www.pcworld.com/article/82184/article.html
- http://www.talktoanit.com/A+/aplus-website/lessons-antistatic.html

1.1.3 Prach

Vzhledem k zaprášenosti běžných bytů a kanceláří je dobré čistit vnitřek počítače téměř při každém jeho rozmontování. Třebaže pečlivě uklízíme, utíráme prach, umýváme podlahu, nejíme u počítače (opravdu?), i v takových případech bývá uvnitř počítače pěkně prašno. Nejen proto, že skříň počítače často stojí na zemi a většinou nasává studený vzduch vepředu dole (plus další otvory v šasi), ale taky proto, že elektronika přitahuje prach jako magnet a postupně ho na sebe dokáže nabalit neuvěřitelnou vrstvu.

Při používání je třeba dávat pozor, kam konkrétně prach odfukujeme. Neměl by skončit třeba na okolní elektronice, v záhybech chladiče, v pouzdře zdroje apod.

Hodí se nám cokoliv, co vyfukuje nebo nabírá vzduch (foukací balónek, konzerva se stlačeným vzduchem, vysavač apod.). Foukací balónek má výhodu trvanlivosti (dokud nepraskne), ale na druhou stranu se jím hůře míří a vzduch má jen malou rychlost. Konzerva se stlačeným vzduchem umožňuje dobře mířit (mívá i dlouhý úzký nástavec pro špatně přístupná místa), vzduch je rychlý, ale postupně se vypotřebovává a hnací plyn moc nevoní (je dobré vyvětrat).

Pokud používáme vysavač, nemusíme si moc dělat hlavu s tím, kde prach skončí, ale na druhou stranu musíme brát na vědomí, že rychlé proudění vzduchu v hubici vysavače taky generuje statickou elektřinu – nastavíme co nejnižší rychlost a dáváme velký pozor, abychom se hubicí ničeho nedotkli.

Taky je vhodné zabránit větráčkům v otáčení (buď je dočasně přilepíme, nebo v kritických chvílích třeba zadržujeme šroubovákem).

[12] http://www.talktoanit.com/A+/aplus-website/lessons-antistatic.html

1.1.4 Další potřebné nástroje

Co se nám ještě může hodit:

- pinzeta, kleštičky, zahnutá pinzeta apod. (pro případ, že budeme muset vytahovat třeba zapadnutý šroubek z těžko přístupného místa),
- kytarové trsátko, stará platební karta, malá špachtle, párátko nebo něco jiného malého plochého na rozšíření škvíry, vyškrábnutí špíny, odsunutí konektoru nebo odšroubování něčeho „netypického“, lepší je plastový materiál, který nepoškrábe povrch a nevodí,
- může se hodit malá úzká baterka „penlight“ na posvícení do temných koutů počítače,
- podle potřeby síťové nástroje (krimpovací kleště, testery apod.),
- alkohol (ideálně lahvička isopropylalkoholu) jako rozpouštědlo pro mastnostu, zbytky lepidla apod., seženeme v drogerii typu barvy-laky nebo specializovaném obchodě pro kutily či v lékárně, v případě nouze se dá použít odlakovč nehtů,
- vhodné lepidlo, pokud rozebíráme něco, co bylo slepeno (třeba některé součásti mobilu), obvykle stačí univerzální lepidlo na kov a plast,
- vhodný „pořadač“ na šroubky a jiné drobné části.

K pořadači zmíněnému v posledním bodu: můžeme si sice koupit speciální pořadač se spoustou přihrádek, ale není nutné vyhazovat peníze – stačí třeba plastový vnitřek od bonboniéry, sada krabiček od čaje, obal od vajec,... Proč je to důležité? Když rozmontováváme něco, co má hodně šroubků a jiných malých dílů, chceme, aby po opětovném složení bylo vše na svých místech a nic nezbylo. Proto je dobré si „dokumentovat“ původní umístění (třeba vyfotit mobilem, klidně v různých fázích, nebo zakreslovat na papír) a jednotlivé šroubky rozkládat do pořadače zhruba tak, jak byly v zařízení.

Poznámka:

Opatrnost bývá na místě i kvůli možné záměně šroubků, které jen vypadají stejně, ale ve skutečnosti se liší. Například u iPhonu 5 se šroubek těsně vedle reproduktoru vizuálně neliší od některých dalších šroubků, ale na rozdíl od ostatních není magnetický. Pokud ho nahradíme magnetickým šroubkem (stejného tvaru), zvuk reproduktoru bude nepříjemně rušen.

Úkol

Na webu si prohlédněte dostupné sady nástrojů (ať už bitů nebo kompletnější sady). Zkuste třeba

- obchody přímo zaměřené na nářadí a nejrůznější nástroje, například
  - http://www.proteco-naradi.cz/rucni-naradi/,
  - https://www.ahprofi.cz/,
  - http://www.shop-naradi.cz/,
  - http://www.rucni-naradi.cz/rucni-naradi,
  - https://www.gme.cz/sady-naradi,
  - atd.,
- https://www.alza.cz, kategorie *Hobby a další – Hobby*, podkategorie *Ruční nářadí* (případně další podkategorie – *Elektrické nářadí*, *Měřicí přístroje*),
- https://www.tsbohemia.cz/, kategorie *Dům hobby a zahrada – Nářadí*,
- ve srovnávačích:
  - http://rucni-naradi.heureka.cz/,
  - https://www.zbozi.cz/dum-byt-a-zahrada/dilna/sady-naradi/.

1.2 Software pro detekci hardwaru v operačních systémech

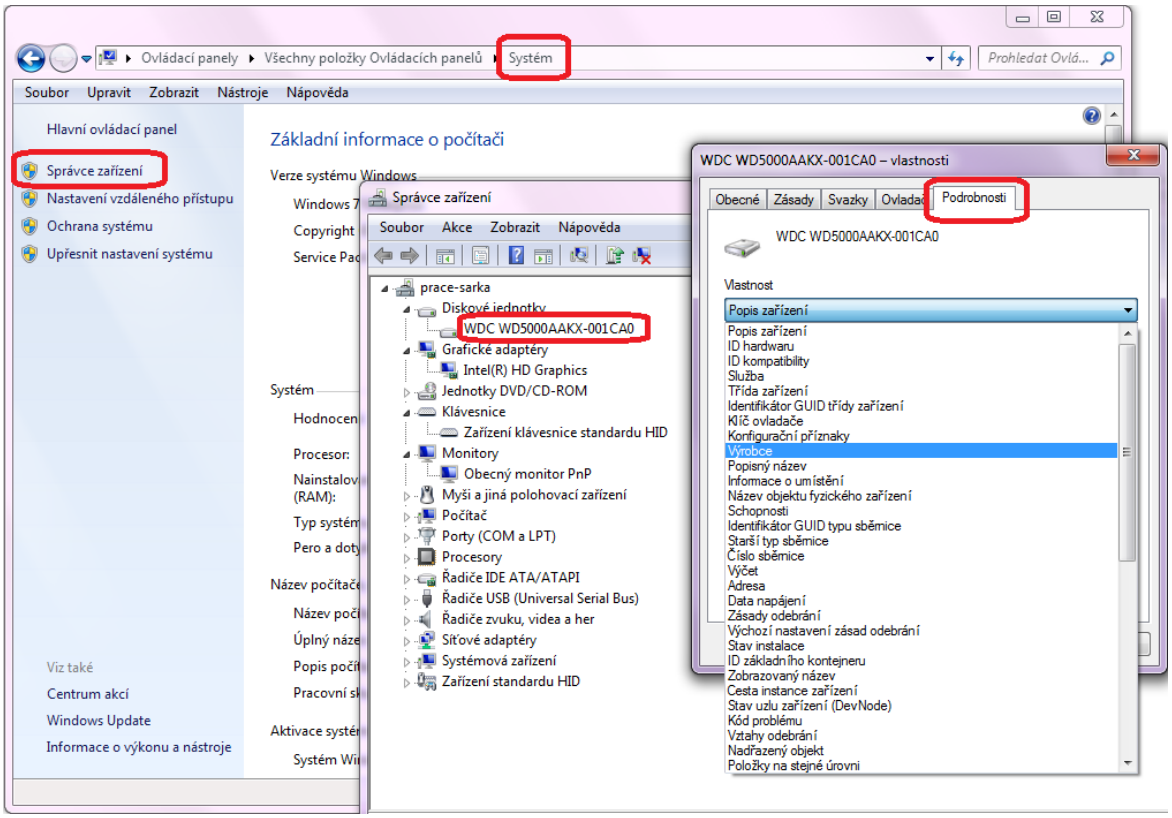
Pokud v klasickém počítači potřebujeme cokoliv provádět s některou komponentou, obvykle o ní předem potřebujeme něco vědět (například když chceme upgradovat paměť, musíme vědět, s jakým typem paměťových modulů si bude základní deska a procesor rozumnět).

Buď tedy počítač otevřeme a podíváme se „fyzicky“, jaké moduly, procesor a základní deska tam momentálně jsou, nebo si to zjistíme jinak – pomocí příslušných programů. Tyto programy nám často řeknou dokonce více, než co zjistíme přímo pohledem na dotyčné komponenty.

Nejdřív se zaměříme na programy, které jsou přímo součástí operačních systémů, pak se podíváme na programy „třetích stran“ (tj. nejsou dodávány s operačním systémem ani si je neprogramuje uživatel sám) – zejména pro Windows, protože tam moc možností není.

1.2.1 Programy ve Windows

Ve Windows máme některé nástroje v grafickém rozhraní, ale moc se od nich nedozvíme. V nástroji *Systém* zjistíme, jaký máme procesor a kolik máme paměti, tedy nic moc.



Obrázek 1.13: Nástroje *Systém* a *Správce zařízení*

Přes něj (nebo třeba přímo v Ovládacích panelech) se dá dostat k nástroji *Správce zařízení*, ve kterém je přehled instalovaných ovladačů (nikoliv samotných zařízení), dostaneme se tam k informacím, které s ovladači souvisejí (po poklepání na konkrétní položku jsou důležité zejména záložky *Ovladač* a *Podrobnosti*). Na první z nich se dozvíme, jak se jmenují soubory s ovladači, a taky máme možnost odinstalovat nebo aktualizovat ovladače (pozor, to je důležité umět), na druhé je přístup k informacím. Většinu z nich v praxi obvykle nevyužijeme.

Na obrázku 1.13 jsou okna nástrojů *Systém* a *Správce zařízení* včetně vlastností pevného disku.

Systémové informace jsou již komplexnějším zdrojem informací, vlastně bychom už tento nástroj měli znát. Spustíme je buď příkazem `msinfo32` (ano, i v 64bitových Windows), nebo se k nim doklikáme přes *Ovládací panely – Informace o výkonu a nástroje – Rozšířené nástroje – Zobrazit další podrobnosti o systému v systémových informacích* (jednodušší je napsat ten příkaz, ten navíc funguje ve všech Windows).

systeminfo je příkaz pro Příkazový řádek ve Windows XP a vyšších. Vypisuje obdobné kvantum informací, jaké zjistíme v Systémových informacích (výrobce, typ a model systému, procesor, BIOS, síťové karty, kdy byl instalován operační systém, apod.), ale s určitými odchylkami v tom, co je či není uvedeno. Ukázku výstupu vidíme v následujícím příkladu.

Příklad

`systeminfo`

```
Název hostitele:                    PRACE-SARKA
Název operačního systému:           Microsoft Windows 7 Enterprise
Verze operačního systému:           6.1.7601 Service Pack 1 Sestavení 7601
Výrobce operačního systému:         Microsoft Corporation
Konfigurace operačního systému:     Samostatná pracovní stanice
Typ sestavení operačního systému:   Multiprocessor Free
Registrovaný vlastník:              sarka
Registrovaná společnost:            Slezská univerzita v~Opavě
ID produktu:                        xxxxxxxxxxx
Datum původní instalace:            7.5.2012, 9:16:40
Čas spuštění systému:               16.1.2017, 9:21:02
Výrobce systému:                    ATComputers
Model systému:                      COMFOR ELINK I48
Typ systému:                        x64-based PC
Procesory:                          Počet nainstalovaných procesorů: 1
                                    [01]: Intel64 Family 6 Model 42 Stepping 7 GenuineIntel ~2976 MHz
Verze systému BIOS:                 Award Software International, Inc. F4 ZA, 1.12.2011
.....
Celková kapacita fyzické paměti:    4 013 MB
Volná fyzická paměť:                1 345 MB
Virtuální paměť: maximální velikost: 8 024 MB
Virtuální paměť: k~dispozici:       5 116 MB
Virtuální paměť: používána:         2 908 MB
.....
Síťové karty:                       Počet nainstalovaných adaptérů NIC: 3
                                    [01]: Realtek PCIe GBE Family Controller
                                          Název připojení: Připojení k~místní síti
                                          DHCP povoleno:   Ano
                                          Server DHCP:     193.84.206.138
                                          Adresy IP
                                          [01]: xxxxxxxxxxx
                                          [02]: xxxxxxxxxxx
                                    [02]: VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
.....
```

(výpis je truchu zkrácen). Tento příkaz navíc umožňuje získat obdobné informace z jakéhokoliv dostupného počítače v síti (pokud na něm běží Windows) pomocí přepínače `/S` (tj. zadali bychom `systeminfo /S název-počítače`) a taky určit, v jakém formátu se má výsledek vypsat (list, table, csv – `/FO csv`) a samozřejmě přesměrovat výstup (například `systeminfo > d:\filename.csv`).

diskpart je interaktivní textová konzola pro správu paměťových zařízení ve Windows Vista nebo Server 2008 a vyšších. Pracujeme v textovém rozhraní a pracujeme s pevnými disky, oddíly na nich, výměnnými paměťovými zařízeními, apod.

Příklad

Spustíme Příkazový řádek zadáním `cmd.exe` (potřebujeme administrátorská oprávnění, tedy použijeme volbu *Spustit jako správce* v kontextovém menu této položky) a zadáváme následující příkazy:

`diskpart` spustíme program diskpart, prompt se nám změní následovně: `diskpart>`

`help` po zadání tohoto příkazu získáme první úroveň nápovědy (základ) – seznam vnitřních příkazů s krátkým popisem

`help list` druhá úroveň nápovědy, kdy už víme, že existuje příkaz `list`, ale chceme vědět, jaké má možnosti a s jakými klíčovými slovy se dá používat

`help list disk` v předchozím příkazu jsme zjistili, že existuje příkaz `list disk` vypisující seznam fyzických disků v počítači, tak chceme vědět, jak se používá

`list disk` chceme vypsat seznam všech připojených fyzických disků (včetně USB flash disků a případně dalších výměnných paměťových zařízení), výstup bude přibližně takový:

```
Disk ###  Stav        Velikost     Volné       Dyn  Gpt
--------  ----------  -----------  ----------  ---  ---
Disk 0    Online        465 GB      1024 KB
Disk 1    Online       7640 MB         0 B
```

to znamená jeden pevný disk s kapacitou 465 GB (sloupec „Free“ neznamená místo nezabrané daty, ale místo nezabrané žádným oddílem) a jeden USB flash disk o kapacitě 7640 MB

`select disk 0` ve výstupu předchozího příkazu jsme zjistili, že disk s číslem 0 by nás mohl blíže zajímat, tedy ho vybereme, dáme mu *zaměření* (focus); to znamená, že následující zadané příkazy se budou vztahovat právě k tomuto disku

`list partition` vypíše se seznam oddílů na vybraném (zaměřeném) disku; díky předchozímu příkazu se jedná o oddíly na disku 0, výstup je následující:

```
Oddíl ###       Typ              Velikost   Posunutí
--------  ----------------  -------  -------
Oddíl 1    Primární             100 MB   1024 KB
Oddíl 2    Primární              97 GB    101 MB
Oddíl 0    Rozšířený            360 GB     97 GB
Oddíl 4    Logický              360 GB     97 GB
Oddíl 3    Obnovení            8000 MB    457 GB
```

`list volume` zatímco oddíl je „fyzická záležitost“ jediného disku, *svazek* (volume) je prvek, který se může skládat z jednoho nebo více oddílů a výčtem vlastností je blíže operačnímu systému; pokud jsme se ve svazcích nehrabali a nepřeváděli žádný na dynamický (který tedy může obsahovat více oddílů), odpovídá jeden svazek jednomu oddílu. Tímto příkazem vypíšeme seznam svazků, přičemž se vypisují trochu jiné vlastnosti než u výpisu oddílů:

```
Svazek ###  Ltr  Jmenovka    Fs     Typ         Velikost  Stav         Info
----------  ---  ----------  -----  ----------  --------  -----------  --------
Svazek 0     D                     DVD-ROM         0 B   Žádné méd
Svazek 1                   NTFS   Oddíl        100 MB   V˜pořádku    System
Svazek 2     C    System     NTFS   Oddíl         97 GB   V˜pořádku    Spouštěc
Svazek 3     P    Personal   NTFS   Oddíl        360 GB   V˜pořádku
Svazek 4          WinRE-ATC  NTFS   Oddíl       8000 MB   V˜pořádku    Skrytý
```

`detail disk` pro vybraný disk můžeme chtít podrobnější informace:

```
WDC WD5000AAKX-001CA0
ID disku   : 15CA3D14
Typ        : ATA
nStav      : Online
...
Jen pro čtení: Ne
Spouštěcí disk: Ano
...

Svazek ###  Ltr   Jmenovka   Fs    Typ        Velikost  Stav        Info
-----  --   -----  --  -----  ----  ----    ---
Svazek 1                    NTFS  Oddíl       100 MB   V~pořádku   System
Svazek 2     C    System     NTFS  Oddíl        97 GB   V~pořádku   Spouštěc
Svazek 3     P    Personal   NTFS  Oddíl       360 GB   V~pořádku
Svazek 4          WinRE-ATC  NTFS  Oddíl      8000 MB   V~pořádku   Skrytý
```

`select partition 3` na vybraném disku číslo 0 teď vybereme oddíl 3, následující příkazy se již budou týkat tohoto vybraného oddílu

`detail partition` chceme podrobné informace o vybraném oddílu:

```
Oddíl 3
Typ     : 07
Skrytý  : No
Aktivní : No
Offset v~bytech: 104964554752

  Svazek ###  Ltr   Jmenovka   Fs    Typ        Velikost  Stav        Info
  -----  --   -----  --  -----  ----  ----    ---
* Svazek 3     P    Personal   NTFS  Oddíl       360 GB   V~pořádku
```

`detail volume` vybrali jsme oddíl, ale tím jsme vybrali i příslušný svazek, můžeme tedy chtít informace o vybraném svazku:

```
  Disk ###  Stav        Velikost  Volné    Dyn  Gpt
  ----  -----  ----  ----  --  --
* Disk 0    Online        465 GB  1024 KB

Jen pro čtení                : Ne
Skryté                       : Ne
Bez výchozího písmene jednotky: Ne
Stínová kopie                : Ne
Offline                      : Ne
Šifrováno nástrojem BitLocker : Ne
Instalovatelný               : Ano

Kapacita svazku         : 360 GB
Volné místo svazku      : 340 GB
```

`delete partition` odstraníme vybraný oddíl (opravdu, takže pozor!); pokud se jedná o dynamický svazek, měli bychom místo tohoto příkazu použít příkaz `delete volume`

`create partition primary size=18000` tímto vytvoříme *primární oddíl* o velikosti 18 000 MB

`format fs=ntfs` vytvořený oddíl (automaticky vybraný) je formátován souborovým systémem NTFS

`assign letter=m` vytvořenému (či obecně právě odpojenému) oddílu je přiřazeno písmeno M:, přes ně bude přístupný; podobně jak je to běžné v UNIXových systémech, i ve Windows se ve skutečnosti místo pod písmenem dá oddíl připojit do adresáře (přípojného bodu), což se dělá příkazem ve tvaru `assign mount=...`

`assign` pokud nezadáme písmeno ani adresář, přidělí se první volné písmeno

`active` vybraný oddíl označíme jako aktivní, tedy schopný mít v sobě instalaci operačního systému (tj. pokud do oddílu nainstalujeme operační systém, bude možné ho spustit)

`exit` ukončíme program `diskpart`

Další informace:

- http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc766465%28v=ws.10%29.aspx
- http://support.microsoft.com/kb/300415
- http://commandwindows.com/diskpart.htm
- Creating Virtual Hard Disks [online]. *Technet.Microsoft.com*, 2010. URL: http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg318052%28v=ws.10%29.aspx
- Walkthrough: Deploy a Virtual Hard Disk for Native Boot [online]. *Technet.Microsoft.com*, 2009. URL: http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd744338%28v=ws.10%29.aspx

Příklad

Program diskpart můžeme používat i neinteraktivně (bez vnitřního prostředí, jen pomocí parametrů samotného příkazu):

`diskpart /add \Device\HardDisk0 15000` vytvoříme nový oddíl o zadané velikosti (15 000 MB) na disku číslo 0 (první pevný disk)

`diskpart /delete \Device\HardDisk0\Partition1` první oddíl na disku 0 je odstraněn

`diskpart /delete F:` odstraníme svazek označený písmenem F:

chkdsk Tento program (chkdsk znamená „check disk“, tedy „zkontroluj disk“) zkontroluje integritu souborového systému pevného disku (pozor, není účelem zkontrolovat, zda sektory disku nejsou poškozeny). Každá verze Windows má svou vlastní variantu tohoto programu. Příkazový řádek musíme mít spuštěný s vyššími oprávněními a jako parametr dodáváme označení oddílu ke kontrole, například takto: `chkdsk d:`

Ve Windows taky máme k dispozici jednoduchý monitoring v rámci *Správce úloh* (Ctrl + Shift ⇑ + Esc , v základním zobrazení dole *Více informací*, záložka *Výkon*), případně *Sledování prostředků* (`perfmon.exe`).

Úkol

Vyzkoušejte si postupy uvedené v této podkapitole – nástroje v grafickém rozhraní a příkazy `systeminfo`, `diskpart` a `chkdsk` (pokud máte dostatečná přístupová oprávnění). Zjistěte, jaká je na vašem zařízení procesorová architektura, konkrétní typ procesoru, typ a verze BIOSu (či UEFI), množství fyzické paměti a další parametry související s pamětí, instalované síťové karty. Zjistěte, jaké jsou parametry vašeho disku a oddílů na něm.

1.2.2 Programy v Linuxu

Také v Linuxu máme k dispozici nástroje s grafickým rozhraním, ovšem vzhledem k tomu, že existuje spousta grafických rozhraní pro Linux (či jiné UNIXové systémy) a v každém se tyto nástroje nazývají a umísťují trochu jinak, nebudeme se zde jimi zabývat. Nicméně – na rozdíl od Windows obvykle nebývá problém je v rozhraní najít.

Zatímco v uživatelském režimu označujeme zařízení názvy jejich speciálních souborů (například první pevný disk bývá většinou označen jako `/dev/sda`, druhý pevný disk `/dev/sdb` atd., oddíly na příslušném disku jsou označeny stejně a navíc se přidává číslo oddílu, například `/dev/sda3` je třetí oddíl na prvním pevném disku), jádro pracuje s trochu jiným označováním. Každé zařízení (nejen paměťové) má přiřazena dvě čísla:

- *hlavní číslo* určuje typ (třídu) zařízení, například svou vlastní třídu mají disky, taky existují třídy pro zobrazovací zařízení (třeba monitory), síťové karty, atd.,
- *vedlejší číslo* již určuje konkrétní zařízení v dané třídě.

Například: pokud máme dvě síťové karty, budou mít stejné hlavní číslo (protože patří ke stejnému typu), ale různá vedlejší čísla.

Příklad

Hlavní a vedlejší čísla zařízení najdeme takto (výstup je značně zkrácen):

```
ls -la /dev
```

```
...
crw-------.  1 root root     5,   1 Nov 12  2012 console
...
crw-rw-rw-.  1 root root     1,   3 Nov 12  2012 null
...
crw-rw-rw-.  1 root root     1,   8 Nov 12  2012 random
brw-rw----.  1 root disk     8,   0 Nov 12  2012 sda
brw-rw----.  1 root disk     8,   1 Nov 12  2012 sda1
brw-rw----.  1 root disk     8,   2 Nov 12  2012 sda2
...
lrwxrwxrwx.  1 root root           15 Nov 12  2012 stdout  -> /proc/self/fd/1
...
crw-rw-rw-.  1 root tty      5,   0 Nov 12  2012 tty
...
crw-rw-rw-.  1 root root     1,   5 Nov 12  2012 zero
```

Výstup je v distribuci Fedora. Například virtuální zařízení (třeba `random`, `null`, `zero`) mají stejné hlavní číslo (1), vedlejší jsou různá. Hlavní číslo disků a oddílů je zde 8.

Další informace:

https://www.thegeekstuff.com/2009/06/how-to-identify-major-and-minor-number-in-linux/

Následující příkazy souvisejí s vnějšími a vnitřními paměťmi:

`df` (disk free) vypíše volné místo na discích, přípojné body a další informace

- `df -Th` vypíše taky souborové systémy na oddílech
- `df -ah` vypíše informace o připojených souborových systémech včetně virtuálních

`fsck` (files checking) kontrola a oprava souborových systémů (oddílů), jsou různé varianty pro různé souborové systémy:

- `fsck.ext3 /dev/sda9` pro souborový systém ext3, konkrétně kontrolujeme oddíl `/dev/sda9` (předem by měl být odpojen)
- `fsck.ntfs /dev/sda2` pro *NTFS*
- `fsck.vfat /dev/sda5` pro *FAT16* a *FAT32*, atd.

`mkfs.ext3 /dev/sda4` vytváření souborového systému (obdoba formátování z Windows) typu ext3 na oddílu `/dev/sda4`, podobné příkazy existují i pro další souborové systémy

`mount` vypíše seznam připojených zařízení, s přidáním parametrů můžeme připojovat oddíly a výměnná zařízení

`mount /mnt/winD` připojí oddíl, jehož přípojný bod je `/mnt/winD` (ostatní parametry jsou předpřipraveny v souboru `/etc/fstab`)

`mount -o ro /mnt/winD` s parametrem `-o ro` znamenajícím „read-only“

`mount -t vfat /dev/sdb2 /mnt/flash` připojujeme USB flash disk se souborovým systémem FAT32, určujeme speciální soubor `/dev/sdb2` a přípojný bod `/mnt/flash`

`umount /mnt/winD` zadaný oddíl je odpojen

`free` vypíše kompletní informace o operační paměti

Příklad

Chceme informace o oddílech na pevném disku a jejich souborových systémech:

```
df -ah
```

```
Filesystem            Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/sda1              20G  3.2G   16G  18% /
proc                     0     0     0    - /proc
sysfs                    0     0     0    - /sys
...
udev                  237M    4K  237M   1% /dev
...
```

To znamená, že tu máme jeden oddíl disku označený `/dev/sda1`, který je hlavním oddílem (je na něm nainstalován Linux, připojuje se jako kořenový adresář). pak tu jsou virtuální souborové systémy bez přiřazeného oddílu. Není zde žádný odkládací oddíl (swap).

Příklad

Zjistíme informace o operační paměti:

```
free
```

```
                 total       used         free     shared       buffers     cached
Mem:             502392     496120         6272          0          3556      56076
+/- buffers/cache:          436488        65904
Swap:            522236     358736       163500
```

Vynutíme si „human readable“ formát (čísla budou ve vhodných jednotkách včetně jejich označení):

```
free -h
```

```
                 total       used         free     shared       buffers     cached
Mem:              490M       477M          13M         0B          3.3M        54M
+/- buffers/cache:           419M          70M
Swap:             509M       350M         159M
```

Výše uvedený příkaz používá přepočet odvozených jednotek $1024 = 2^{10}$. Pokud chceme desítkový přepočet $1000 = 10^3$, zadáme následující:

```
free -h -si
```

```
                 total       used         free     shared       buffers     cached
Mem:              502M       489M          13M         0B          3.4M        55M
+/- buffers/cache:           429M          72M
Swap:             522M       358M         163M
```

Úkoly

1. Vypište informace o oddílech disku v Linuxu, vyzkoušejte i některé přepínače. Připojte USB flash disk a použijte příslušné příkazy znovu. Jak se změnil výstup?
2. Vypište informace o operační paměti.
3. Vzpomeňte si na příkazy `mount` a `umount`. Odpojte připojený USB flash disk pomocí příkazu `umount`.

V Linuxu existuje celá přehršel různých příkazů, které souvisejí s hardwarem. Nebudeme je zde probírat podrobně, to by zřejmě bylo na samostatný předmět (vystačíme si s Operačními systémy), momentálně nám bude stačit alespoň tento výčet:

`arch` zobrazí architekturu procesoru,

`lscpu` další (podrobnější) příkaz, kterým zjistíme vlastnosti procesoru,

`cat /proc/cpuinfo` podrobné informace o procesoru, včetně příznaků,

`dmidecode` informace související s rozhraním SMBIOS, najdeme tu především informace o zařízeních přímo připojených k základní desce,

`lspci` zobrazuje informace o zařízeních připojených přes sběrnici PCI nebo PCI Express; ve výstupu najdeme taky některé čipy ze základní desky, které jsou napojeny na dotyčnou sběrnici

`lsusb` informace o čemkoliv, co je připojeno přes sběrnici USB

- `lsusb -v` upovídaná (verbose) varianta příkazu, dostaneme víc informací,
- `lsusb -t` zobrazí se stromová struktura, v ní snadněji odhalíme, co je k čemu připojeno, a taky jsou zde uvedena označení „bus“ a „dev“, která se dají použít v následujícím příkazu:
- `lsusb -s bus:dev -v` (dosadíme za bus a dev) – podrobnosti o konkrétním zařízení

Poznámka:

Pokud provozujeme Linux ve virtuálním počítači, některé z výše uvedených příkazů zřejmě nebudou použitelné.

1.2.3 `fdisk` v Linuxu

Fdisk v Linuxu je vcelku sofistikovaný program, který nám umožňuje pracovat s diskovými oddíly (včetně USB flash disků), ale měli bychom si pamatovat, že pokud na USB flash disku vytvoříme více než jeden oddíl, ve Windows bude viditelný jen první z nich (Windows jsou totiž systém plný nesmyslných omezení, včetně tohoto). Toto omezení se dá vyřešit jen tak, že USB flash disku odebereme parametr „výměnný“, což není až tak jednoduché.

Příklad

Vyzkoušíme fdisk, zde pro nedestruktivní úlohy, a to v *interaktivním módu*. Jako parametr se zadává speciální soubor disku, se kterým chceme pracovat. Potřebujeme vyšší přístupová oprávnění, která získáme podle toho, v jaké distribuci pracujeme. Následující příkazy jsou v distribuci odvozené z Ubuntu, tedy využíváme sudo mechanismus.

```
sudo fdisk /dev/sda

[sudo] password for sarka:

Command (m for help):
```

Po zadání hesla se změní prompt a jsme upozorněni, že nápovědu získáme stisknutím klávesy „m“. Příkazy v interaktivním prostředí se jednoduše zadávají tak, že napíšeme určité písmeno (jejich seznam je právě v nápovědě). Například klávesa „p“ znamená, že chceme vypsat MBR tabulku disku.

```
Command (m for help): p

Disk /dev/sda: 21.5 GB, 21474836480 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 2 610 cylinders, total 41 943 040 sectors
Units = sectors of 1 * 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimal/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disk identifier: 0x000f0004

Device     Boot     Begin        End      Blocks     Id    System
/dev/sda1   *        2048   40894463    20446208     83    Linux
/dev/sda2       40896510   41940991      522241      5    Extended
/dev/sda5       40896512   41940991      522240     82    Linux swap/Solaris
```

Jak vidíme, na disku jsou tři oddíly, z nichž první `/dev/sda1` je primární a obsahuje instalaci Linuxu, druhý `/dev/sda2` je rozšířený (extended): to znamená, že uvnitř něj najdeme logické oddíly; třetí `/dev/sda5` je právě logickým oddílem uvnitř toho rozšířeného – to poznáme podle čísel adres v sloupcích Begin a End, je použit jako odkládací soubor (swap).

Z interaktivního prostředí se dostaneme stisknutím „q“ a Enter.

Poznámka:

Příkazem `fdisk -l` zobrazíme informace o všech discích. K tomu také potřebujeme vyšší přístupová oprávnění.

Pevné disky existují ve dvou formátech: MBR a GPT. Rozdíl není v samotných discích, ale v nízkoúrovňovém formátu (například v tom, jak se zaznamenávají informace o oddílech na disku). MBR disk lze transformovat na GPT disk. Program `fdisk` ve skutečnosti slouží k práci s disky v tom prvním formátu, kdežto pro disky ve formátu GPT je určen podobný program `gdisk`.

1.3 Software třetích stran

Jak bylo výše uvedeno, ve Windows se toho o připojeném hardwaru moc nedozvíme. Nicméně – existuje mnoho zajímavých aplikací, které to napravují. Zde se podíváme jen na několik aplikací, s dalšími se setkáme v následujících kapitolách.

Poznámka:

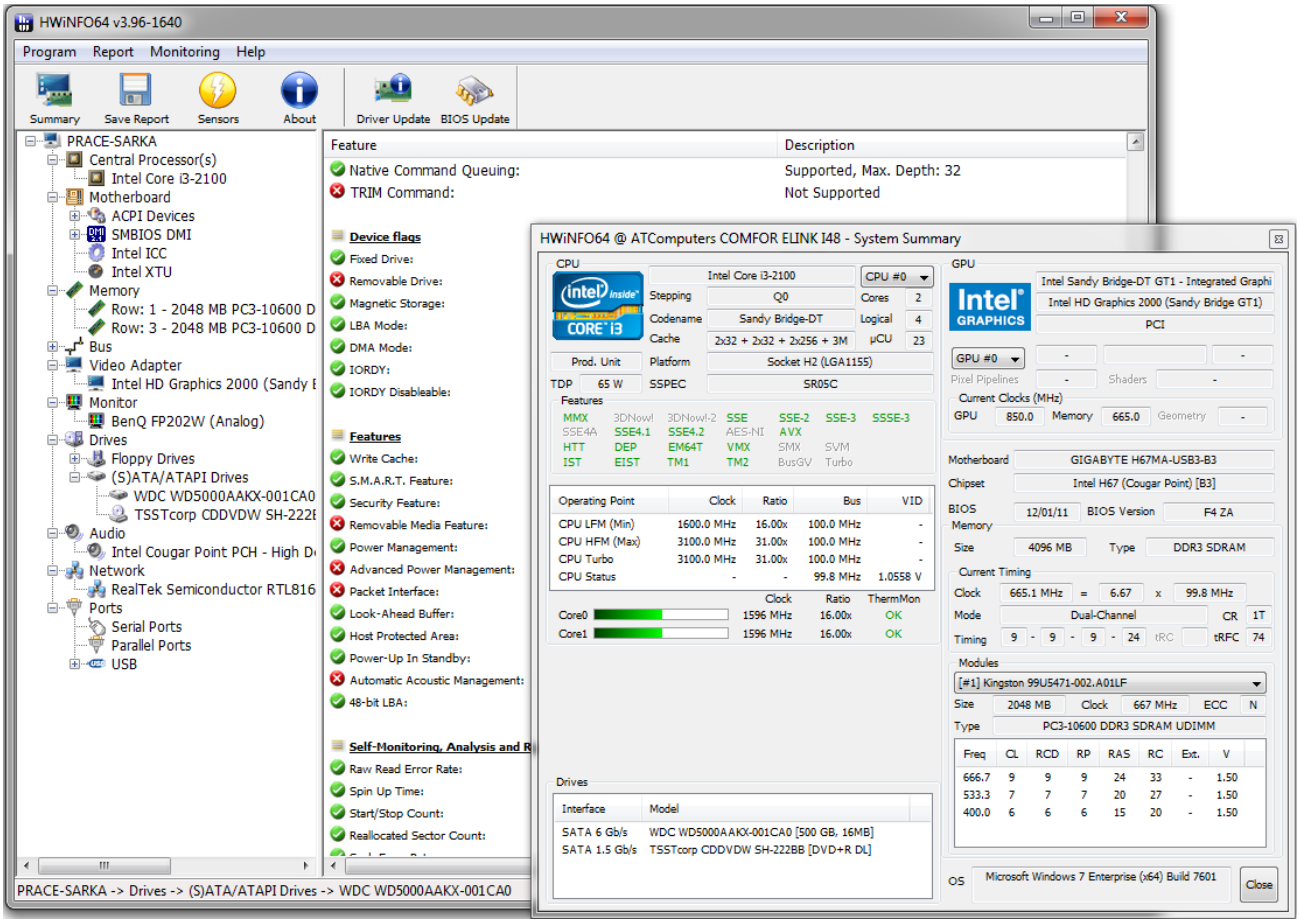
Následující popsané aplikace jsou většinou freeware, tj. lze je volně stáhnout na internetu. Ne vždy je však možné je bezplatně používat i ve firemním prostředí, to je třeba zjistit v licenčním ujednání aplikace.

Při stahování aplikace dávejte pozor, na co klepete. Na stránce mohou být oblasti, které se tváří jako odkazy pro stažení, ale může jít jen o reklamu nebo odkaz na stažení stahovací aplikace (která nemusí být úplně bezpečná). Hledejte přímo odkazy zmiňující dotyčnou aplikaci.

Další zrada může nastat při instalaci. Pokud lze volit mezi zrychlenou a podrobnou instalací, volte podrobnou a dávejte pozor, jestli náhodou není zaškrtnuté pole pro stažení nějakého dodatečného softwaru či panelu do webového prohlížeče nebo nastavení domovské stránky.

HWInfo32 a HWInfo64 jsou zřejmě nejpopulárnější programy pro zjištění parametrů počítače (procesoru, čipsetu, grafiky, pamětí, atd.). Tento český produkt je freeware a také existují přídavné moduly.

Používáme HWInfo32 pro počítače s architekturou x86 (32bitové) a HWInfo64 s architekturou x64 a amd64 (64bitové).



Obrázek 1.14: HWInfo64

Další informace:

- http://www.hwinfo.com/
- http://www.techspot.com/downloads/5239-hwinfo64.html
- http://www.tomshardware.co.uk/forum/272236-11-using-hwinfo64-what-temp

Úkol

Stáhněte si HWinfo32 nebo HWInfo64 (podle typu systému) a spusťte na svém počítači. Zjistěte

- jaký máte procesor – typ, počet jader, typ patice, TDP, které vlastnosti a instrukční sady jsou podporovány (typy SSE a AVX instrukcí, AES, Turbo mode, atd.), velikost cache, frekvenci,
- základní deska – model, čipset, BIOS,
- operační paměti – typ, velikost, režim (single nebo dual channel), časování, počet modulů a jejich vlastnosti (včetně sériového čísla, napětí, časování), frekvence,
- jakou máte grafiku (GPU/video čipset, frekvence),
- display – název, výrobce, datum výroby, vertikální a horizontální rozměry, frekvence, podporované video módy,
- pevný disk nebo SSD – řadič a rozhraní (SATA II, SATA 3.0, atd., rychlost), kapacita, vlastnosti související s geometrií (počet cylindrů, hlav, ploten, cache), DMA, NCQ, podpora S.M.A.R.T., správa napájení, atd.,
- optická mechanika – model, řadič a rozhraní, DMA, atd.,
- audio a síť.

System Spec je jednoduchá aplikace poskytující až překvapivě velké množství informací o hardwaru, ale někdy může být méně přesná. Základní informace máme v hlavním okně, dále můžeme otevírat další okna s podrobnějšími informacemi tlačítky v panelu nástrojů hlavního okna.

Další informace:

http://www.alexnolan.net/software/sysspec.htm

Úkol

Vyzkoušejte System Spec, najděte informace o své základní desce, procesoru a paměťových modulech. Srovnejte s programem HWInfo (ideálně použijte u obou aplikací tentýž stroj).

Speccy je freeware od firmy Piriform (která kromě jiného stojí také za všeobecně známým programem *CCleaner*). Tato apikace taktéž podává informace o hardwarových komponentách, takže pokud nepotřebujeme benchmarky, je to taky dobrá volba.

Další informace:

http://www.piriform.com/speccy

Existuje celá řada dalších nástrojů, ať už jednodušších nebo naopak velmi vybavených (například kromě přehledu o hardwaru můžeme mít k dispozici benchmarky pro testování vlastností komponent). S některými se seznámíme v dalších kapitolách.

U jakéhokoliv softwaru, který je na webu ke stažení, bychom si samozřejmě měli dávat pozor na bezpečnost (jakýkoliv web může být napaden a my se můžeme náhodou strefit zrovna do mezery mezi napadením a zjištěním problému administrátorem serveru).

Dále součástí podobných programů může být adware nebo jiný škodlivý software, velmi oblíbený a častý je OpenCandy. Toho se dá zbavit například pomocí nástroje *AdwCleaner* (který je zdarma ke stažení, a to bez OpenCandy či jiných podobných přívažků).

Poznámka:

Ještě jedné věci bychom měli věnovat pozornost, a to v případě, že chceme nástroj použít u zaměstnavatele, tedy vlastně pro komerční účely. Některé programy jsou zdarma pouze pro domácí použití, u komerčního využití si musíme pořídit placenou variantu.

Úkol

Také tyto aplikace si můžete vyzkoušet nebo alespoň se podívat na jejich možnosti na internetu. U všech aplikací zmíněných v této sekci si zjistěte licenční podmínky – je možné je používat zdarma i v komerční sféře?

Kapitola 2

Hlavní komponenty

V této kapitole se podíváme na nejdůležitější komponenty počítače. Trochu si zopakujeme, co o nich už víme z předchozího semestru, pak se zaměříme na něco navíc.

2.1 Základní deska

2.1.1 Průzkum základní desky pro procesory Intel a jejího manuálu

Základní deska (mainboard, motherboard) je nejdůležitější součástí počítače (včetně notebooků, HTPC[1] atd.). Při nákupu si všímáme zejména následujícího:

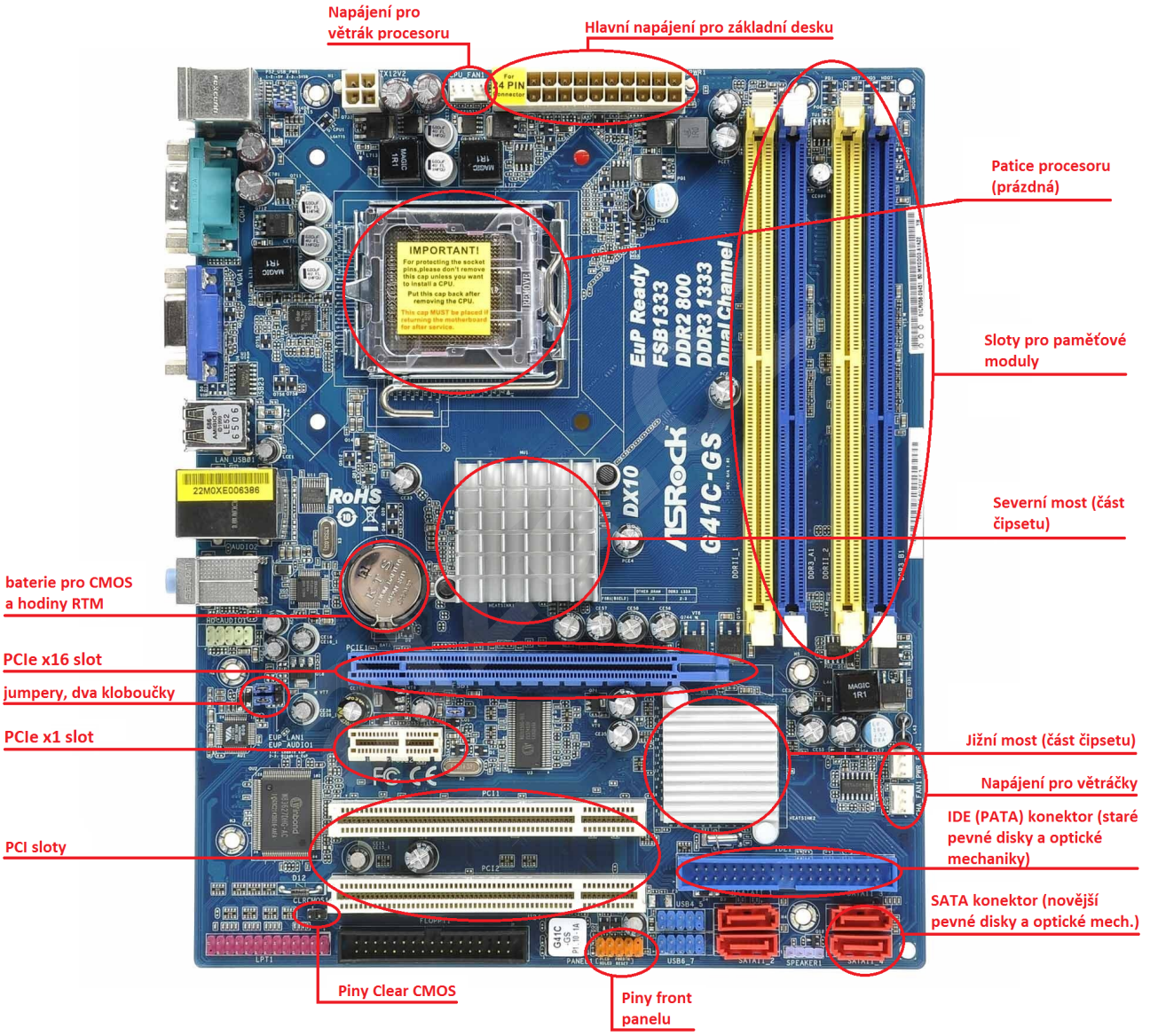
- form faktor (ATX, micro-ATX, mini-ITX, SFX, ...),
- patice procesoru (LGA 1200, LGA 1700, LGA 1851, AMD AM4, AMD AM5, AMD TR5, ...),
- čipset,
- BIOS, jeho možnosti (případně včetně přetaktování), integrované součásti (včetně verze),
- počet a typ paměťových slotů,
- podporované verze rozhraní USB a SATA, počet PCIe slotů, a další.

Na obrázku 2.1 je stará základní deska ASRock G41C-GS s procesorovou paticí LGA 775, kdežto na obrázku 2.2 najdeme novější základní desku Gigabyte Z77-D3H s paticí LGA 1155. Ovšem rozdíl není jen v patici – všimněte si, že první z desek má severní most v samostatném čipu na základní desce (zhruba uprostřed pod chladičem), kdežto u druhé desky ve skutečnosti severní most vůbec není (bude dodán zároveň s procesorem – severní most je integrován do procesoru).

Poznámka:

První z desek je zvláštní v tom, že umožňuje instalovat paměťové moduly DDR2 i DDR3 (ale ne zároveň, musíme si zvolit buď jednu verzi nebo druhou). Žluté sloty jsou pro DDR2 a modré pro DDR3 – srovnejte klíčování ve slotech (to jsou ty plastové můstky, které zabraňují použití nevhodného modulu nebo jeho obrácení).

[1] HTPC (Home Theatre PC) je malý tichý „obyvákový“ počítač určený většinou pro uložení a sdílení videa, fotek, streamování TV signálu, atd.



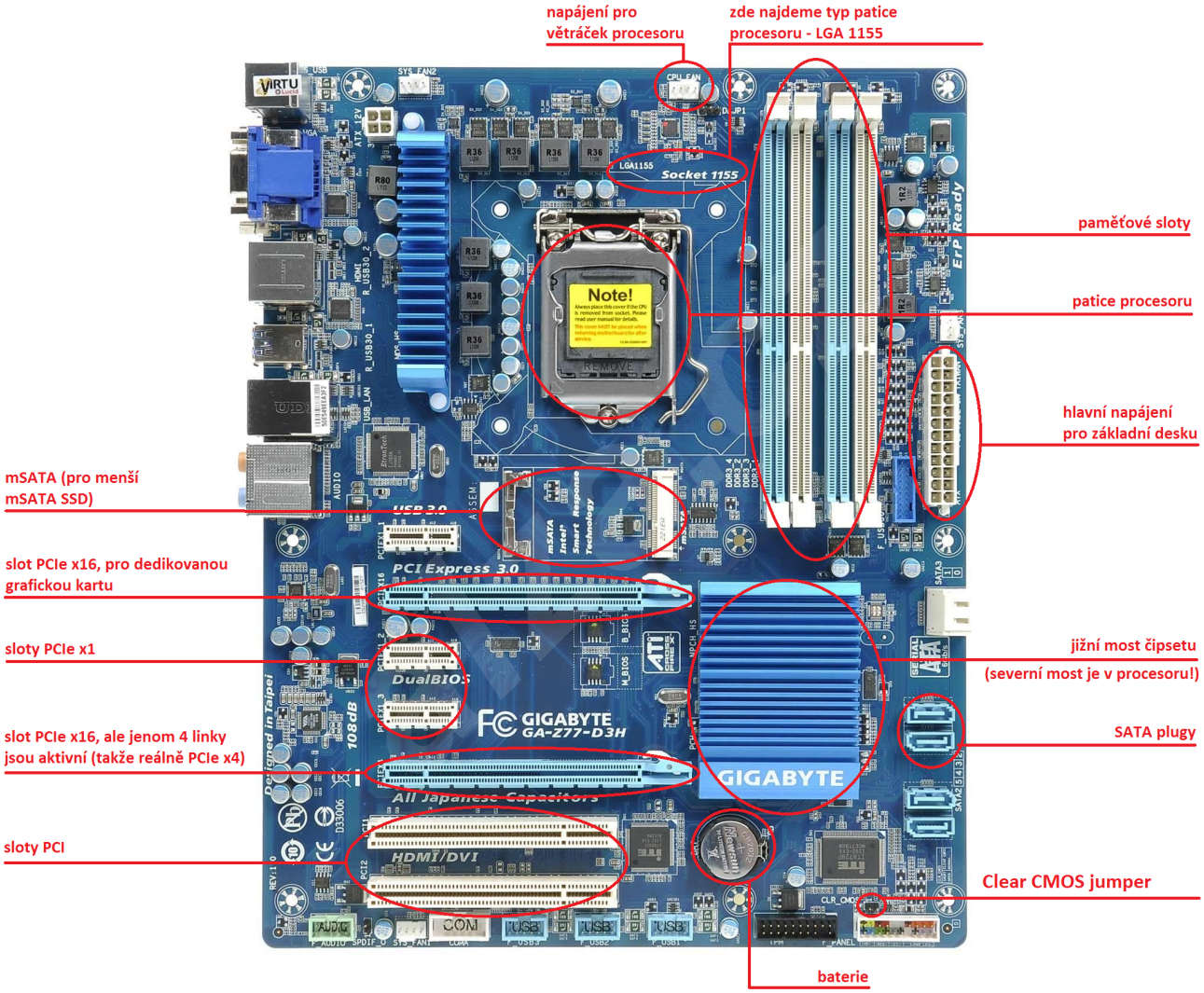
Obrázek 2.1: Základní deska ASRock G41C-GS

U druhé desky je paměťový řadič integrován do procesoru (zároveň s celým severním mostem), a záleží především na něm, jaký typ modulů bude možno použít (nicméně zde jsou pouze sloty pro paměti DDR3, takže je to jednoznačné). Paměťmi se budeme zabývat později.

Rozložení komponent na základní desce může být hodně odlišné, ale základní součásti mají „stabilní pozici“. Procesor a paměťové sloty obvykle najdeme zhruba na stejných místech (ale paměťové sloty mohou být na menších deskách rozloženy po obou stranách procesoru), sloty pro rozšiřující karty většinou bývají vlevo dole (při otočení procesorem nahoru) a vpravo od nich bývá jižní most (taky může být označen I/O Controller Hub), hlavní napájení základní desky je většinou u pravého okraje.

Piny pro připojení vypínače, LED diod a dalších součástí z čelní strany počítače samozřejmě bývají dole nebo vpravo (nebo dole vpravo). Napájení větráčku umísťovaného na procesor bývá u horního okraje desky, poblíž procesoru, aby stačila délka kabelu.

Piny pro reset CMOS (případně tlačítko s touto funkcí) bývají většinou poblíž baterie, ale třeba u základní desky na obrázku 2.2 to neplatí.



Obrázek 2.2: Základní deska Gigabyte Z77-D3H

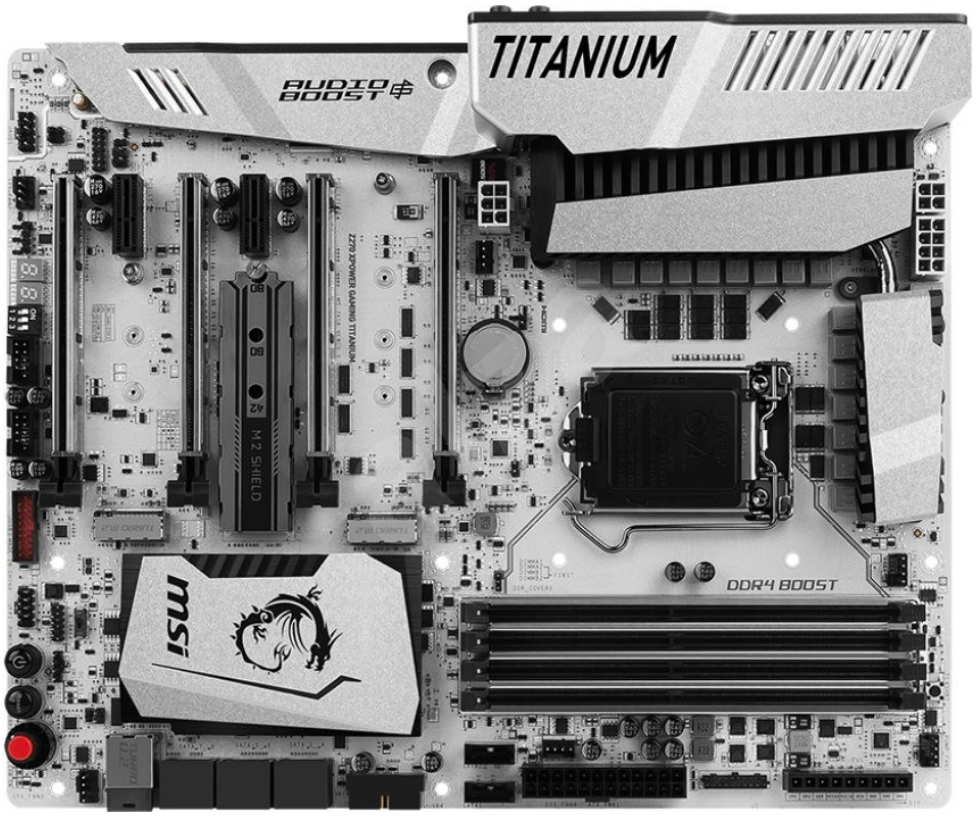
Obvykle najdeme alespoň jeden slot PCIe ×16 pro grafickou kartu. Pokud je těch slotů víc a my chceme mít jednu grafiku, použijeme slot nejblíže procesoru (tam bývá typicky nejvíc aktivních linek).

Poznámka:

Pokud základní deska obsahuje sloty mSATA nebo M.2, obvykle je před slotem několik centimetrů místa, protože mSATA a M.2 karty (většinou s SSD) se zasouvají naplocho z boku, aby nevyčnívaly směrem nahoru. Jedna strana mSATA nebo M.2 desky se zasune do slotu a protější strana se obvykle upevní pojistkou a krytem. Protože karty M.2 mohou být různě dlouhé, máme na desce většinou několik pojistek za sebou. Na obrázku 2.2 je jeden slot mSATA, na obrázku 2.3 jsou sloty M.2.

Příklad

Na obrázku 2.3 vidíme základní desku MSI Z270 XPOWER GAMING TITANIUM s procesorovým slotem LGA 1151. Je sice určena pro procesory střední třídy (Core i šesté nebo sedmé generace), ale jinak je vybavená poměrně dobře, včetně několika slotů M.2.



Obrázek 2.3: Základní deska MSI Z270 XPOWER GAMING TITANIUM (otočená o 90^o)

Manuál k této základní desce najdeme následovně:

- Googlu zadáme název desky: „MSI Z270 XPOWER GAMING TITANIUM“,
- ve výsledcích najdeme první odkaz vedoucí na stránku společnosti MSI,
- na stránce produktu najdeme odkaz *Service*, následně odkaz *Manual*, tam už je odkaz pro stažení manuálu.

Následující text se týká verze manuálu z 30. 11. 2016 (datum je uvedeno u odkazu ke stažení manuálu). Soubor je poměrně velký, vpodstatě se jedná o obrázkovou učebnici.

Na začátku manuálu najdeme velice jednoduchý návod typu „jak co propojit“. Následuje obsah zbytku souboru (strana 14), tabulka se specifikacemi; všimněte si:

- které procesory jsou podporovány (včetně Pentií a Celeronů),
- jaký je čipset,
- které paměťové moduly je možné použít zvlášť pro obě generace procesorů,
- verze PCI Express,
- parametry rozhraní pro integrovanou grafiku (pozor, nikoliv parametry samotné grafiky, ta má být integrovaná v procesoru), dále podpora propojení více grafických karet,
- podpora SATA včetně řadičů a verze (verze SATA 3.0 o rychlosti 6 Gb/s, přičemž máme i sloty M.2 a U.2),
- atd. – prostudujte si sami.

Na straně 22 najdeme blokový diagram s nejdůležitějšími komponentami a jejich propojení, zde je dobře vidět vztah mezi jižním mostem (čip Z270) a procesorem.

Všimněte si, že máme jak rozhraní USB 3.1 Gen 1 (což je vlastně USB 3.0), tak i rozhraní USB 3.1 Gen 2 (na obrázku vpravo). Na další straně se zadním panelem je vidět, kam konkrétně jsou rychlejší linky vyvedeny.

Na straně 26 je přehled komponent základní desky. Toto schéma je důležité z toho důvodu, že zde máme zkratky jednotlivých komponent/portů/slotů apod., které jsou používány na dalších stranách (na následující straně je tabulka s vysvětlením zkratek a odkazem na stránku s podrobnými informacemi).

Zbytek manuálu již popisuje konkrétní komponenty. Například na straně 29 najdeme popis možností kombinace paměťových modulů (zejména pokud chceme využít Dual Channel, měli bychom si tuto stranu projít), následují sloty PCI Express s možnostmi zapojení více karet (včetně použití SLI můstku pro propojení dvou grafických karet) a další.

Na straně 36 je popsáno využití slotů M.2. Tady pozor, karta M.2 a slot, do kterého ji zasouváme, musejí používat stejné signální rozhraní, jinak by spolu nedokázaly komunikovat, přičemž jsou obvykle stanoveny „povolené kombinace“. Navíc sloty M.2 „kradou“ použité linky signálního rozhraní SATA jiným SATA portům. Konkrétně u této desky jsou všechny povolené kombinace znázorněny v tabulce na straně 38. Například pokud do prvního slotu M.2 dáme kartu komunikující přes PCIe, do druhého kartu komunikující přes SATA a třetí necháme prázdný, budou funkční skoro všechny SATA porty (kromě čísla 5 – který to je, to vidíme na obrázku nad tabulkou). Na dalších stranách jsou pak jednotlivé kombinace znázorněny graficky.

Úkoly

1. Pokračujte ve zkoumání manuálu z předchozího příkladu. Zjistěte:
   - kam se zapojují jednotlivé napájecí konektory,
   - jak vyvést na přední stranu počítače USB porty různých verzí,
   - kde se zapojují větráčky, audio, atd.,
   - najděte postup Clear CMOS,
   - jak se dostanete do BIOS Setup a jak provedete update BIOSu (ve skutečnosti to je UEFI),
   - jak (v BIOSu) nastavíte datum, zjistíte seznam připojených SATA/M.2 zařízení, aktivujete/deaktivujete funkci *Secure Boot*,
   - jak v BIOSu nakonfigurujete start počítače (zda se má při startu zobrazovat logo nebo zprávy POST, kde se určuje bootovací sekvence),
   - kde se v BIOSu nastavuje administrátorské a uživatelské heslo,
   - které typy RAID podporuje integrovaný RAID řadič (nápověda: sekce *RAID configuration*),
   - na které straně začíná sekce typu „řešení problémů“ (troubleshooting)?
2. Podobně prozkoumejte základní desku „ASUS PRIME Z270-A - Intel Z270“ a její manuál (ten najdete podobně jako předchozí, stačí zadat celý název desky Googlu, vybrat první odkaz vedoucí na stránky Asus, zvolit *Support*, *Manual*).

Příklad

Na obrázku 2.4 je základní deska ASRock Z890 Pro RS Wi-fi formátu ATX s paticí Intel LGA 1851. Na manuál se taktéž můžeme doptat Googlu: „ASRock Z890 Pro RS Wi-fi White“ (případně nemusíme uvádět bílou barvu).

Obrázek 2.4: Základní deska ASRock Z890 Pro RS Wi-fi White

Je to velká deska (formát ATX, jak bylo výše uvedeno), tedy se na ni vejde více PCIe slotů a také více M.2 slotů, M.2 sloty jsou opatřeny chladicím krytem. Je zajímavé, že u M.2 slotů je striktně určeno, pro jak (fyzicky) velá SSD jsou určeny – pouze slot označený M2_4 je určen pro různě velké karty od velikosti 2230 do velikosti 2280 (tj. 22×30 mm až 22×80 mm), ostatní M.2 sloty umožňují zapojit jen SSD o velikosti 2280. Z toho vyplývá, že delší SSD o délce 11 mm na této desce nelze zapojit. M.2 slot označený jako M2_1 je podle manuálu rychlejší než ostatní (128 Gb/s oproti 64 Gb/s u ostatních – vedou do něj totiž linky PCIe verze 5, do ostatních vedou linky PCIe verze 4).

Vlastně je tam ještě jeden slot M.2, ale typu Key E. Je určen pro Wi-fi modul, na nákresu je přímo označen jako M2_WIFI.

Základní deska má vestavěnou Wi-fi, v krabici jsou přiloženy šroubovací antény.

Vpravo za hlavním napájecím konektorem je sada LED diod pro indikaci problémů s procesorem, pamětí, grafikou nebo s bootovacím procesem. O stránku dál začíná popis postupu pro flash (aktualizaci) BIOSu.

U spodního okraje najdeme mezi USB konektory slot na TPM čip. Vypadá podobně jako USB 3, jen má víc pinů a je trochu širší.

Úkol

Projděte si manuál základní desky z předchozího příkladu. Najděte tabulku se specifikacemi jednotlivých komponent, v ní prověřte například verze PCIe, rozdělení do slotů a počty aktivních linek, rychlost LAN,

Wi-fi, USB. V části Storage si projděte vlastnosti M.2 slotů a dále podporu RAID. Následuje schéma, na něm najděte jednotlivé komponenty včetně M.2 slotů.

2.1.2 Průzkum základní desky pro procesory AMD a jejího manuálu

U základních desek pro procesory AMD je to podobné. Hlavní rozdíl je samozřejmě v patici pro procesor a v čipsetu, další výbava včetně verzí rozhraní závisí na tom, co je v čipsetu podporováno.

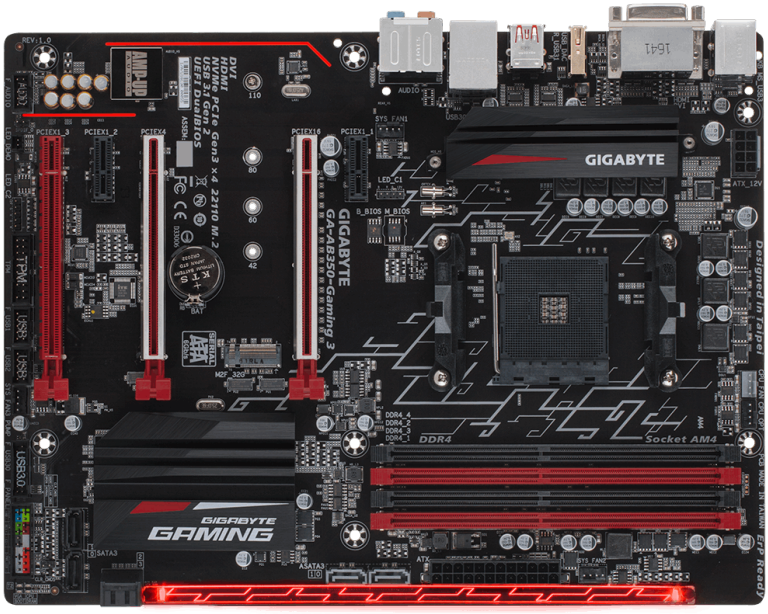
Do roku 2016 se základní desky pro procesory AMD dělily do dvou skupin:

- s paticí AM3+ nebo starší pro procesory bez grafického jádra, z čipsetu je na základní desce jak čip s jižním mostem, tak i čip s částí severního mostu (řadiče PCIe pro grafické karty),
- s paticí FM2+ nebo starší pro méně výkonné procesory, většinou mají integrované grafické jádro (ne vždy), z čipsetu je na základní desce pouze čip s jižním mostem.

Od roku 2017 přichází nová procesorová platforma Zen s novou paticí AM4 určenou pro nové procesory obou původních řad. K nové patici samozřejmě musí být i nový čipset a taktéž nové základní desky. Ještě novější je patice AM5.

Příklad

Na obrázku 2.5 vidíme základní desku Gigabyte GA-AB350-GAMING 3 s paticí AM4, do které patří téměř nejnovější generace procesorů architektury Zen od AMD (Ryzen).



Obrázek 2.5: Základní deska Gigabyte GA-AB350-GAMING 3 s paticí AM4[2]

K manuálu se opět dostaneme přes stránku výrobce (můžeme třeba použít odkaz v poznámce pod čarou, pak najít *Support*, *Manual*).

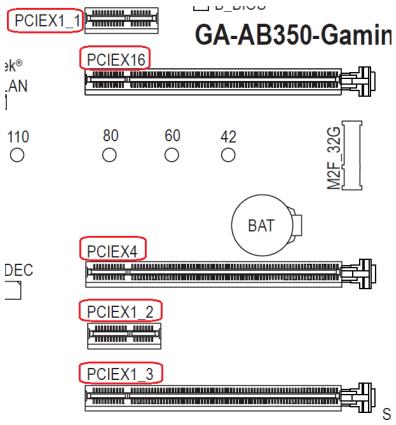
V manuálu je hned za obsahem základní schéma desky s rozmístěním a označením jednotlivých jejích součástí. U některých přímo poznáme podporované verze, například do paměťových slotů patří

[2]Zdroj: http://www.gigabyte.com/Motherboard/GA-AB350-GAMING-3-rev-10

moduly DDR4. Na schématu vidíme (vlevo od slotů PCIe) čip GbE LAN od Realteku, z toho hned poznáme, že ethernetový port vyvedený ven komunikuje rychlostí 1 Gb/s.

Všimněte si označení slotů PCIe (viz obrázek vpravo). Z toho, jak jsou pojmenovány, můžeme rovnou usoudit, kolik mají aktivních linek (což si můžeme později potvrdit v tabulce „Product Specification“ v části *Expansion slots*):

- slot označený `PCIEX16` (nejblíže procesoru) je plnohodnotný (všech 16 linek je aktivních, navíc ve verzi 3.0 (ostatní pouze verze 2.0), tam patří grafická karta,
- slot označený jako `PCIEX4` (zdánlivě typu ×16) má aktivní pouze 4 linky, a to jen tehdy, když nejsou „ukradeny“ některým jiným slotem (odtud se berou linky, pokud se používají sloty `PCIEX1_2` nebo `PCIEX1_3`, takže linky jsou sdílené více sloty),
- slot `PCIEX1_3` taky vypadá jako ×16, ale má aktivní jen jednu linku, ostatní vypadají i jsou typu ×1.



Obrázek 2.6: Označení slotů PCIe

Na desce máme i slot M.2, v tabulce se specifikacemi je ukázkově podrobně napsáno, s jakými kartami je kompatibilní. Ve specifikacích je taky popsáno, kam je vyvedena která verze USB (včetně USB 3.1 Gen2).

Následuje popis instalace procesoru a pamětí (včetně způsobu využití vícekanálového paměťového řadiče) a dalších součástí. Protože je na desce slot M.2, potřebujeme vědět, které konkrétní porty budou nepoužitelné, pokud ho obsadíme třeba zařízením SSD. Tuto informaci najdeme na straně 15.

Úkol

Projděte si manuál výše uvedené základní desky. Prozkoumejte veškeré parametry – použitelné paměťové moduly, počty linek v PCIe slotech, sdílení komunikačních linek, atd.

Příklad

Přejděme k desce ASUS Pro WS WRX80E-SAGE SE WIFI. Má (momentálně) nejnovější patici sWRX8 pro high-end počítače (patří do ní procesory Threadripper novějších verzí) a rozhodně není levná.

Manuál se dá opět najít s asistencí Googlu a zejména stránek výrobce, tedy asus.com. Samotná základní deska vypadá poněkud stroze. Patice sWRX8 je (stejně jako její předchůdci sTRX4 a TR4) typu LGA, ale na rozdíl od LGA patic u Intelu se do těchto procesor musí přišroubovat – odšroubuje se kryt, vložíme procesor a pak kryt opět přiložíme a přišroubujeme. Kolem procesoru je celkem 8 paměťových slotů, po čtyřech na každé straně.

Na desce vyniká především řada slotů PCIe a na první pohled nevidíme žádný M.2 slot, v dokumentaci bychom však zjistili, že jsou tři, naskládané kolem jižního mostu (pozice jsou pod chladičem). Kdyby to náhodou nestačilo, existují SSD i do PCIe slotu nebo třeba karty do PCIe, do kterých se dá vložit SSD s rozhraním M.2. V přehledové tabulce se taky dozvíme, jaká další rozhraní a kterých verzí na desce jsou. Kupodivu tam nenajdeme nejnovější verzi řadiče USB, pouze USB 3.2 Gen2.

[3] Zdroj: https://www.alza.cz/asus-pro-ws-wrx80e-sage-se-wifi-d6383342.htm

Obrázek 2.7: Základní deska ASUS Pro WS WRX80E-SAGE SE WIFI s paticí sWRX8[3]

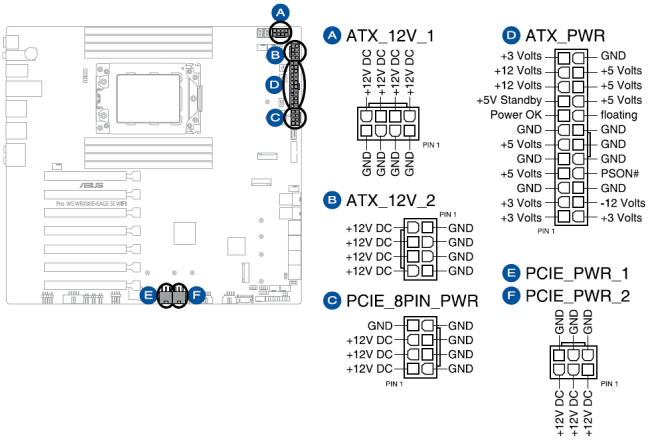
Recommended VGA configuration

Slot	Description	3-Way	4-Way
1.	PCIe 4.0/3.0 x16_1	x16	x16
2.	PCIe 4.0/3.0 x16_2	-	-
3.	PCIe 4.0/3.0 x16_3	x16	x16
4.	PCIe 4.0/3.0 x16_4	-	-
5.	PCIe 4.0/3.0 x16_5	x16	x16
6.	PCIe 4.0/3.0 x16_6	-	-
7.	PCIe 4.0/3.0 x16_7	-	x16

Obrázek 2.8: Různé konfigurace grafických karet v PCIe slotech

Na obrázku 2.8 je tabulka z manuálu, na které výrobce vyznačil doporučené konfigurace (resp. umístění) grafických karet. Máme k dispozici 7 PCIe slotů, všechny s 16 linkami pro každý směr (verze 4.0), ale jsou celkem blízko u sebe, tedy je rozhodně nemůžeme použít všechny. Doporučuje se využít vždy co druhý slot, ostatně jinou možnost bychom zřejmě ani neměli, protože výkonnější grafické karty mívají celkem široké chladiče a jednoduše by se jich víc nevešlo. Tabulka tedy ukazuje dvě situace – buď použijeme tři karty, nebo čtyři. Samozřejmě lze sloty využít i pro jiné druhy karet, přičemž síťové, zvukové, RAID či jiné nebývají tak prostorově náročné.

Deska je poměrně energeticky náročná, především proto, že se počítá s větším množstvím energeticky hladových komponent. Kromě 24pinového ATX konektoru musíme ze zdroje vést alespoň tři 8pinové napájecí konektory (z toho jeden pro dodatečné napájení PCIe slotů), volitelně také můžeme přidat dva 6pinové konektory pro další přídavné napájení PCIe slotů. Jsme důrazně upozorněni, že v případě osazení více grafickými kartami bychom měli použít zdroj o výkonu alespoň 1500 W.



Obrázek 2.9: Napájení základní desky

V dokumentaci si můžeme všimnout ještě jedné odlišnosti od předchozích manuálů – postup instalace jednotlivých komponent není na začátku, ale až v druhé kapitole.

Úkoly

1. Projděte si manuál výše uvedené desky. Najděte část o M.2 slotech (strana 1-10) a ověřte si, co se do těchto slotů dá vsunout. Pokud nevíte, co u jednotlivých slotů znamenají řady čísel, nalistujte si sekci o SSD v těchto skriptech – například číslo 22110 znamená rozměr (form factor) 22 mm × 110 mm, což je běžný rozměr pro současná M.2 SSD. Všimněte si, že nějaké to sdílení linek se zde přece jen najde, a to s rozhraním U.2, což většinu uživatelů určitě nebude pálit.
2. Zjistěte v dokumentaci, k čemu slouží tlačítko Flexkey a jak lze změnit jeho funkci.
3. V manuálu si prolistujte druhou kapitolu o instalaci komponent. Všimněte si, jak se instaluje procesor do socketu sWRX8, a také si projděte postup, kterým se dá dostat k M.2 slotům (odmontování krytu s pasivem).
4. V některém internetovém obchodě zkontrolujte, s jakými procesorovými paticemi se dnes běžně prodávají základní desky. Všimněte si také počtu dostupných základních desek s konkrétní paticí – na to má vliv samozřejmě nejen generace, ale i určení (high-endové základní desky nebývají dostupné v takové šíři variant jako ty „běžné“.

2.2 Čipset

O čipsetu (čipové sadě) víme, že je hlavním komunikačním centrem na základní desce (jakousi ústřednou). Zatímco u malých mobilních zařízení (tablet, smartphone), embedded zařízení apod. je typicky čipset a procesor dohromady v jednom čipu, u běžných počítačů (desktop, notebook) a serverů je v naprosté většině případů nejen procesor zvlášť, ale taky máme samotný čipset rozdělený na dvě části – severní a jižní most, přičemž jižní most (I/O Controller Hub) je v samostatném čipu a severní most je buď celý nebo z části přidružen do čipu procesoru.

Proč je čipset důležitý? Protože právě v něm jsou integrovány řadiče různých rozhraní (u kterých je důležitá verze a další parametry) a vede přes něj většina sběrnic.

Čipset vždy souvisí s konkrétním typem procesoru, včetně jeho generace, protože právě s procesorem komunikuje nejvíc (musí s ním být kompatibilní) a obvykle alespoň část čipsetu dokonce bývá v procesoru integrovaná. Takže existují různé čipsety pro procesory různých výrobců, liší se pro různé generace/rodiny a také jsou odlišné pro výkonnější a méně výkonné procesory. Jiné čipsety jsou také pro mobilní zařízení.

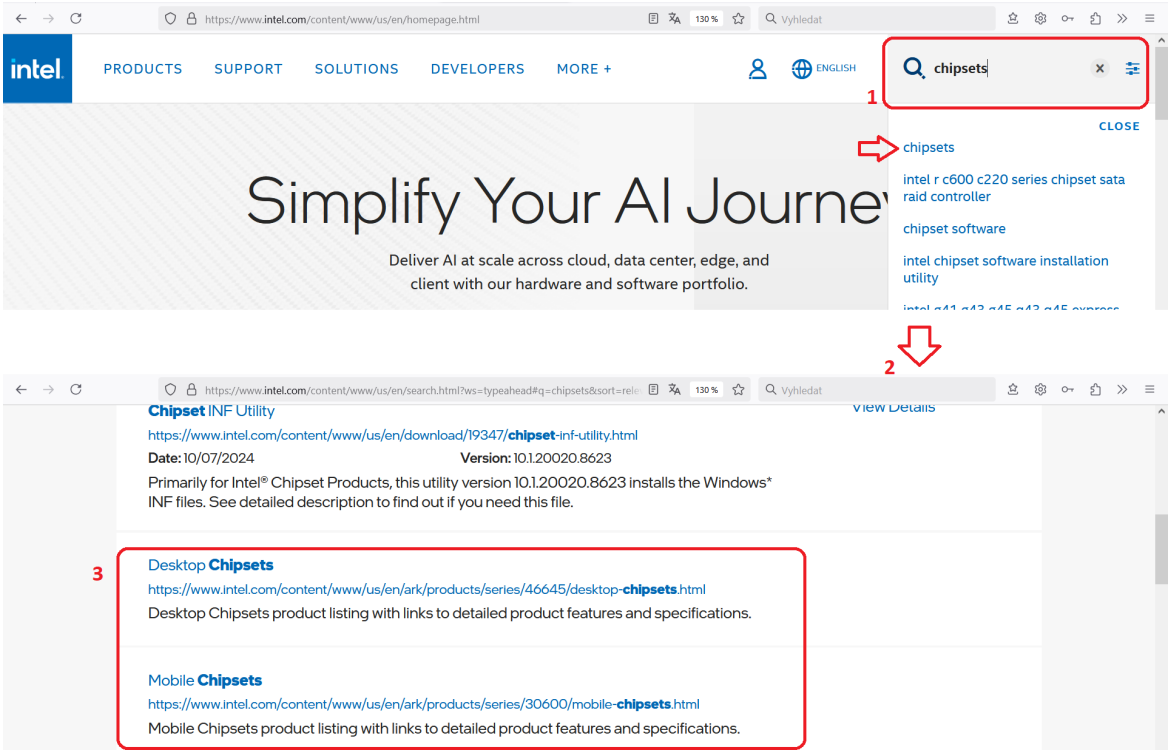
Podle toho, v jakých čipech se čipset nachází, tedy rozlišujeme:

- Koncept severního a jižního mostu: čipsety rozdělené do dvou částí – severního a jižního mostu,
  - obě části jsou v samostatných čipech na základní desce (u novějších desek se tento koncept už nepoužívá),
  - jižní most je v samostatném čipu, část severního mostu také (tj. dva samostatné čipy), ale zbývající část severního mostu (obvykle paměťový řadič) je integrovaná v procesoru,
  - jižní most je v samostatném čipu, ale severní most je celý integrovaný v procesoru.
- Koncept One chip design: celý čipset je v jediném (samostatném) čipu na základní desce.
- Koncept SoC (System on Chip): čipset a procesor jsou ve společném čipu (tento koncept může být brán jako speciální případ předchozího).

Samozřejmě nekupujeme čipset zvlášť, ale vždy se základní deskou, ovšem při výběru základní desky bychom se měli starat i o to, jaký čipset na ní najdeme.

2.2.1 Čipsety spolupracující s procesory Intel

Co se Intelu týče, většinou přijde s novými čipsety při změně architektury procesorů (zároveň se změnou patice), někdy i při jiném kroku kroku vývoje, a to i tehdy, když se samotná patice nemění. Takže když párujeme procesor se základní deskou, měli bychom dávat pozor i na toto. V manuálu základní desky obvykle bývá popsáno, pro které procesory je určena, popřípadě je dobré se podívat na web výrobce základní desky, kde jsou aktuální informace.



Obrázek 2.10: Porovnání čipsetů na https://intel.com – cesta k seznamům desktopových a mobilních čipsetů

Příklad

Na obrázku 2.10 je naznačeno, jak se dostat k informacím o čipsetech pro základní desky s paticí Intel. Přímá cesta není, musíme použít vyhledávání.

Po vybrání desktopových nebo mobilních čipsetů se dostaneme k tabulce se seznamem, ze které pak přejdeme na konkrétní čipsety. Ve skutečnosti se jedná o jižní mosty, počítá se s existencí severního mostu v procesoru.

Úkol

Na webu https://intel.com si podle návodu najděte čipsety. Podívejte se na nejnovější, několik jich vyberte do srovnání a porovnejte jejich vlastnosti. Všimněte si například rozdílů v podporovaných verzích USB, PCIe, možnostech přetaktování, atd. Jakou energetickou spotřebu mají vybrané čipy?

Ze srovnání můžeme vypozorovat, že čím větší je číslo v označení čipsetu, tím lepší výbava. Jak je to tedy s označením?

Příklad

Vezměme si například čipsety H810, B860, Q870, W880 a Z890. Všechny mají za písmenem číslici 8, to je generace. Samotné písmeno určuje segment, pro který je čipset určen:

- Čipsety začínající písmenem „H“ jsou pro běžné použití, levné, hůře vybavené. Například H810 nabízí jen 8 PCIe linek, ostatní čipsety jich mají více. Taktéž USB linek je méně. Nepodporuje přetaktování, takže i kdybychom použili procesor a paměti, které se dají přetaktovat, zde bude „překážka“, protože jen přes jižní most se dá dostat do BIOSu (UEFI).
- Písmeno „B“ značí čipsety pro menší firmy – obsahuje funkce pro podporu správy zařízení v menších firemních sítích (Intel Small Business Advantage), například zálohování a obnovování bez spolupráce operačního systému, blokování USB portů, monitorování a další. Výbava bývá o něco lepší než u čipsetů typu H, střední třída.
- Čipsety začínající písmenem „Z“ jsou obecně výše dimenzované a jsou určeny pro výkonné sestavy (například umožňují snadnější přetaktovávání různých komponent relativně nezávisle na jiných komponentách, mají vybavenější BIOS/UEFI). Vybraný Z890 například podporuje 24 PCIe linek (jen je otázka, kolik z nich využije výrobce základní desky a navede je do PCIe slotů, M.2 slotů atd.).
- V čipsetech začínajících písmenem „Q“ najdeme totéž a kromě toho i funkce pro vzdálenou správu ve větších firemních sítích (Intel Standard Manageability).
- Čipsety začínající písmenem „W“ jsou svými vlastnostmi někde mezi dvěma předchozími typy. Obsahují jak funkce pro vzdálenou správu, tak i pokročilé možnosti přetaktování.

Příklad

V tabulce 2.1 na straně 32 je několik ukázkových čipsetů řady 600.

První tři čipsety z tabulky jsou z prvního kvartálu roku 2022, čipset Z690 je trochu starší – ze čtvrtého kvartálu 2021. Všechny mají TDP 6 W a jsou určeny do základních desek pro desktopové počítače. Jsou sice stejné verze (tedy řada 600), ale každý z nich má jiné písmeno – jejich význam odpovídá tomu, co jsme viděli v předchozím příkladu.

Čipsety jsou seřazeny podle vybavenosti, a vlastně i ceny. Ten nejlevnější, H610, nemá plnohodnotné USB porty verze 3.2, nicméně výrobce základní desky může na desku přidat čip s řadičem pro tuto verzi. Tento čipset taky nemá integrovaný RAID řadič, u levnějších základních desek se s ním stejně většinou ani nepočítá.

Úkol

Na stránce https://intel.com najděte a projděte si momentálně dostupné čipsety pro základní desky s nejnovějšími intelovskými paticemi. Několik si přidejte do srovnání a porovnejte je.

	H610	B660	Q670	Z690
Počet podporovaných obrazovek	3	4		
Verze DMI a počet linek	4.0, 4 linky		4.0, 8 linek	
Verze PCIe	3.0	3.0, 4.0		
Max. počet linek PCIe	12	14	24	28
Max. USB portů	10	12	14	
Portů USB 3.2 Gen 2×2	–	až 2	až 4	až 4
Portů USB 3.2 Gen 2×1, tedy 3.1	až 2	až 4	až 8	až 10
Portů USB 3.2 Gen 1×1, tedy 3.0	až 4	až 6	až 10	až 10
Portů USB 2.0	10	12	14	14
Max. portů SATA III (6 Gb/s)	4		8	
Řadič RAID	–	0, 15, 10 SATA	0, 15, 10 PCIe/SATA	
Řadič sítě	integrovaný LAN Ethernet, integrovaný Wi-fi 6E			

Tabulka 2.1: Srovnání několika čipsetů od Intelu, generace 600

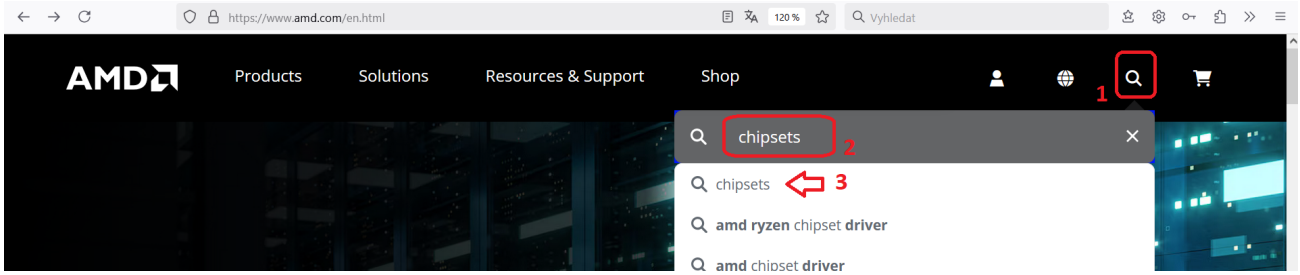
2.2.2 Čipsety spolupracující s procesory AMD

Základní desky pro procesory AMD se od těch intelovských samozřejmě liší nejen paticí, ale také čipsetem. Podobně jako u Intelu, i u AMD existují čipsety lišící se jak kompatibilitou s určitou paticí (procesorem), tak i výbavou a výkonem.

V současné době se na základních deskách pro procesory AMD setkáváme s paticemi AM4, AM5 a pak některou paticí pro high-endové procesory, například sTRX4 nebo sWRX8.

Příklad

Nejdřív se podíváme, kde vlastně můžeme získat informace o jednotlivých čipsetech. Prvním zdrojem informací je stránka https://amd.com, kde je třeba ve vyhledávání zadat klíčové slovo chipsets. Postup ukazuje obrázek 2.11.



Obrázek 2.11: Cesta k čipsetům na https://amd.com

Nejdřív si ujasníme, která patice na základní desce má být. V případě high-end segmentu je pro každou patici jen jeden čipset, ale pro běžné patice (AM4, AM5) existuje čipsetů celá řada. Přes marketingové informace se postupně probojujeme k tabulce se srovnáním parametrů jednotlivých čipsetů.

Paradoxně se víc informací dozvíme třeba na Wikipedii (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_chipsets).

Úkol

Na webu https://amd.com najděte čipsety podle výše uvedeného návodu. Nejdřív zvolte čipset pro některou high-endovou patici, pak si prohlédněte parametry čipsetů pro patice AM4 a AM5.

Příklad

Srovnáme čipsety komunikující s high-end procesory Threadripper s čipsety pro patici AM4.

	WRX80	TRX40	X399	X570	B550	A520
pro patici:	sWRX8	sTRX4	TR4	AM4		
Počet linek PCIe 4.0	152	88	–	36	20	–
Počet linek PCIe 3.0	–		66	–	10	26
Počet linek PCIe 2.0	–		8	–	–	–
Portů USB 3.1	12		2	12	6	5
Portů USB 3.0	–		14	–	2	
Portů USB 2.0	4		6	4	6	
Portů SATA	20		12	14	8	4
Portů NVMe	2 ×4		–	–		
Řadič RAID SATA	ano: 0, 1, 10			ano: 0, 1, 10		
Řadič RAID NVMe	ano			?		
Pokročilé přetaktování	ano			ano		ne

Tabulka 2.2: Vybrané čipsety od AMD

Hodnoty počtu PCIe linek se zdají úctyhodné, ale pozor – do uvedeného čísla se započítávají naprosto všechny linky: nejen ty vedoucí do PCIe slotů, ale ke grafice, do M.2 slotů, mezi procesorem a jižním mostem (sběrnice DMI je totiž ve skutečnosti sběrnicí PCIe a taky využívá určitý počet PCIe linek).

Patice sWRX8 je určena do profesionálních pracovních stanic a tomu odpovídá výbava. Počítá se s větším množstvím PCIe slotů. Dobře vybavené jsou také další čipsety komunikující s procesory Threadripper (sTRX4 a jeho předchůdce TR4), na nich je ovšem znát rozdíl mezi generacemi (zejména ve verzích obsažených řadičů).

Čipsety páté generace pro patici AM4 se liší také celkem dost, rozdíl také bude v ceně základních desek s těmito čipsety. Zlatým středem je čipset B550, který je při ucházející ceně základních desek vcelku dobře vybavený. Uvedený počet PCIe linek není finální, z procesoru pravděpodobně povedou i další.

Úkol

Na stránce s čipsety pro patici AM4 (a pak AM5) si vyberte některý čipset. Pravděpodobně někde na konci bude tabulka kompatibility s konkrétními procesory. Všimněte si, že některé pro AM4 jsou sice kompatibilní, ale až po upgradu BIOSu/UEFI.

2.3 Procesor

2.3.1 Základní rozdělení procesorů

V praxi se můžeme setkat s procesory těchto výrobců/značek:

- *Intel* – pro běžné desktopy, notebooky, netbooky, HTPC, případně některé tablety (velmi málo),
- *AMD* – hlavní konkurent Intelu, jeho procesory jsou s intelovskými kompatibilní (co se týče instrukčních sad) a mají stejný způsobe využití,
- *VIA* – svého času tyto procesory taky konkurovaly Intelu, dnes se jen velmi zřídka setkáme s procesory VIA Nano pro netbooky nebo s procesory pro speciální účely; taky vyrábí čipsety, paměťové moduly a další čipy,
- *ARM* – tyto procesory ve skutečnosti vyrábějí jiní výrobci v licenci, například Apple, Nvidia (procesory Tegra), Marvell, Texas Instruments, Samsung (Exynos), Transmeta, atd.; používají instrukční sady typu RISC a setkáváme se s nimi v malých mobilních zařízeních, síťových zařízeních, embedded apod.,
- *IBM* a další výrobci (procesory pro servery a specializované použití).

Platforma Raspberry Pi používá v současné době procesory ARM vyráběné společností Broadcom. Naproti tomu platforma Arduino stojí na MCU (microcontroller) ATMega, které mají architekturu RISC, nicméně nejsou považovány za plnohodnotné CPU.

Některé procesory jsou navzájem kompatibilní na úrovni instrukčních sad, jiné ne. To závisí na jejich hardwarové architektuře. Nejběžnější hardwarové architektury jsou:

- x86 – 32bitová architektura starších procesorů Intel a AMD
- x64 (jiná označení jsou amd64 nebo x86-64) – 64bitová architektura novějších procesorů Intel a AMD,
- ARM – používá se v procesorech typu ARM, je optimalizovaná pro zařízení s nízkým odběrem, ale existují i další RISC architektury (známá je například RISC-V),
- ia-64 – staré intelovské procesory pro velké servery (Intel Itanium), s těmi se už pravděpodobně nestkáme, snad kromě velmi starých procesorů,
- Sun SPARC, MIPS, ... – další serverové architektury jiných výrobců.

2.3.2 Patice

Každý procesor patří do konkrétní patice (socketu). S paticemi jsme se setkali v předchozích sekcích o základních deskách a čipsetech, a také v jiném předmětu. Je jasné, že pokud se pokusíme zasunout procesor do patice, která pro něj není určena, v lepším případě se nám to nepodaří, v horším případě poškodíme procesor nebo patici, nebo obojí.

Intel používá u desktopů víc druhů patic, všechny typu LGA. Za touto zkratkou bývá číslo určující počet pinů. Obecně platí, že novější patice mají více pinů, a také patice určené pro high-end procesory mají více pinů než patice pro běžné procesory.

U nových základních desek se dnes setkáváme zejména s paticemi LGA 1200 a LGA 1700 (mainstream) a LGA 1851 (high-end), popřípadě starší LGA 1151 (mainstream).

Patici LGA 1200 najdeme na deskách s čipsety x4xx a x5xx (tj. například Z490, H470 apod.), a kombinace s konkrétním čipsetem má taky vliv na to, jak lze přetaktovávat. Intel se totiž rozhodl, že

od této patice dále bude možné jakkoliv přetaktovávat procesor, paměti, grafiku (včetně například změny XMP profilu u pamětí) pouze tehdy, když je na základní desce čipset s písmenem „Z“, v tomto případě Z490. S jiným čipsetem je přetaktování čehokoliv zakázáno, i kdybychom měli procesor s odemčeným násobičem. Další nevýhodou Comet Lake je, že je to vpodstatě vylepšení (hlavně co se týče počtu jader) předchozích procesorů Skylake, včetně podpory pouze starší verze PCIe 3.0 a dalších.

Ještě novější ve stejném segmentu je patice LGA 1700 pro základní desky s čipsety řady 600. Jak označení napovídá, má 1700 pinů, přičemž rozměrově je na tom podobně jako předchůdci (jen trochu větší). Což znamená, že piny jsou mnohem menší, aby se na dané místo vůbec vešly. S tím souvisí nutnost opatrné manipulace s paticí: pokud v patici zrovna není procesor, pak má být rozhodně nasazen kryt, a při osazování procesoru či krytu musí být člověk velmi opatrný.

Poznámka:

U Intelu vládne nekompatibilita mezi paticemi. Procesor určený do jedné patice nebude použitelný v jiné patici. Dokonce může být důležitá i revize – pokud například máme o něco starší základní desku a chceme vyměnit procesor za sice fyzicky patřící do téže patice, ale vyrobený třeba o rok později, můžeme se setkat dokonce až s odmítnutím (nebo nestabilním během).

To se dá řešit jedině tak, že ještě před výměnou procesoru (tj. se starším procesorem) provedeme upgrade firmwaru základní desky, čímž velmi pravděpodobně přidáme podporu novějších procesorů určených pro tutéž patici, a až pak vyměníme procesor.

U základních desek pro běžné procesory AMD se setkáváme buď se starší paticí AM4 typu PGA (resp. μPGA) s upínacím mechanismem ZIF, nebo s novější paticí AM5 typu LGA.

Základní desky pro high-end procesory AMD Threadripper jsou opatřeny buď starší sTRX4, nebo novější sWRX8, postupně se objevují komponenty s paticí TR5 (v době psaní tohoto odstavce ještě o této patici nebyly informace na webu AMD).

Podobně jako u Intelu, i zde je třeba zkontrolovat kompatibilitu patice a procesoru, což už bylo zmíněno u čipsetů.

Úkol

Najděte v některém internetovém obchodě jakékoliv základní desky s paticemi, které byly výše uvedeny. Srovnejte parametry a ceny.

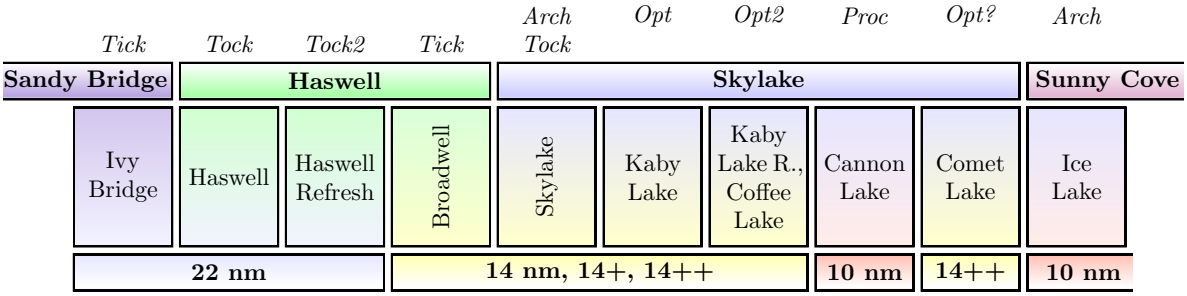
Další informace:

- https://www.svethardware.cz/prehled-desktopovych-procesoru/22566-25
- http://www.10stripe.com/featured/cpu/index.php
- https://www.cpu-world.com/Sockets/index.html

2.3.3 Intelovské procesory

Intel vyrábí procesory, základní desky, čipsety, SSD, síťové karty a další produkty. Co se procesorů týče, víme, že dříve zachovával dvoufázový systém Tick-Tock (každý rok změnil buď výrobní proces nebo architekturu), ale postupně přešel na třífázový systém PAO (Process-Architecture-Optimization), kde oproti předchozímu systému přidává fázi optimalizace (nebo několik fází optimalizace v cyklu, když nestíhá).

Generace se u Intelu téměř výhradně mění zároveň s novou mikroarchitekturou. Na obrázku 2.12 vidíme přehled mikroarchitektur, přičemž na začátku roku 2017 přišla mikroarchitektura Kaby Lake (fáze Optimization), což je generace číslo 7 (procesory Core ix-7yyy), dále v roce 2017 jsme se dočkali Kaby Lake Refresh a Coffee Lake, obojí je 8. generace (Core ix-8yyy).



Obrázek 2.12: Systém PAO u procesorů Intel (stav do roku 2017, stav v roce 2020)

Jaké změny mohou být důsledkem přechodu do další fáze?

- Přechod na *nový výrobní proces* (což obvykle znamená zmenšení tranzistorů) – fáze Tick, resp. Process – mívá obvykle za důsledek snížení energetické náročnosti (sníží se spotřeba a také se může přejít na nižší napětí, což první účinek ještě zvýší), proto u těchto mikroarchitektur buď bývá typické nižší TDP než u předchozích, nebo sice stejné, ale při vyšších pracovních frekvencích.
- Přechod na *novou architekturu* – fáze Tock, resp. Architecture – často znamená přidání nových vlastností, instrukčních sad, vylepšení algoritmů používání cache pamětí, nové verze vnitřních sběrnic či jiných součástí procesoru. Důsledkem je samozřejmě rozšíření možností procesoru, ale vedlejším důsledkem může být také snížení energetické náročnosti nebo zvýšení pracovní frekvence či obecněji efektivity činnosti procesoru, když je optimálnější způsob komunikace mezi komponentami procesoru.
- Fáze *optimalizace* může mít různé důsledky, podle toho, co konkrétně je optimalizováno. U procesorů Kaby Lake (sedmá generace Core i) jde o optimalizaci výrobního procesu. Sice zůstává 14nm (přesněji je 14nm+), ale mění se rozmístění tranzistorů, zvětšují se mezery mezi nimi, proto je snazší tyto procesory uchladit, mohou při podobném TDP pracovat na vyšších frekvencích. V případě Kaby Lake Refresh a Coffee Lake jde o výrobní proces 14++, ještě více optimalizovaný...

Přechod na 10nm litografii dal Intelu hodně zabrat. mikroarchitektura Cannon Lake původně byla v plánu, ale nakonec (v druhém kvartálu roku 2018) se na trhu objevil jediný procesor – Core i3-8121U, což byl SoC procesor pro ultrabooky. Na webu Intelu je „ve vzduchoprázdnu“, dají se o něm zjistit informace jen přes vyhledávání.

Místo toho přišla rovnou nová architektura *Sunny Cove* a mikroarchitektura Ice Lake, kde procesory jsou vyráběny 10nm litografií, jak vidíme na obrázku 2.12. A aby továrny postavené na starší výrobní

proces nemusely být hned všechny přestavovány na novější, přišly zároveň na trh procesory patřící ještě do původní architektury Skylake a vyráběné starší 14nm litografií – Comet Lake, nicméně s některými novými vlastnostmi, například podporou Wi-fi 6 a Thunderbolt 3.

Začíná v tom být pěkný chaos, vlastně přestává být jasné, kdy se přechází k nové architektuře, kdy na nový výrobní proces a kdy se pouze optimalizuje.

Mikroarchitektur je ve skutečnosti ještě více. Například pro podobnou (ne úplně stejnou) architekturu a výrobní proces ještě máme například odlehčené mikroarchitektury (taky hovoříme o *typech jader*), například Braswell (obdoba Broadwellu), Apollo Lake (obdoba mikroarchitektury Skylake) a Gemini Lake (obdoba Kyby Lake) jsou mikroarchitektury SoC čipů určené pro slabší procesory typu Pentium Silver a Celeron. Gemini Lake používá architekturu Goldmont+, která je odvozena od Skylaku. Zároveň s Coffee Lake se objevila mikroarchitektura Whiskey Lake určená pro mobilní zařízení s velmi malou spotřebou, a mikroarchitektura Amber Lake, která je ještě úspornější. A to jsme se ještě moc nezdrželi u serverů...

Které vlastnosti nás mohou u intelovských procesorů zajímat:

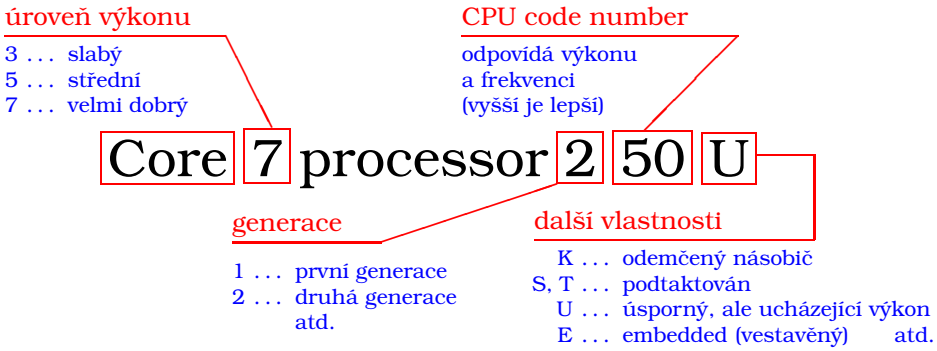
- generace a s tím související vlastnosti – výrobní proces apod.,
- patice, do které procesor patří,
- počet fyzických jader a případně podpora hyperthreadingu (který zdvojnásobuje počet logických jader – výpočetních vláken),
- základní pracovní frekvence (base frequency) a maximální frekvence (max turbo frequency), s čímž souvisí podpora a verze Turbo Boost a rychlost sběrnice (propustnost QPI, DMI apod.),
- hodnota TDP, u některých (slabších) procesorů je také uváděno SDP, které se více vztahuje k běžnému pracovnímu režimu procesoru,
- vlastnosti související s integrovaným paměťovým řadičem – podporovaný typ, frekvence a případně provozní napěti pamětí, maximální podporované množství paměti, zda je řadič dvou- či vícekanálový,
- pokud je integrované grafické jádro, pak jeho vlastnosti,
- pokud je v procesoru integrován celý severní most, pak by nás měly zajímat vlastnosti integrovaného řadiče PCIe linek pro grafiku (verze, počet linek, možné konfigurace),
- podporované instrukční sady, především multimediální (například AVX 2.0) a šifrovací (AES),
- další vlastnosti – rozsah hardwarové podpory virtualizace, bezpečnostní funkce, monitorovací funkce apod.).

U procesorů se dají vysledovat dva základní proudy:

- high-end procesory s vysokým výkonem, které většinou nemají integrované grafické jádro, mají obecně vyšší počet jader, množství cache paměti, podporu pokročilejších funkcí, a taky jsou výrazně dražší (i desítky tisíc korun), můžeme se setkat s označením HEDT (High-End DeskTop),
- mainstream a low-end procesory, které většinou mají integrované grafické jádro a obecně jsou méně vybavené (tento segment je však v tomto směru hodně různorodý).

Podle platformy dělíme procesory na desktopové, notebookové (mobilní), embedded a serverové.

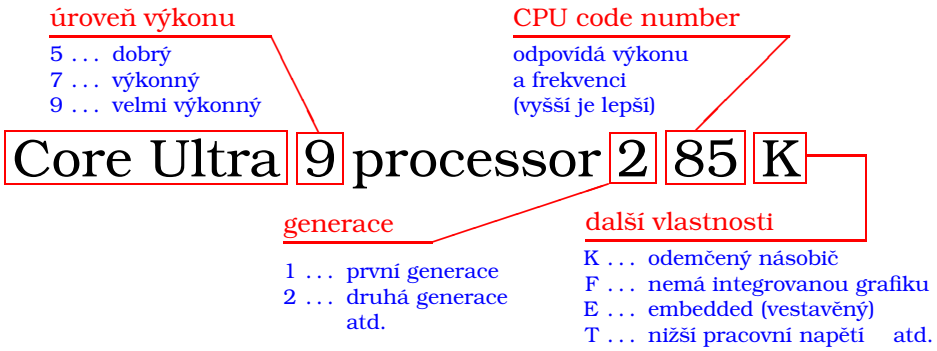
Intel Core je hlavní produktová řada intelovských procesorů pro desktopy a notebooky. Procesory z této řady patří většinou do mainstreamu, ale najdeme tam i pár výkonnějších procesorů (ne přímo high-end, ale výkon je velmi dobrý), a naopak i levnější procesory s nižším výkonem. Rozlišuje se několik úrovní výkonu: 3, 5 a 7, přičemž 3 je nejnižší.



Obrázek 2.13: Značení procesorů Intel Core

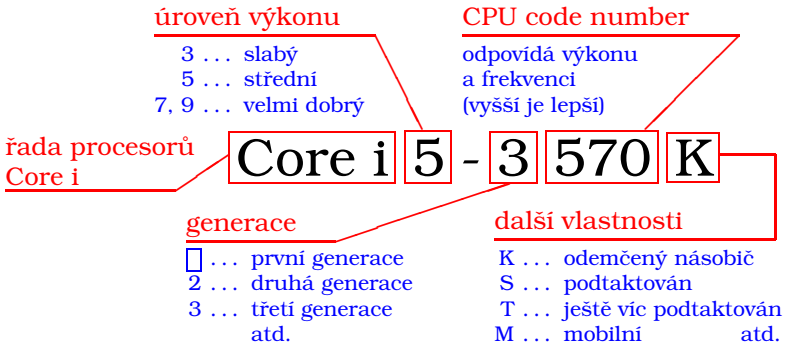
Způsob značení vidíme na obrázku 2.13. Součástí značení je základní úroveň výkonu, která je upřesněna dvojčíslím za generací. Označení generace je důležité – obvykle souvisí s konkrétním výrobním procesem a architekturou. Na konci může být jedno nebo několik písmen upřesňujících využití a parametry procesoru.

Intel Core Ultra jsou high-endové procesory s (v průměru) vyšším výkonem. Značení je podobné jako u Intel Core, jak ukazuje obrázek 2.14.



Obrázek 2.14: Značení procesorů Intel Core Ultra

Intel Core i je starší obdoba řady Intel Core, ovšem procesory z této řady ještě pořád najdeme na trhu. Poslední vyráběná generace je 14. Na obrázku 2.15 je schéma popisující označení procesorů Intel řady Core i. Některé procesory Core i z generací 10. a novějších používají trochu jiné značení, ve kterém je část CPU code number pouze dvouciferná (podobně jako u Core a Core Ultra).



Obrázek 2.15: Značení většiny procesorů Intel Core i

Intel Xeon jsou (většinou) serverové procesory. Existují i Xeony se 4 jádry, ale většina má několik desítek jader (i více než 100) a velké množství cache paměti. Taktovací frekvence může být různá, většinou spíše vyšší. TDP bývá obvykle několik stovek Wattů. Názvosloví se podobá Intel Core, včetně přídavných písmen, jen číslo generace je trochu jiné.

Písmena v značení procesorů. Zaměřme se na písmena na konci značení. Každé písmeno má svůj význam, například:

- K (unlocked) – odemčený násobič, tj. snadnější přetaktování,
- H – mobilní s výkonnějším grafickým jádrem,
- F – nemá integrovanou grafiku, musíme koupit dedikovanou,
- S, T, P – procesory se sníženým výkonem (nižší napětí a/nebo frekvence) za účelem snížení spotřeby,
- Y – velmi snížená spotřeba, nízký výkon,
- U (ultra-low voltage, ULV) – velmi snížená spotřeba (nízká frekvence a nízké provozní napětí), ale na výkon to nemá až tak destruktivní vliv (procesory pro ultrabooky), typicky jsou tyto procesory vybaveny větším množstvím cache,
- L – do patice typu LGA, třebaže jde o mobilní nebo embedded procesor.

Ale pozor, význam písmen se s generacemi trochu mění.

Může být i kombinace těchto písmen, zejména u mobilních procesorů, například HK je odemčený mobilní procesor s výkonnou grafikou.

Další informace:

Aktuální význam „písmen“ u procesorů různých generací najdeme na https://www.intel.com/content/www/us/en/processors/processor-numbers.html.

K informacím o procesorech se sice primárně dostaneme přes https://www.intel.com a pak použijeme menu, ale zatím existuje i původní web, jen nefunguje jeho dřívější adresa. Dá se na něj dostat přes adresu https://www.intel.com/content/www/us/en/ark.htm.

Paralelně s hlavními mikroarchitekturami Intel vyvíjí i jejich odlehčené varianty, například Braswell (odvozený od Broadwellu) Apollo Lake (jako Skylake), dále Gemini Lake (paralelně ke Kaby Lake). Původně byly tyto odlehčené architektury určeny především pro Atomy, dnes je najdeme i v mnohých Pentiích a Celeronech.

Intel nabízí kromě procesorů Core a Core i další řady, které buď patří ke stejné mikroarchitektuře, nebo jejich mikroarchitektura je z té „hlavní“ odvozena. Další řady:

- Intel Pentium: v průměru o něco slabší než Core i3, úsporné procesory pro domácnost a kancelář, rozlišují se dvě řady – Gold (trochu lepší, stejná mikroarchitektura jako Core i) a Silver (trochu horší, odlehčená mikroarchitektura),
- Intel Celeron: ještě o něco méně vybavené než Pentia, pro nenáročné použití jako například v kanceláři,
- Intel Atom: kompaktní procesory s velmi nízkou spotřebou, ale také velmi nízkým výkonem, ještě horším než Celerony, jsou zamýšleny například do embedded zařízení, zařízení Internetu věcí apod.

Pentia, Celerony a Atomy už Intel prakticky nevyrábí, nicméně ještě léta se s nimi budeme v různých zařízeních setkávat.

Další informace:

- Video pro litografii na 45nm: https://www.youtube.com/watch?v=Q5paWn7bFg4
- *Intel: The Making of a Chip with 22nm/3D Transistors.*
  video: https://www.youtube.com/watch?v=d9SWNLZvA8g

Úkol

Projděte si na stránce https://www.intel.com/ momentálně nejnovější generace procesorů od Intelu. Vyzkoušejte si srovnání procesorů a podívejte se také na výše uvedenou webovou stránku s popisem písmen přidávaných k označení procesorů.

Poznámka:

Pokud dostanete označení procesoru (plus informaci, zda je desktopový či mobilní), měli byste být schopni přímo z tohoto označení vytěžit maximum informací – generace, výkonnostní třída, případně význam přidaných písmen. Taky byste měli být schopni dohledat další informace o daném procesoru. Nezapomeňte, že na stránkách Intelu je také vyhledávací pole.

2.3.4 Procesory AMD

AMD vyrábí procesory, čipsety, grafické karty, paměťové moduly a další produkty. Základy známe ze zimního semestru, jen si pár pojmů připomeneme.

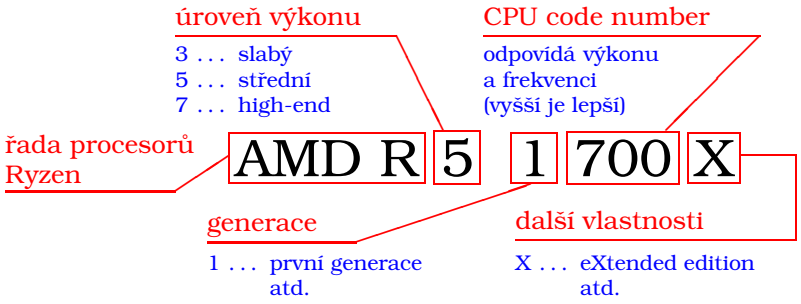
Momentálně se setkáváme především s procesory patřícími do rodiny Zen, do které patří jak první generace procesorů Zen (přišla roku 2017 s 14nm výrobním procesem), tak i její vylepšení Zen+ (12nm litografie), druhá generace Zen2 (z roku 2019, přechod na 7nm litografii) a další, v současné době (rok 2025) máme generaci Zen 5. Do této rodiny řadíme procesory Ryzen a Threadripper.

O architektuře těchto procesorů jsme se již dozvěděli v zimním semestru v předmětu Architektura počítačových systémů, zde se soustředíme na jejich vlastnosti.

U AMD momentálně existují tyto typy procesorů:

- AMD Ryzen – střední a nižší třída procesorů, většina uživatelů volí především tyto procesory. Navíc je v nich největší výběr, existuje nejvíc modelů.
- AMD Ryzen Threadripper – varianta určená pro high end, rozdíl je v patici a celkové výbavě.
- Epyc – procesory pro servery (původně Opteron, nově Epyc), Epyc také patří do rodiny Zen.

Také se v různých zařízeních můžeme setkat s procesory řady AMD A-Series a AMD Athlon, což jsou spíše slabší a levnější procesory pro domácnost a kancelář. Ovšem přímo v nabídce obchodů už je dnes moc nevidíme, podobně jako v případě Intelu procesory Pentium, Celeron a Atom. Jak je vidět, jak Intel, tak i AMD optimalizují své produktové řady.



Obrázek 2.16: Značení procesorů AMD Ryzen

AMD Ryzen jsou procesory vyráběné od roku 2017, rodina Zen a její pokračovatelé. Některé mají integrované grafické jádro, zvláště pokud se jedná o notebookové procesory, přičemž grafické jádro hlavně v dražších variantách je poměrně kvalitní. AMD zde využívá toho, že před lety proběhla akvizice se společností ATI vyrábějící velmi dobré grafické karty. AMD je od té doby jedním ze dvou (skoro tří) největších světových výrobců grafických karet a svých zkušeností využívá i při vývoji grafických jader procesorů.

Existuje zde podobné škálování podle výkonu jako v případě Core i u Intelu, rozlišují se čtyři výkonnostní třídy – R9, R7, R5 a R3. Vyšší číslo znamená vyšší výkon.

Desktopové varianty patří do patice AM4 nebo AM5. Procesory, které mají přídomek „Pro“ (například AMD Ryzen 7 PRO 3700) nemají odemčený násobič – jsou určeny do firemní sféry, kde se s experimenty moc nepočítá, kdežto procesory bez tohoto přídomku mají obvykle odemčený násobič a lze je přetaktovávat i změnou hodnoty násobiče (pokud to ovšem dovolí BIOS/UEFI).

Na obrázku 2.16 je schéma popisující složení označení procesorů AMD Ryzen. Za písmenem „R“ je číslo 3, 5, 7 nebo 9 určující výkonnostní třídu procesoru (čím vyšší číslo, tím vyšší třída). Následuje generace (opět čím vyšší číslo, tím vyšší generace), další tři číslice odpovídají výkonnostní kategorii procesoru. Pak může (nemusí) následovat písmeno, případně víc písmen.

AMD Ryzen Threadripper je varianta Ryzenu pro high-endový segment (HEDT). S běžnými Ryzeny mají mnoho společného (architektura, výrobní proces, atd.), ale patří do jiné patice (TR4, sTRX4, sWRX8, sTR5), mají více jader, cache paměti, jsou výše taktovány, mají vyšší TDP, paměťový řadič je obvykle čtyřkanálový (oproti dvoukanálovému u běžných Ryzenů) a jsou dražší. Obvykle v nich nenajdeme integrovanou grafiku, tedy je nutné si pořídit dedikovanou grafickou kartu.

V jejich označení se nevyskytuje výkonová třída 3/5/7/9, pouze výkonnostní index, například: AMD Ryzen Threadripper 7980X, AMD Ryzen Threadripper PRO 7965WX.

Další informace:

Informace o procesorech AMD jsou primárně k nalezení na webu https://www.amd.com přes menu Products, ale také existuje velká tabulka srovnávající procesory různých typů, řad a generací. Těžko se k ní hledá cesta, ale najdeme ji na adrese https://www.amd.com/en/products/specifications/processors.html.

Video *AMD CPU Manufacturing* je k dispozici na https://www.youtube.com/watch?v=qLGAoGhoOhU.

Obecně k procesorům najdeme informace o jejich výkonu:

- *Tom's Hardware*: https://www.tomshardware.com/reviews/cpu-hierarchy,4312.html
- AnandTech CPU Benchmarks. URL: https://www.anandtech.com/bench/

Úkol

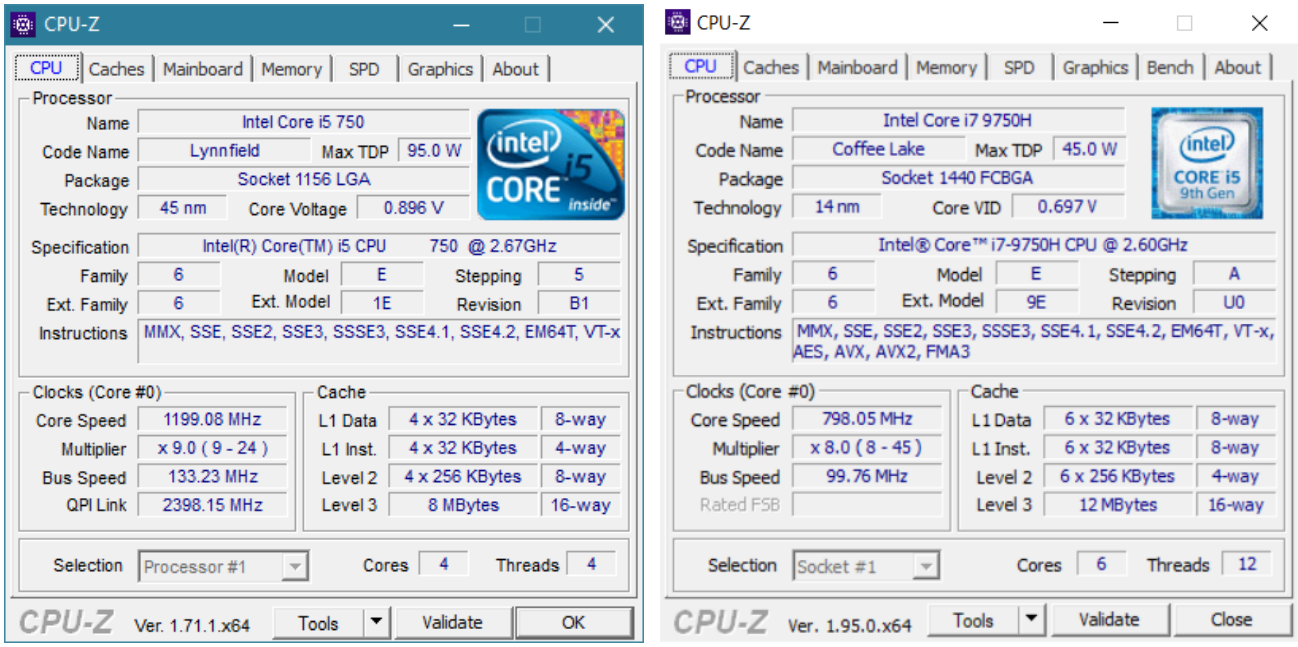
Na webu společnosti AMD si projděte různé typy procesorů. Najděte také výše zmíněnou webovou stránku s tabulkou procesorů a vyfiltrujte si procesory s nejnovějšími paticemi (posuvník pro posun vpravo najdete na spodním konci tabulky).

2.4 Testování a monitorování procesoru

2.4.1 Zjišťování parametrů procesoru

V první kapitole jsme se probrali několika nástroji pro (obecné) zjišťování parametrů hardwaru (například HWInfo nebo PCWizard), existují však i nástroje, které se zaměřují přímo na procesor.

CPU-Z je jedním z nejznámějších nástrojů pro zjištění parametrů procesoru (taky základní desky, paměti a grafiky) na běžícím systému. Prostředí CPU-Z obsahuje několik záložek – viz obrázek 2.17. Z nich tři se vztahují k procesoru: první (základní informace o procesoru), druhá (informace o procesorové cache) a šestá (informace o grafickém jádře) – pokud má procesor integrovanou grafiku.



Obrázek 2.17: CPUID CPU-Z – informace o procesoru

Na obrázku 2.17 si můžeme všimnout, že levý snímek je sice ve Windows 10, ale se starším procesorem (Intel Core i5 první generace), kdežto pravý snímek je ve Windows 7 s novějším procesorem (Intel Core i5 druhé generace). Na novějším procesoru je násobič nastaven na hodnotu 16, kdežto na tom starším na hodnotu 9. Takt jádra je určen vynásobením rychlosti sběrnice (bus speed) a hodnoty násobiče (multiplier).

Další informace:

https://www.cpuid.com/softwares/cpu-z.html

Úkol

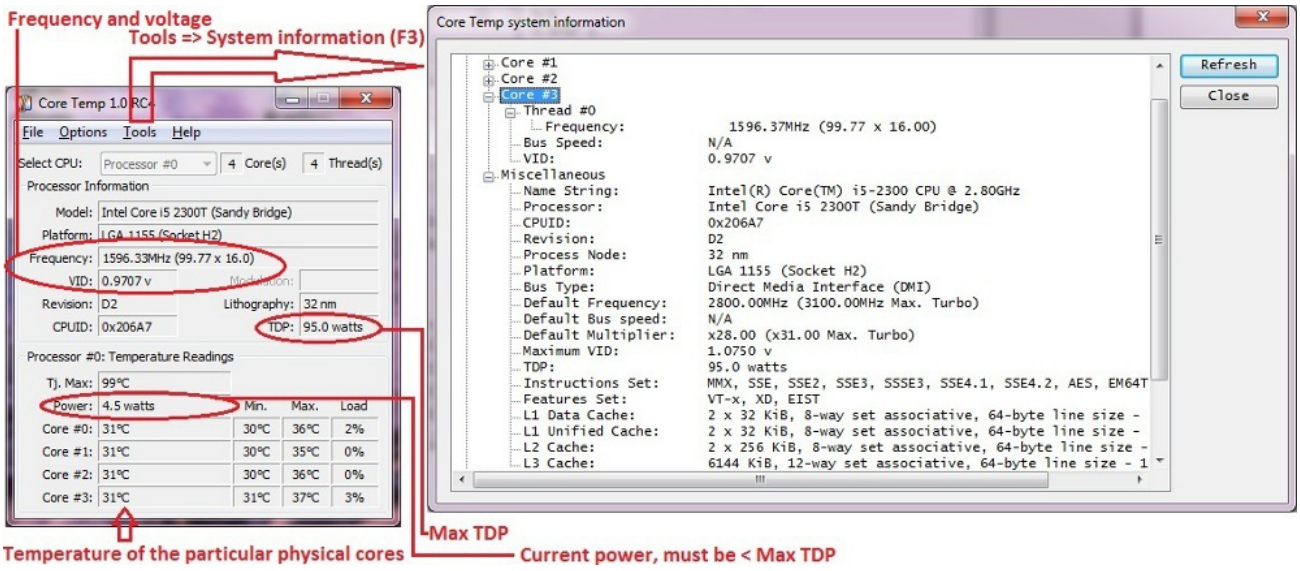
Zjistěte, zda existuje varianta CPU-Z pro vaši platformu. Pokud ano, vyzkoušejte tuto aplikaci na alespoň jednom procesoru. Najděte seznam podporovaných procesorů.

Core Temp je poněkud více specializovaný. Slouží k monitorování teploty jader procesoru a dalších vlastností. Rozhraní aplikace je velice jednoduché (jde opravdu hlavně o monitorování teploty jader procesoru), jak vidíme na obrázku 2.18, ale přes menu se dá dostat k pokročilejším možnostem.

Tento nástroj používáme také v případě, kdy na dotyčném stroji běží náročnější výpočty – pro kontrolu teplotní stability procesoru.

Další informace:

https://www.alcpu.com/CoreTemp/



Obrázek 2.18: Core Temp

Pro Core Temp existují i rozšiřující moduly (plug-iny). Například můžeme použít plug-in pro vzdálené monitorování, vytváření teplotních grafů, nebo si můžeme stáhnout gadgety pro Windows. Jednotlivé plug-iny se dají stáhnout na webu projektu.

Úkoly

1. Vyzkoušejte Core Temp. Pozor při instalaci, ať si omylem nenainstalujete nechtěné další aplikace!
2. Projděte si web projektu. Najděte seznam podporovaných procesorů, podívejte se na část „How does it work“ a „Add Ons“ (= plug-ins).

2.4.2 Benchmarky

Výkonnostní testy (benchmarky) se dají provádět i v nástroji PC Wizard, ovšem pro tento účel existují i specializované nástroje.

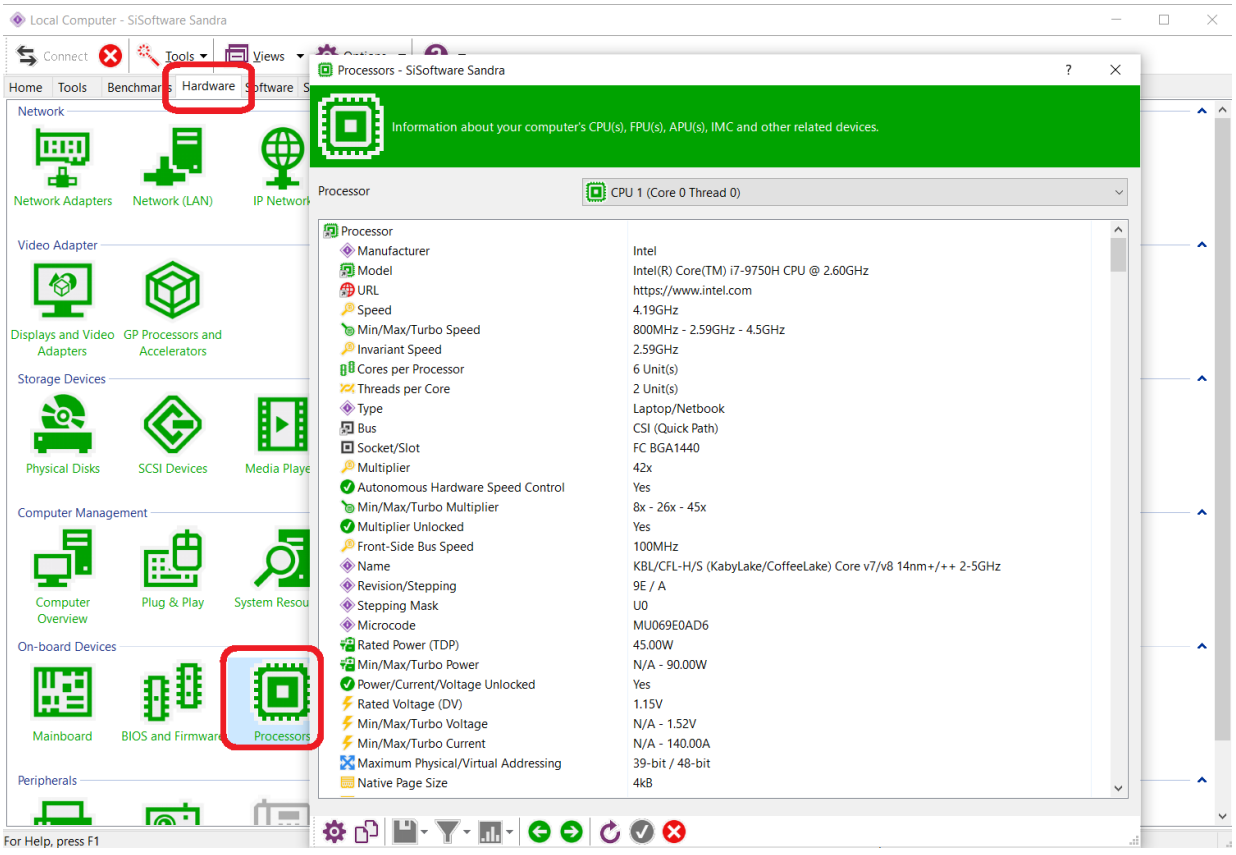
SiSoftware Sandra je nástroj pro diagnostiku a testování hardwaru. Má variantu volně ke stažení a dále placenou variantu s více nástroji.

Podobně jako v jiných podobných nástrojích, i zde (záložka *Hardware*) si můžeme projít informace o hardwaru, viz obrázek 2.19, stačí poklepat na konkrétní položku, která nás zajímá. Šedé položky jsou dostupné jen v placené verzi.

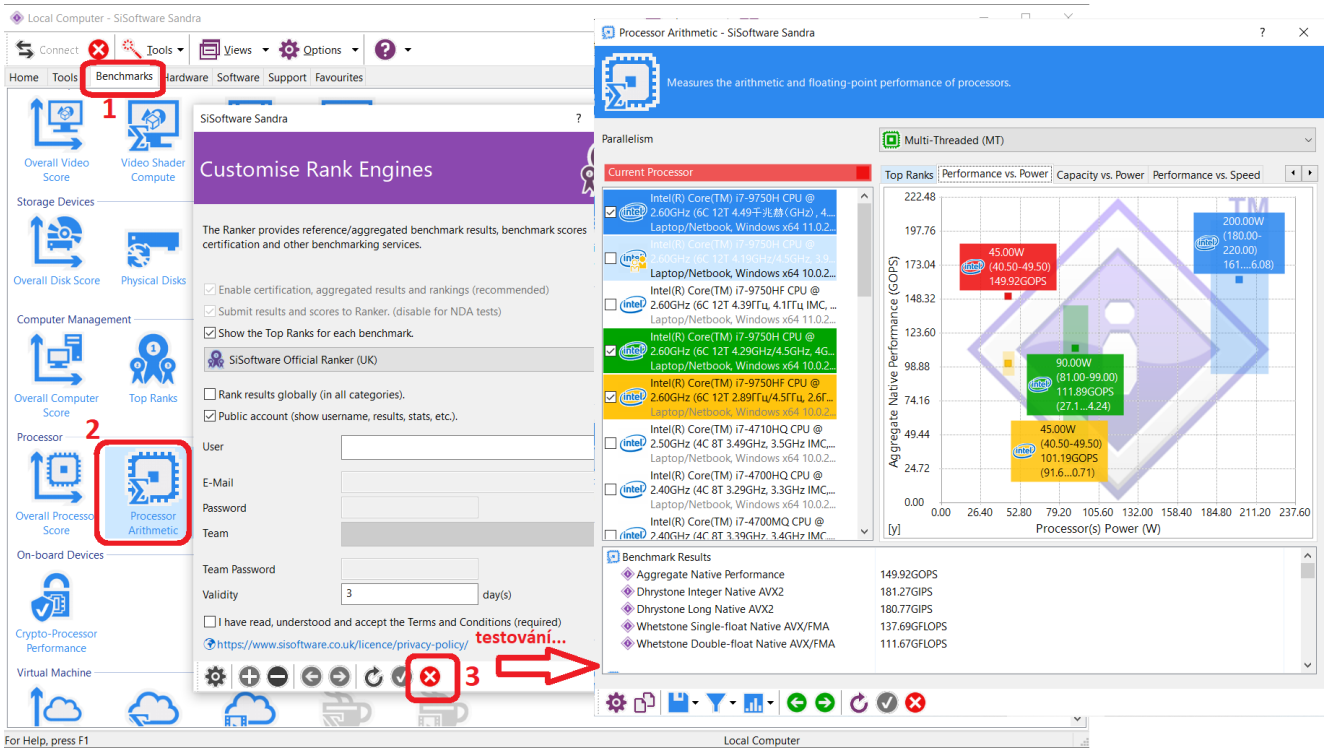
Na záložce *Benchmarks* jsou dostupné různé testovací nástroje. Je třeba počítat s tím, že každý test určitou dobu trvá, a během testování nejsme o zbývající době čekání nijak zvlášť informováni. Časově nejnáročnější je první test (*Overall Score*), který v sobě zahrnuje funkcionalitu více jiných testů. Po dobu testování je procesor obvykle výrazně zatížen, práce na zařízení je velmi pomalá. Na obrázku 2.20 je výsledek testu *Processor Arithmetic*, kde se testuje výpočetní výkon ALU a FPU – testované zařízení má přidělenu červenou barvu. Můžeme porovnat zjištěné výsledky z našeho počítače s publikovanými výsledky z jiných strojů, a to v několika záložkách. Z hlediska tohoto předmětu mohou být také zajímavé testy pro DirectX a OpenGL na záložce *Software*.

Další informace:

https://www.sisoftware.co.uk/



Obrázek 2.19: SiS Sandra Lite – přehled o hardwaru, konkrétně o procesoru



Obrázek 2.20: SiS Sandra Lite – možnosti testování

Další nástroje pro testování výkonu jsou například:

- Aida64 – vpodstatě obdoba programu SiS Sandra pro různé platformy včetně mobilních, ale je více orientovaná komerčně (nicméně existují trial verze ke stažení),
- Futuremark PCMark 8, Futuremark PCMark Vantage, 3DMark – programy pro testování výkonu počítačů s Windows (každý z nich je trochu jinak orientován),
- PassMark Performance Test – komerční produkt, existuje 30denní trial verze ke stažení,
- testy založené na hrách, například Quake (založen na hře Doom) nebo Crysis, tak se testují především grafické karty (i integrované v procesoru),
- testy založené na jiných algoritmech, například TrueCrypt (šifrování), Lame MP3 a WinRAR (komprese audia/rozsáhlých dokumentů), Excel Monte-Carlo (statistické výpočty), Cinebench (test procesoru a grafiky založený na algoritmech Cinema 4D – renderování 3D grafiky), podobně POV-Ray, Frybench, atd.

Benchmarky se provádějí především za účelem srovnání. Obvykle máme v těchto aplikacích (nebo na webu) možnost srovnání výsledků s jinými testovanými procesory (či jinými komponentami, podle toho, co se testuje). Ovšem srovnatelné jsou pouze výsledky získané tímtéž nástrojem.

Nejen proto, že každý benchmarkový program používá jiné bodování, ale taky každý testuje trochu jiným způsobem (liší se metodiky). Z hlediska testovaných funkcí rozlišujeme tyto typy benchmarků:

- *syntetické* – testují se různé funkce testované komponenty, výsledkem je jakýsi index výkonu; nerozlišuje se, které funkce se více používají v reálných situacích, důležité je dojít k výkonnostnímu indexu pro porovnání obdobných komponent,
- *reálné* – snaží se vystihnout výkon komponenty v reálných situacích (náročné hry, zpracování videa, šifrování, statistické výpočty apod.).

Z výše jmenovaných programů provádí většina z prvních dvou odrážek syntetické testy (Aida64, PCMark, PassMark), další reálné.

Další informace:

- https://www.aida64.com/
- https://www.futuremark.com/benchmarks/pcmark
- https://www.passmark.com/products/performancetest/

Úkol

Stáhněte si a vyzkoušejte SiS Sandru. Nechte si zjistit některé parametry vašeho systému a spusťte některý z benchmarků – pozor, vyhraďte si na testování dostatek volného času (obvykle v řádu minut až desítek minut, podle konkrétního testu).

2.4.3 Testování stability

Sandra a další podobné programy slouží k testování výkonu. O něco náročnější, třebaže v principu podobné, je testování stability systému. Takové testování probíhá obvykle velmi dlouho (hodiny až desítky hodin), končí buď vygenerováním reportu (bývá uložen v konkrétním souboru) nebo pádem systému (pak lze obvykle v nějakém logu dohledat důvod pádu).

Prime95 je jedním z nejznámějších nástrojů pro testování stability komponent, především procesoru. Používá se například pro zahoření nového (poskládaného) počítače – tj. testujeme, zda jsou jednotlivé komponenty v pořádku a jestli jsou správně nakonfigurovány, a dále při testování stability procesoru a pamětí po jejich přetaktování.

Typ prováděného testování se označuje jako „stress testing“ nebo „torture testing“. Příslušné komponenty se maximálně vytěžují (ještě víc než například u Sandry), takže práce na testovaném zařízení opravdu není možná. Zjišťuje se, zda jednotlivé instrukce procesoru fungují správně (zejména ty multimediální, vektorové), a také zda se při déletrvajícím vytížení procesor nehroutí či paměti nepodávají chybná data. Doporučuje se nechat test běžet dostatečně dlouho – alespoň 6 hodin, případně přes noc, a taky nenechávat neuložená data (procesor může „spadnout“, když se například přehřeje).

Při prvním spuštění můžeme použít registrační údaj (UserID), resp. nejdřív se registrovat, ale to je nepovinná fáze. Následně můžeme rovnou spustit test (buď jsme rovnou vyzváni k vybrání testu (klepneme na *Just Stress Testing*), nebo najdeme v menu položku *Torture Testing*. Můžeme být dotázáni na konfiguraci testu, lze nechat výchozí nastavení. Testování probíhá tak, že se spustí stanovený počet výpočetních vláken (tzv. Workers, pracovníci, v konfiguraci lze ovlivnit jejich počet), každé vlákno provádí svou sérii testů a postupně vypisuje jejich průběh.

Prime95 existuje pro různé platformy – různé verze Windows, Linux, MacOS X, FreeBSD. Stahujeme vždy buď 32bitovou nebo 64bitovou variantu, podle toho, na jaké hardwarové platformě chceme program použít.

OCCT je v poslední době populárnější než Prime95. Je to nástroj pro stress testing různých komponent, především procesoru, grafiky a paměti. Sice není zcela volně šiřitelný, ale má edici volně ke stažení určenou pro soukromé použití, s celkem akceptovatelnými omezeními. Při testování obvykle není nutné, aby běžel tak dlouho jako Prime95, ostatně edice pro soukromé použití má časové omezení na délku testu (které pro testování stability dostačuje).

Poznámka:

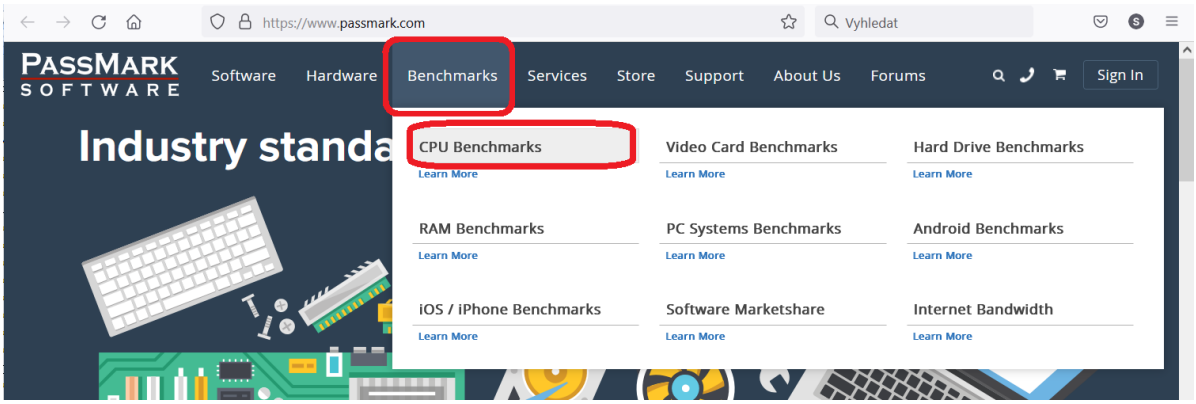
Existují i další programy pro testování stability systému, například LinX (určený pro procesory od Intelu, je to rozhraní k nástroji Linpack), Orthos, IntelBurnTest.

Další informace:

- https://www.mersenne.org/ (Prime95)
- https://www.ocbase.com/ (OCCT)
- https://www.guru99.com/stability-testing.html

2.4.4 Srovnávání výkonu procesorů

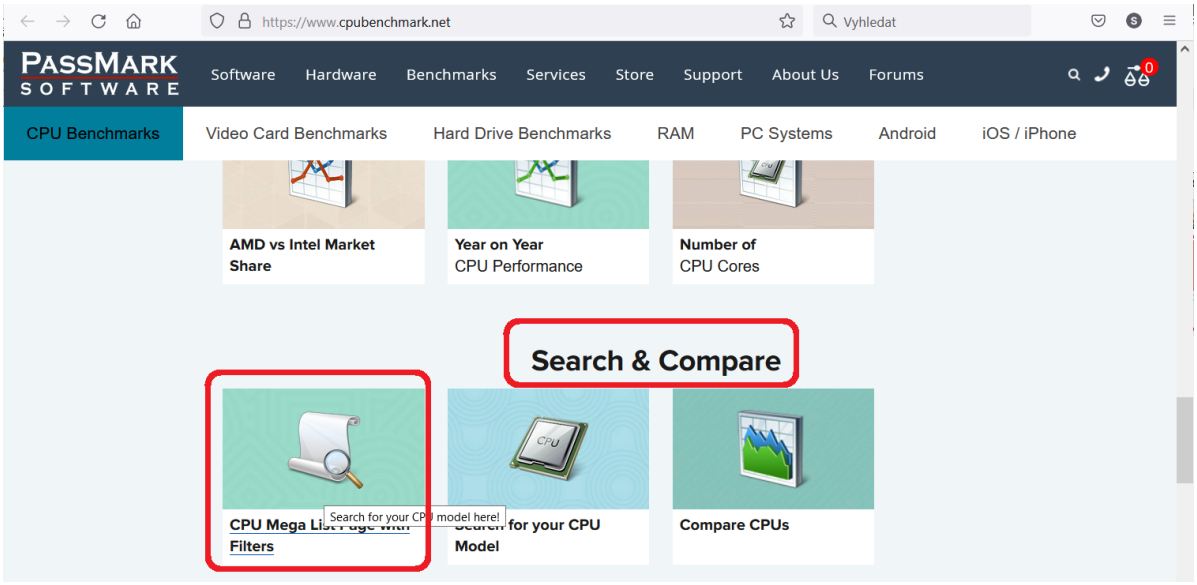
Některé výše uvedené nástroje umožňují nejen otestovat výkon procesoru, ale také porovnat s některými jinými procesory. Někdy však potřebujeme ucelený přehled výsledků pro různé procesory.



Obrázek 2.21: Přístup k výsledkům testů na http://www.passmark.com

Příklad

Chceme zjistit výkon procesoru Core i5-6600 a taky ho porovnat s jeho variantami s připojenými písmeny – „K“ a „T“. Tuto informaci najdeme na http://www.passmark.com. V menu nahoře najdeme *Benchmarks* ⇨ *CPU Benchmarks*. Na zobrazené stránce najdeme sekci *Search and Compare* a zvolíme *CPU Mega List Page with Filters* (viz obrázek 2.22). Objeví se poměrně dlouhý seznam procesorů, který je setříděný podle abecedy, ale je možné ho setřídit podle jiných paramerů, třeba výkonu, nebo profiltrovat podle konkrétního parametru (patice apod.).



Obrázek 2.22: Postup k seznamu testovaných procesorů

V tabulce je výkonnostní index z PassMarku (je to syntetický test), čím vyšší číslo, tím lépe. V dalším sloupci je také výkonnostní index vzhledem k vláknům (testuje se nejen výkon procesoru jako celku, ale taky výkon na vlákno).

Na obrázku 2.23 je ukázán použitý filtr (patice a typ procesoru), následně jsme klepli na jeden z vybraných procesorů. Zobrazilo se také tlačítko Compare, které přidá procesor do seznamu pro porovnání. V okně vpravo nahoře se pak dostaneme ke srovnání vybraných procesorů.

Poznámka:

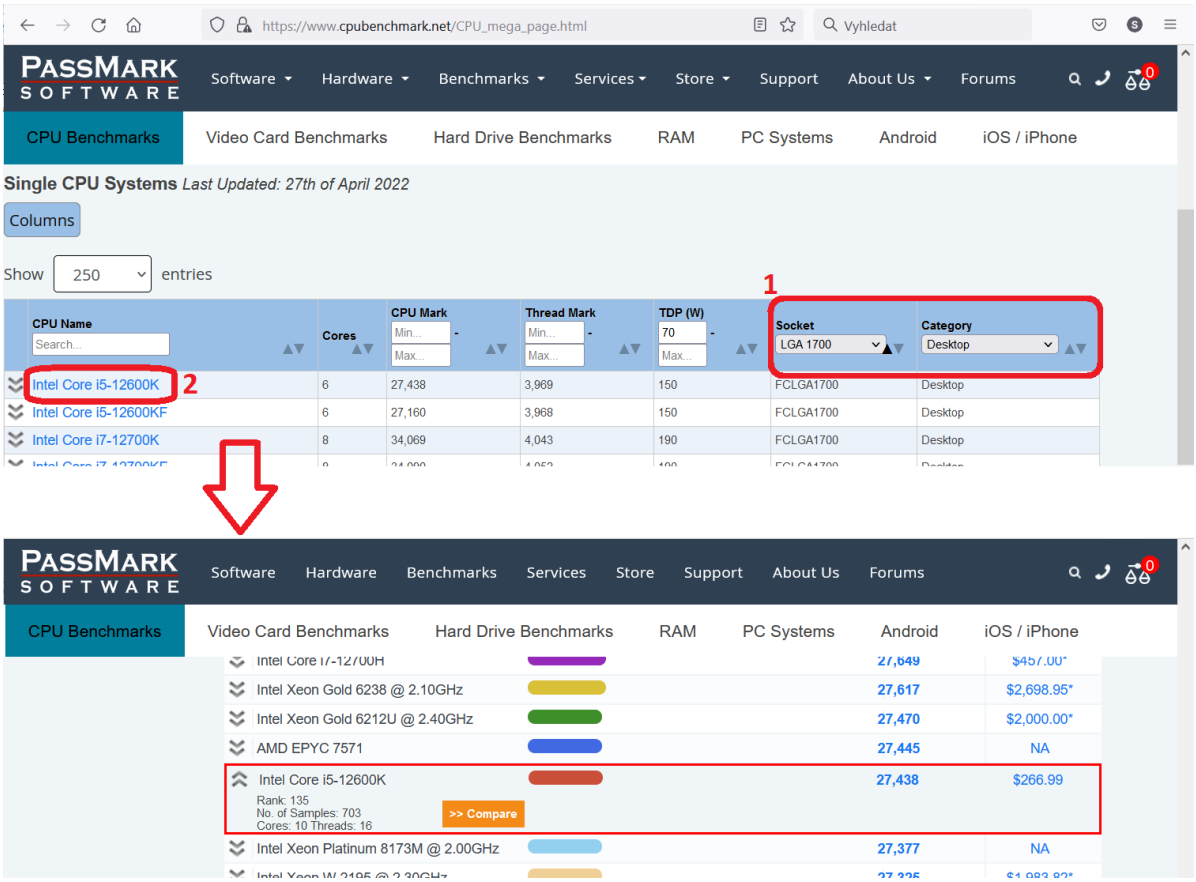
Výsledky u konkrétního modelu procesoru na tomto webu se mohou mírně měnit. Index výkonu vypočtený PassMarkem totiž může být ovlivněn nejen samotným procesorem, ale například i taktováním a propustností pamětí, a taky parametry souvisejícími se základní deskou. Pokud tedy na web pošle někdo pro tentýž procesor lepší výsledek (získaný na celkově výkonnější počítačové sestavě), v tabulce se to projeví. Odchylka je obvykle do 5 %.

Úkol

Podle návodu v příkladu najděte výsledky pro momentálně nejnovější procesory, vyberte několik procesorů od Intelu a několik od AMD do srovnání a porovnejte jejich parametry.

2.5 Přetaktování a podtaktování procesoru

Procesor přetaktováváme, pokud chceme, aby pracoval rychleji. Ale za určitých okolností můžeme naopak chtít opačný efekt – aby se méně zahříval a aby nebyl tak hladový co se týče energie. Takže může mít smysl i podtaktování procesoru.



Obrázek 2.23: Výběr položky v seznamu procesorů na https://www.passmark.com

Při přetaktování či podtaktování máme tyto možnosti:

1. měníme takt sběrnice FSB/HT/QPI,
2. u procesorů s odemčeným násobičem můžeme měnit hodnotu násobiče, týká se to procesorů označených písmenem „K“ nebo „Black Edition“,
3. můžeme měnit napájecí napětí (to je spíše doplňková možnost), případně taky takt paměťové sběrnice, pokud potřebujeme vyladit synchronizaci komunikace procesoru s paměťovými moduly.

S napájecím napětím se to má takto:

- čím vyšší napětí, tím víc se procesor zahřívá, naopak čím nižší napětí, tím méně se procesor zahřívá a tím méně potřebuje chladit pro udržení určitého TDP; takže z tohoto pohledu by bylo výhodnější, aby procesor pracoval spíše na nižším napětí,
- příliš nízké napětí v kombinaci s vyšším taktem může způsobit nestabilitu v běhu procesoru.

Když zvyšujeme provozní frekvenci, měli bychom mírně zvýšit i napětí (není nutné, pokud tu frekvenci zvyšujeme jenom trochu), a naopak, když snižujeme provozní frekvenci, je pro odpovídající výsledek na spotřebu lepší trochu snížit i napětí. Každý procesor má stanovenu bezpečnou horní mez pro napětí, ta je dána použitým výrobním procesem (tento údaj najdeme na krabičce koupeného procesoru). Tuto horní mez bychom rozhodně neměli překročit.

Poznámka:

Přetaktováváme *po velmi malých krocích*, pokaždé ověříme stabilitu systému, například programem

Prime95. Pokud to přeženeme (hlavně směrem nahoru), může se systém chovat nestabilně, při větší zátěži rychle stoupne teplota a systém „spadne“. Měli bychom myslet i na adekvátní chlazení – výkon chladiče by měl odpovídat zvýšené potřebě chlazení přetaktovaného systému.

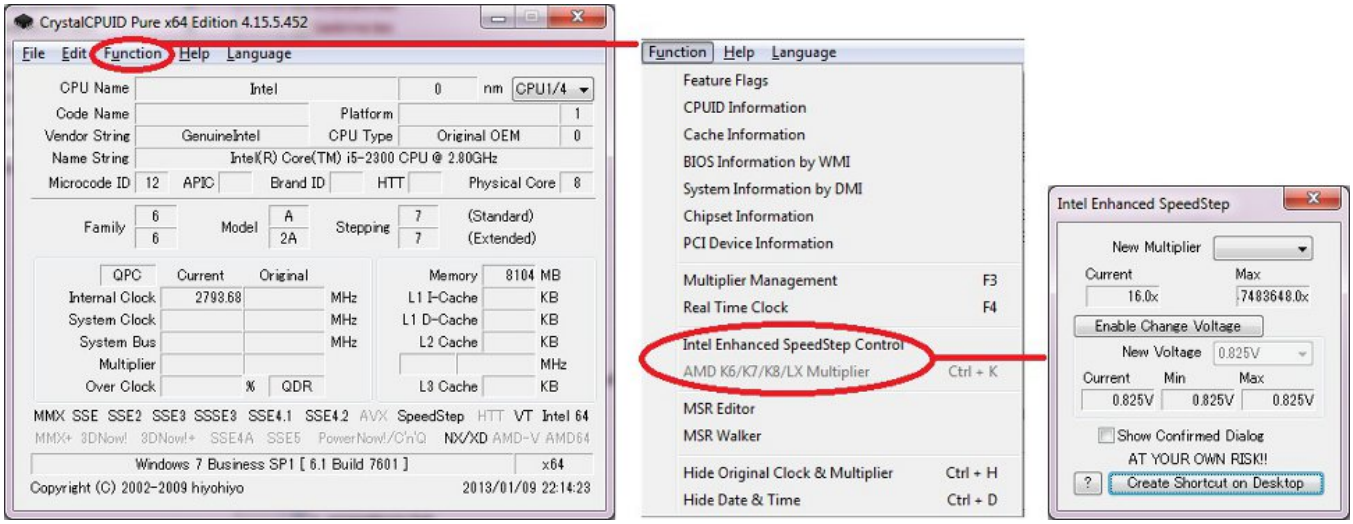
Změny příslušných parametrů se dají provádět v BIOSu/UEFI, ale někteří výrobci základních desek dodávají pro tento účel určené aplikace instalované do operačního systému (podrobnosti vždy najdeme v dokumentaci k základní desce). Existují také obecně použitelné nástroje pro základní desky různých výrobců, jednoduchým nástrojem je například CrystalCPUID nebo RightMark CPU Clock Utility.

Jak se provádí přetaktování v BIOSu/UEFI:

1. Najděte si co nejpodrobnější informace o vašem procesoru – momentální nastavení jednotlivých parametrů, také případné hranice a doporučení (pokud se povede).
2. Přejděte do BIOS Setup nebo UEFI a najděte sekci týkající se přetaktování procesoru.
3. Pokud je zapnuto Turbo Boost (Intel) nebo Turbo Core či Power Boost (AMD), vypněte tuto funkci.
4. Mírně změňte vybraný parametr (třeba zvedněte frekvenci o 10 nebo 20 MHz).
5. Otestujte stabilitu procesoru, například pomocí Prime95, nejméně 6 hodin.
6. Jestli je vše v pořádku, vraťte se k bodu 4 nebo ukončete přetaktování (případně zapněte funkci z bodu 3).

Pokud se objevila nestabilita, buď vraťte frekvenci či násobič na poslední stabilní hodnotu, nebo upravte napětí. Někdy je třeba také upravit frekvenci paměťové sběrnice.

Jednou z nejjednodušších aplikací umožňujících přetaktování je CrystalCPUID. Můžeme zde nastavit některé parametry procesorových jader. Rozhraní této aplikace vidíme na obrázku 2.24.



Obrázek 2.24: Přetaktování s CrystalCPUID

Další informace:

- http://crystalmark.info/software/CrystalCPUID/index-e.html (CrystalCPUID download)
- A Beginner's Guide to Overclocking Your Intel Processor. *Lifehacker.com*, July 2010. URL: http://lifehacker.com/5580998/a-beginners-guide-to-overclocking-your-intel-processor

- PCWizKid: CPU Overclocking 101 – Part 1, Introduction. Video on *YouTube*. URL: http://www.youtube.com/watch?v=TeBk4j5E0dg
- Graham-Smith, D.: BIOS guide: how to overclock your CPU. *PCPro*, 12 June 2011. URL: http://www.pcpro.co.uk/tutorials/367693/bios-guide-how-to-overclock-your-cpu
- Using different overclocking settings with CrystalCPUID. URL: http://forums.techgage.com/showthread.php?t=6153

2.6 Vnitřní paměť

Pod pojmem *vnitřní paměť* rozumíme především operační paměti, ale ve skutečnosti se do této kategorie řadí i cache paměti a buffery (jak u procesoru a pevného disku, tak i u dalších komponent). Ze zimního semestru víme, že pro to vše se většinou používají paměťové čipy DDR některé vhodné generace (dnes obvykle DDR4 a DDR5) nebo jejich statická obdoba (pro cache paměti), které (obojí) jsou potomky původních RAM (Random Access Memory) čipů.

Statické paměti (SRAM) najdeme obvykle ve formě cache pamětí, případně bufferů, a při použití s výrobní technologií CMOS pro čipy s velmi malou spotřebou energie (takže stačí napájení knoflíkovou baterií), například pro uložení konfigurace základní desky.

My se zde budeme zabývat především operační pamětí ve formě DDRx modulů určených do paměťových slotů na základní desce.

2.6.1 Paměťové moduly

Operační paměť (v čipech typu DDRx) dnes sežememe ve formě DIMM modulů (Dual In-line Memory Module) a jedná se o dynamické paměti, tudíž potřebují v pravidelných intervalech obnovovat svůj obsah (třebaže jsou celou dobu pod proudem) – periodic refresh.

Paměťový řadič (memory controller) je integrovaný obvod, který slouží ke komunikaci a moduly operačních pamětí. Veškerá komunikace s nimi jde právě přes paměťový řadič. Jeho hlavní úlohou je zajišťování operací čtení a zápisu, a také například provádění refresh operace (v pravidelných intervalech desítek milisekund je třeba obnovovat obsah paměťových buněk, protože použité kondenzátory (kapacitory) déle svůj náboj neudrží).

Pomocnou funkcí je překlad logických lineárních adres míst v paměti, se kterými pracuje operační systém a procesor, na fyzické adresy paměťových míst v modulu.

Paměťový řadič bývá často vícekanálový, což znamená, že dokáže komunikovat s více banky najednou (do jednoho banku patří jeden nebo více paměťových slotů; podmínky zařazení slotů do banků jsme probírali v zimním semestru). Paměťové řadiče bývaly dřív v severním mostu čipsetu, dnes je typicky najdeme integrovány v procesoru.

Moduly DDR pamětí existují nejen v různých generacích, ale také (přes různé generace) ve dvou formách:

- klasické „dlouhé“ DIMM moduly určené do základních desek běžných desktopových počítačů,
- „krátké“ SO-DIMM moduly určené do notebooků, all-in-one počítačů, minipočítačů, NAS zařízení, IoT zařízení typu chytrá televize a spol., atd.

SO-DIMM moduly jsou nejen kratší (takže se lépe vejdou do malého prostoru), ale také bývají níže taktovány a mají typicky nižší spotřebu. Mohou mít jiný počet pinů než klasické moduly, ale není to tak, že by jejich počet byl závislý na délce modulu (SO-DIMM modul má piny hustěji osazené a užší).

Mezi generacemi DDRx jsou rozdíly v následujícím:

- mají odlišné klíčování (systém prohlubní na modulu a odpovídajících plastových můstků v paměťovém slotu), jiný počet pinů a případně i rozložení pinů, účelem je zabránit pokusům o instalaci modulu jiné generace než jakou vyžaduje základní deska,
- postupně se mění výrobní proces (podobně jako u procesorů – zmenšují se tranzistory), což znamená, že tranzistory mohou pracovat při nižším napětí; důsledkem je, že modul může pracovat stabilně i na vyšších frekvencích než předchozí generace, navíc s nižší spotřebou při stejné frekvenci nebo se stejnou spotřebou při vyšší frekvenci; důsledkem je, že čipy mají čím dál vyšší kapacitu a tím se zvyšuje i kapacita celého modulu,
- zvyšuje se šířka paměťové sběrnice, takže při jednom taktu se přenese víc bitů, čipy vyšších generací také bývají výše taktovány,
- mění se organizace čipů a interních sběrnic na paměťovém čipu, aby byly toky dat co nejoptimálnější, atd.

Průběžných změn je samozřejmě více, také se obohacuje obsah SPD čipu.

Kromě základní varianty DDR existují i další, které jsou více či méně kompatibilní. Můžeme se setkat s následujícími:

- DDR4, DDR5 apod. – základní varianta,
- LPDDR4, LPDDR5 apod. – low power varianta pracující na nižším napětí s nižší spotřebou, používá se v malých mobilních zařízeních a některých noteboocích,
- DDR4L, DDR5L apod. – nízkonapěťová varianta (low voltage), taktéž se většinou vyskytuje v mobilních zařízeních včetně některých notebooků,
- DDR4U – spíše vzácnější paměti určené pro servery, jde o kombinaci nižšího napětí a vyšší kapacity, často se plete s DDR4 UDIMM (ale není to totéž),
- GDDR5, GDDR6, GDDR6X apod. – grafické paměti, vyskytují se na lepších grafických kartách, vývoj jde nezávisle na předchozích.

Druhou a třetí variantu ve skutečnosti můžeme najít i v jiných typech zařízení než tam, kde bychom to čekali, dokonce i v některých serverech. Jde o typ čipu/obvodu, může být umístěn na jakémkoliv typu modulu (DIMM, SO-DIMM apod.) nebo může být integrován v mobilním SoC čipu.

Příklad

Abychom si udělali představu o vztahu mezi uvedenými typy pamětí co se týče napětí: zatímco DDR4 pracuje obvykle na napětí 1,2 V, LPDDR4 většinou pracuje na napětí 1,1 V a DDR4L obvykle na 1,05 V. Může se to zdát skoro stejné, ale uvědomte si, že s lineárně vzrůstajícím napětím roste spotřeba exponenciálně: rozdíl ve spotřebě mezi základní a LP variantou je cca 10 %, také v závislosti na dalších parametrech.

Nicméně rozdílů je víc: v šířce pásma (množství bitů, které se přenášejí najednou), typických frekvencích a dalších vlastnostech.

Když kupujeme paměťové moduly, měli bychom se podívat do specifikace paměťového řadiče (protože paměťový řadič bývá v procesoru, tak samozřejmě do dokumentace k procesoru). Musíme mít jistotu, že si paměťový řadič bude s novým modulem rozumět. Taktéž se musíme podívat do dokumentace základní desky, jestli modul bude použitelný do paměťových slotů. Čeho si všímáme:

- generace (DDR3, DDR4 apod.), a dále typ (DIMM nebo kratší SO-DIMM),
- podpora nízkonapěťových modulů (DDRxL či LPDDRx), resp. konkrétně podporované provozní napětí,
- podporované pracovní frekvence,
- speciální vlastnosti jako je podpora ECC nebo Registered (probereme později).

Poznámka:

Některé paměťové řadiče a základní desky podporují moduly DDR3L a zároveň DDR4, v případě 4. generace je u řadičů běžná podpora zároveň DDR4 a LPDDR4, případně také DDR4L.

Ale pozor, nemusí být možné použít zároveň moduly s různým provozním napětím, počítač by v takovém případě ani nenastartoval. V každém případě bychom si pro konkrétní typ modulů měli předem zjistit, zda je podporuje naše základní deska. Navíc pokud by to šlo a my bychom tuto možnost využili, moduly by pracovaly s takovými nastaveními, která mají společná, tedy výkon tím utrpí.

2.6.2 Vlastnosti paměťových modulů

Moduly mohou být buď *jednostranné* (single-sided) nebo *oboustranné* (dual-sided, čipy jsou po obou stranách). Jednostranné moduly mají čipy jen na jedné straně PCB (desky), kdežto oboustranné mají čipy na obou stranách PCB. Oboustranné mají výhodu vyšší kapacity, ale na druhou stranu se u nich pravděpodobněji vyskytují problémy s kompatibilitou u některých (hlavně starších) základních desek a vzhledem k tomu, že jsou trochu širší, hůře kolem nich proudí vzduch (tj. problém s chlazením).

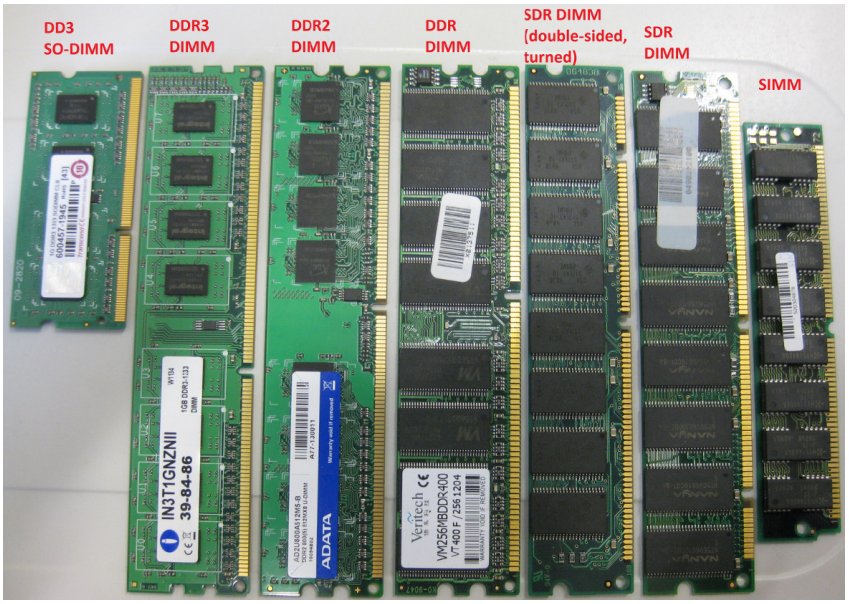
S tím částečně (ale ne plně) souvisí i pojem *single-rank* (1R×4), *dual-rank* (2R×4), *quad-rank* (2R×8) modul – čtyřcestné jsou doménou serverů, kdežto s jedno- a dvoucestnými se setkáme u desktopů a notebooků.

Zjednodušeně řečeno, dual-rank modul mívá obvykle dvakrát tolik čipů než single-rank modul. Jeden čip na dual-rank modulu je co se týče přístupu obdobou dvou čipů na single-rank modulu, takže z pohledu paměťového řadiče je dual-rank modul vlastně obdobou dvou single-rank modulů (tj. vlastně „dva v jednom“). Obecně platí, že multi-rank moduly mají na PCB víc čipů než single-rank.

Ale pozor, pojmy dual-sided a dual-rank se až tak úplně nekryjí. Sice většinou jsou dual-rank moduly oboustranné, ale existují i jednostranné (single-sided), přičemž jsou se všechny čipy „nacvakané“ na jedné straně. A naopak – existují double-sided čipy, které jsou ve skutečnosti typu single-rank.

Jak poznáme, zda je modul typu dual-rank? Pokud najdeme plné označení modulu (několik čísel oddělených pomlčkami, na konci lomítko a za ním 1R nebo 2R), tak právě to 1R nebo 2R znamená buď single-rank nebo dual-rank. Bohužel ne vždy je toto označení dohledatelné.

Označení paměťových modulů pomocí přenosové rychlosti v MB/s (například PC3-8500) a dvojnásobku frekvence v MHz (například DDR3-1066) jsme probírali v zimním semestru, předpokládejme tedy, že je ovládáme.



Obrázek 2.25: Různé varianty paměťových modulů

2.6.3 Propustnost a latence pamětí

U paměťových modulů se typicky díváme na *propustnost* (resp. pracovní frekvenci), ale také na *latenci*. Jaký je mezi těmito pojmy rozdíl?

Propustnost se vztahuje k rychlosti paměťové sběrnice, tj. jak rychle se přenášejí data mezi paměťovým řadičem a paměťovými moduly. Propustnost je ovlivněna taktováním samotné sběrnice a paměťového řadiče, tak i nastavením samotného modulu, tedy limit je stanoven jak modulem, tak i řadičem a základní deskou. Vyšší propustnost znamená, že se data rychleji dostanou tam, kde mají být.

Čím vyšší generace paměťových čipů a paměťových řadičů (v procesorech), tím obecně lepší propustnost (to je důsledek novějšího výrobního procesu na obou stranách komunikace).

Latence (odezva, přesněji CAS latence) je vlastně počet časových cyklů, po které trvá změna druhé části fyzické adresy paměťové buňky, se kterou pracujeme. Zatímco u frekvence platí čím víc tím líp, u latence je to naopak (čím menší číslo, tím lépe).

Fyzická adresa paměťové buňky je dvoudimenzionální, má dvě části – řádek a sloupec (buňku na řádku). Bity patřící k sobě (třeba tvořící skupinu Bytů, ve kterých je uloženo číslo) jsou většinou uloženy v posloupnosti na tomtéž řádku, takže při čtení těchto bitů se mění pouze druhá část adresy (sloupec, column), tudíž právě instrukce pro změnu sloupce (Column Address Strobe) je nejčastější operací, kterou paměťový řadič modulu zadává. Proto doba trvání této operace (tCAS, tCL, CL nebo prostě CAS latence) má největší vliv na dobu trvání čtení či zápisu.

Je zajímavé, že vždy při přechodu na novou verzi DDRx (což je obvykle také přechod na novou výrobní technologii, zmenšení tranzistorů) se hodnota tCL zvyšuje (například u DDR2 byla typicky 5, u DDR3 je nejběžnější hodnota 9, u DDR4 nad 12, spíše kolem 15), což je teoreticky špatně (operace déle trvá).

Poznámka:

Ale pozor – v definici latence vidíme, že je to „počet časových cyklů. . . “, ale zároveň víme, že se zvyšuje pracovní frekvence modulů a paměťové sběrnice, tedy ty „časové cykly“ se vlastně zkracují, třebaže jich je více.

Pokud bychom brali latenci jako odezvu pamětí v ns (nanosekundách) jako součin počtu cyklů a délku jednoho cyklu, pak se hodnota této skutečné latence pohybuje u DDR2 kolem 15 ns, u DDR3 mezi 13 a 14 ns, u DDR4 pak kolem 14 ns. Z toho vyplývá, že skutečná latence spíše stagnuje.

Pokud se soustředíme na moduly patřící do téže generace, pak obvykle platí, že se stoupající pracovní frekvencí bohužel stoupá i CAS latence, takže ve skutečné latenci obvykle moc velký rozdíl není (ovšem pracovní frekvence pořád velkou roli hraje).

Pokud si procesor vyžádá operaci čtení nebo zápisu na určité adrese v paměti, paměťový řadič ve skutečnosti tuto „multioperaci“ přeloží na sekvenci menších paměťových instrukcí, například:

1. RRD (Row Active to Row Active Delay): nalezení a aktivace toho správného paměťového banku; provede se jen tehdy, když má být přistupováno do jiného banku než v předchozí operaci.
2. RAS (Row Address Strobe): nalezení řádku v matici paměťových buněk (fyzická adresa se skládá z řádku a sloupce); opět se provede jen tehdy, když je třeba změnit řádek.
3. RCD (RAS to CAS Delay): řádek je nalezen, připrav se k hledání sloupce (buňky na řádku).
4. CAS (Column Address Strobe): nalezení sloupce.
5. čtení, zápis apod. . . .
6. RP (Row Precharge): obnovení obsahu přečtených paměťových buněk (nezapomeňte, že DDR čipy jsou destruktivní při čtení).

Další paměťové instrukce jsou provozní, například následující se používají v souvislosti s pravidelným refreshem (obnovováním obsahu paměťových buněk při „vyprchávání“ kondenzátorů):

- RFC (Row Refresh Cycle): deaktivuje paměťový modul (aby bylo možné provést refresh).
- RF (Refresh): refresh (přepis obsahu paměťové buňky původním obsahem).

Další informace:

- https://www.crucial.com/articles/about-memory/difference-between-speed-and-latency
- https://www.bit-tech.net/hardware/memory/2007/11/15/the_secrets_of_pc_memory_part_1/4
- https://www.xbitlabs.com/best-ram-for-gaming/
- https://computer.howstuffworks.com/ram.htm

Úkol

Projděte si některý větší internetový obchod s elektronikou a srovnejte si vlastnosti několika odlišných paměťových modulů – DDR3, DDR3L, DDR4, DDR5, DIMM vs. SO-DIMM, různé frekvence, latence, single/ double-sided, single/dual-rank.

2.6.4 Kontrola chyb při přenosu

Parity checking. Moduly pracující v režimu parity checking mají vedle paměťových čipů ještě čip pro uložení paritního bitu. Ke každé n-tici bitů z paměťových čipů je zde bit pro doplnění parity. Obvykle se používá lichá (odd) parita, viz tabulku 2.3: v každém řádku bude lichý počet jedniček.

Chip 1	Chip 2	Chip 3	Chip 4	Chip 5	Chip 6	Chip 7	Chip 8	Parity chip
...	...	...	...	...	...	...	...	...
0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabulka 2.3: Zjednodušený příklad použití liché parity

Při každém přenosu z modulu je kontrolována parita, a když (včetně paritního bitu) dojde slovo se sudým počtem jedniček, je to považováno za chybu.

Nevýhodou kontroly parity je nejen víc zabraného místa na PCB modulu (o čip víc), ale taky jsou tyto moduly pomalejší (protože se kontroluje parita). Navíc musí být tato vlastnost podporovaná jak modulem, tak i paměťovým řadičem a základní deskou. Navíc – pokud dojde ke zjištění chyby v datech, počítač je automaticky „shozen“, vypnut, což rozhodně není ideální reakce na chybu.
Funkce kontroly parity se sama o sobě už dnes nepoužívá, je základem následující metody.

Error checking (ECC). Paměťové moduly s vlastností *ECC* (Error-Correcting Code) také používají kontrolu s lichou paritou. Modul obsahuje 4, 8 nebo 16 běžných paměťových čipů a dále jeden nebo dva parity čipy, přičemž práce s bity a výpočet liché parity funguje jako u předchozí metody.

Tato metoda dokáže odhalit přenosovou chybu v rozsahu jednoho bitu (stejně jako původní metoda). Na rozdíl od předchozí metody však při zjištění chyby „nespadne“ počítač, ale paměťový řadič zajistí opakování přenosu a opravení chyby.

To, že modul podporuje ECC, je vždy napsáno v jeho specifikaci. Resp. modul, který nepodporuje ECC, buď tuto vlastnost vůbec nemá zmíněnou, nebo najdeme řetězec „non-ECC“.

ECC moduly byly původně spíše určeny pro servery, u pamětí verze DDR5 jsou již v základu pro všechny. Máme větší jistotu, že při datových přenosech mezi paměťovým řadičem a moduly nedošlo k chybě, ale na druhou stranu jsou tyto moduly o něco pomalejší než ty, které jsou stejně taktované, ale tuto vlastnost nemají, navíc jsou dražší. Funkce ECC musí být podporovaná jak na straně modulu, tak i na straně paměťového řadiče.

Poznámka:

Existují i odvozené či podobné funkce, které mají na svědomí jednotliví výrobci: Multiple-bit error correction, Chipkill, Memory scrubbing, Intel Single Device Data Correction (SDDC). Takové funkce plně využijeme jen na serveru se základní deskou, která je přímo podporuje, což obvykle znamená, že základní desku i paměťové moduly musíme mít od stejného výrobce.

Registered. Paměťové moduly označené jako Registered (nebo Buffered) také mají čip navíc, který funguje jako buffer, tedy záložní paměť, přes kterou se přenášejí paměťové instrukce (to, co znáte ze zimního semestru – RRD, RAS, RCD, CAS, RP, apod.). Tedy řetězec instrukcí od paměťového řadiče se ukládá nejdřív do bufferu, ze kterého se pak formou fronty na modulu provádí.

Buffer si můžeme představit jako obdobu tiskové fronty tiskárny, ovšem pro instrukce. Účelem je zabránit situaci, kdy by tok požadavků byl tak velký, že by ho modul nezvládl (to by znamenalo ztrátu či poškození přenášených dat). Právě v takových chvílích se instrukce místo návalu na obvody modulu začnou hromadit v bufferu, z něhož jsou stabilní rychlostí postupně prováděny. Vedlejším důsledkem je lepší celková odezva, protože s moduly lze komunikovat stabilně i na vyšších frekvencích.

Moduly typu Registered jsou užitečné na (menších) serverech, kde nárazově může stoupat tok požadavků a zároveň by nemělo dojít ke ztrácení či poškozování dat, když modul „nestíhá“. Ovšem stejně jako u ECC musí být podpora na všech stranách – u modulu, paměťového řadiče i základní desky.

Jak poznáme moduly s touto vlastností? Jsou označeny „Registered“ nebo „Buffered“, naopak moduly bez této vlastnosti buď nemají ve specifikaci žádný z těchto řetězců nebo jsou „Unbuffered“. Alternativně se používá toto označení:

- RDIMM jsou moduly s vlastností Registered,
- UDIMM jsou moduly bez této vlastnosti (resp. Unbuffered).

Poznámka:

Záleží na základní desce, jestli dokáže spolupracovat s RDIMM i UDIMM moduly, nebo nebo jen s jedním z těchto typů. Ovšem i když si rozumí s oběma typy, v žádném případě je nemůžeme míchat (tj. například pokud použijeme dva RDIMM a dva UDIMM, nebude to fungovat). Podobné to je i s podporou ECC – záleží na základní desce, a když umí ECC i non-ECC, neměli bychom takové moduly míchat (vlastně je to totéž jako s moduly pracujícími pod různým provozním napětím).

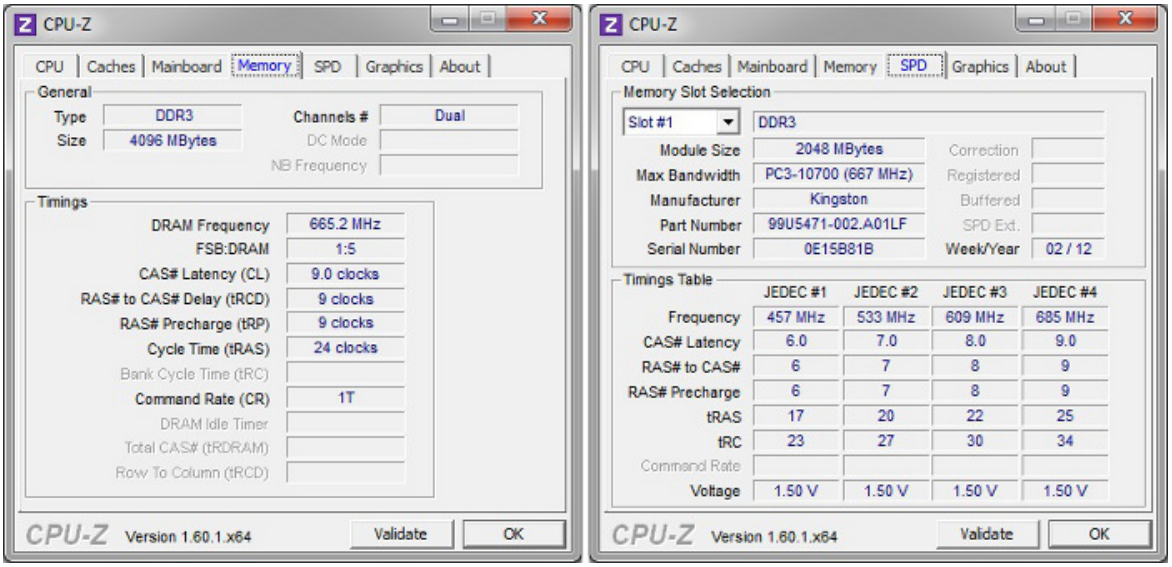
Naopak míchat můžeme moduly, které se liší frekvencí nebo latencí (časováním), ovšem důsledkem může být, že paměťový řadič odmítne pracovat v módu dual-channel a přejde do módu single-channel (ale i to záleží na řadiči a základní desce).

Úkol

V některém internetovém obchodě najděte paměťové moduly s vlastnostmi ECC a/nebo Registered. Podívejte se, jak je u nich tato vlastnost uvedena. Srovnejte jejich kapacitu a cenu s obdobnými „obyčejnými“ moduly.

2.6.5 Informace o pamětech

Parametry paměťových modulů můžeme často zjišťovat v programech, které jinak slouží k získávání informací o procesoru. Jedním z takových programů je *CPU-Z*, přičemž potřebné informace najdeme na záložkách *Memory* a *SPD* (viz obrázek 2.26). Na první z nich je aktuální konfigurace paměťových modulů, na druhé z nich najdeme informace z SPD čipu modulu včetně podporovaných profilů pro přetaktování.



Obrázek 2.26: Informace o paměťových modulech v CPU-Z

HWInfo32 a HWInfo64 už také známe. V tomto nástroji získáme dokonce mnohem detailnější informace než v CPU-Z.

Úkol

Použijte CPU-Z a HWInfo na tomtéž systému, srovnejte získané informace.

2.7 Přetaktování a podtaktování pamětí

2.7.1 Změny parametrů pamětí

Také paměti se dají přetaktovat nebo podtaktovat, podobně jako procesory. Dokonce při úpravě frekvence procesorů je někdy vhodné také upravit frekvenci paměťové sběrnice. Paměťový řadič je součástí procesoru, tedy vztah mezi frekvencí procesoru a pamětí je velmi důležitý, jejich činnost musí být synchronizovaná, jinak nebude probíhat optimálně. Z toho vyplývá, že ne vždy rychlejší znamená lepší.

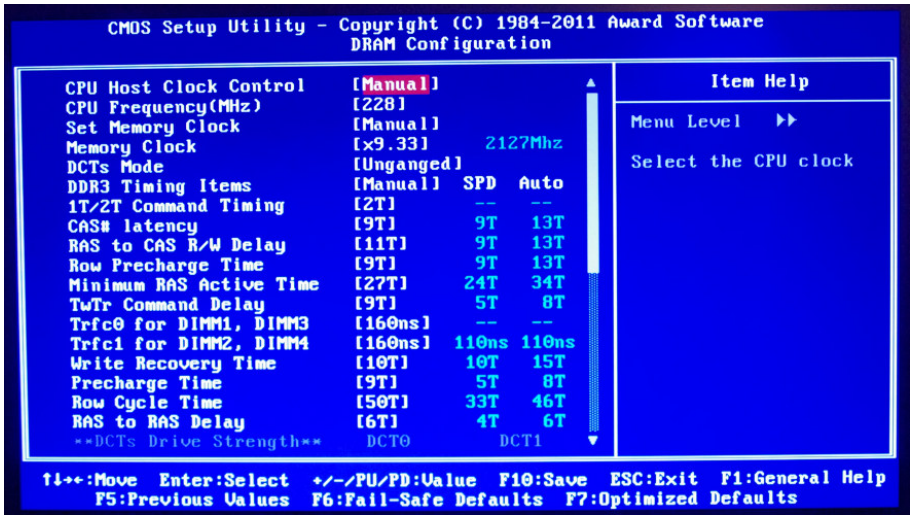
Při přetaktování pamětí je lepší pracovat s předpřipravenými *profily* (jmenují se různě, podle výrobce – například EPP (Enhanced Performance Profiles, spíše historická záležitost), XMP (Intel eXtreme Memory Profiles), AMP (AMD Memory Profiles, taktéž starší), EXPO (AMD Extended Profiles for Overclocking), apod. V jednotlivých profilech jsou stanoveny hodnoty pro frekvenci, časování a další parametry, přičemž při zvolení profilu jsou tyto parametry nastaveny. Některé profily jsou „konzervativnější“ (upřednostňují stabilitu před rychlostí), jiné spíše agresivnější (upřednostňují rychlost před stabilitou), nicméně problémy se stabilitou by teoreticky nastat neměly ani při zvolení agresivnějších profilů.

Na konkrétním typu profilu se opět musí shodnout paměťový řadič a modul, ale to obvykle nebývá problém (profily EPP od NVidie byly určeny pro moduly DDR2 a byly integrovány v severním mostě čipsetu, XMP od Intelu jsou pro DDR3 a vyšší a jsou integrovány v procesorech od Intelu, EXPO jsou integrovány procesorech od AMD s paticí AM5, pro paměti DDR5 a vyšší, přičemž by měly být

kompatibilní s XMP).

Jinou možností je nastavit hodnoty parametrů ručně, ovšem pak bychom měli vědět, co provádíme, protože výsledkem by mohl být nestabilní systém, ve kterém bychom měli problém dokonce i napravit škodu, kterou jsme napáchali volbou špatných hodnot parametrů. Když už přetaktováváme ručně, měli bychom postupovat po velmi malých krocích a pokaždé otestovat stabilitu zařízení (třeba pomocí Prime95, OCCT nebo MemTest).

Přetaktování pamětí se dá provádět přímo v BIOS Setup/UEFI (viz obrázek 2.27), nebo ve specializovaných aplikacích, které jsou často přikládány k základní desce (resp. ke stažení na stránce výrobce základní desky nebo procesoru), ale také existují další aplikace nezávislé na konkrétním výrobci.



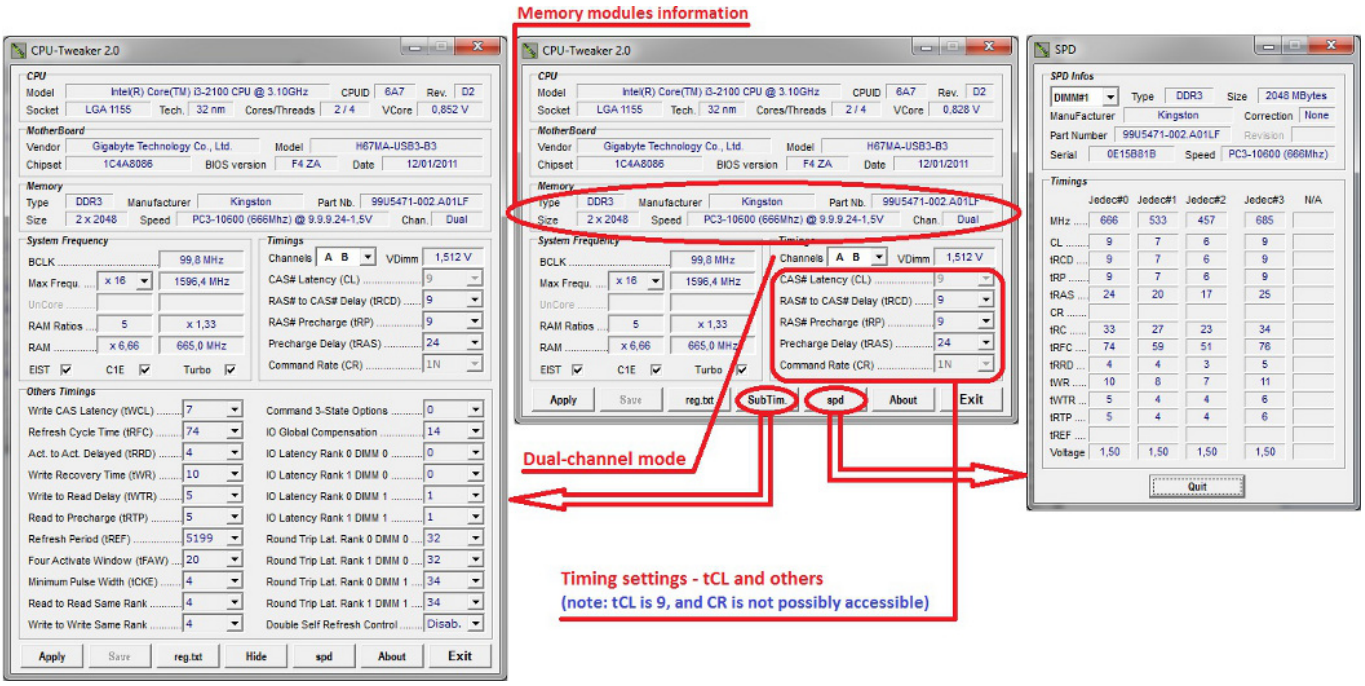
Obrázek 2.27: Přetaktování pamětí, Award BIOS Setup

Kromě frekvence můžeme změnit CAS latenci (CL) a další parametry, podle toho, co nám příslušný program dovolí. Pokud snížíme latenci, může mít sytém o něco lepší odezvu, ale (stejně jako u navýšení frekvence) zvyšujeme riziko nestability systému. Také změny dalších parametrů mohou mít vedlejší efekty, tedy opět platí: testovat, testovat, testovat.

Jednou z aplikací nesouvisejících s konkrétním výrobcem je CPU Tweaker. Můžeme zde přetaktovat jak procesor, tak i paměť, jak vidíme na obrázku 2.28.

Další informace:

- Projekt CPU Tweaker: http://www.tweakers.fr/cputweaker.html
- Iwaniuk, P.: How to overclock your RAM. Tutorial Make the most of your memory with our RAM tweaking tips. *PCFormat Issue 256*, October 2nd, 2011.
  URL: http://www.techradar.com/news/computing-components/upgrades/how-to-overclock-your-ram-1030286
- Torres, G.: Understanding RAM Timings. *Hardware Secrets*, May 17, 2011. URL:
  http://www.hardwaresecrets.com/article/Understanding-RAM-Timings/26
- Intel and Overclocking DDR3 memory. *Intel.com*. URL: http://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/gaming-computers/intel-extreme-memory-profile-xmp.html
- Leng, R.J.: The Secrets of PC Memory: Part 1 *Bit-Tech.net*, 15th November 2007.
  URL: http://www.bit-tech.net/hardware/memory/2007/11/15/the_secrets_of_pc_memory_part_1/4
- Woomack: Memory Overclocking Guide for Intel Ivy Bridge platform. *Overclockers.com*, July 31, 2012. URL: http://www.overclockers.com/memory-overclocking-guide-ivy-bridge



Obrázek 2.28: CPU Tweaker

- Memory (RAM) Overclocking Guide – DDR3. *Master's Lair*, July 2011. URL: http://www.masterslair.com/memory-ram-overclocking-guide-ddr3/
- Yam, M.: A Tour Of The Kingston Memory Factory In Taiwan. *Tom's hardware*, August 5, 2010. URL: http://www.tomshardware.co.uk/picturestory/7-dram-flash-nand-ssd-usb.html

2.7.2 Testování

Paměťové moduly testujeme v těchto případech:

- systém běží nestabilně, čas od času se vyskytne „nevysvětlitelná“ chyba, aplikace se občas zachovají podivně, Windows sem tam vyrobí modrou obrazovku (BSOD – Blue Screen of Death),
- pořídili jsme nové paměťové moduly a chceme je otestovat,
- přetaktováváme paměť,
- zajímá nás výkon našich pamětí a případně srovnání s jinými (tj. chceme benchmark).

Zde nás budou zajímat první tři případy (funkcionalita pamětí, ne výkon).

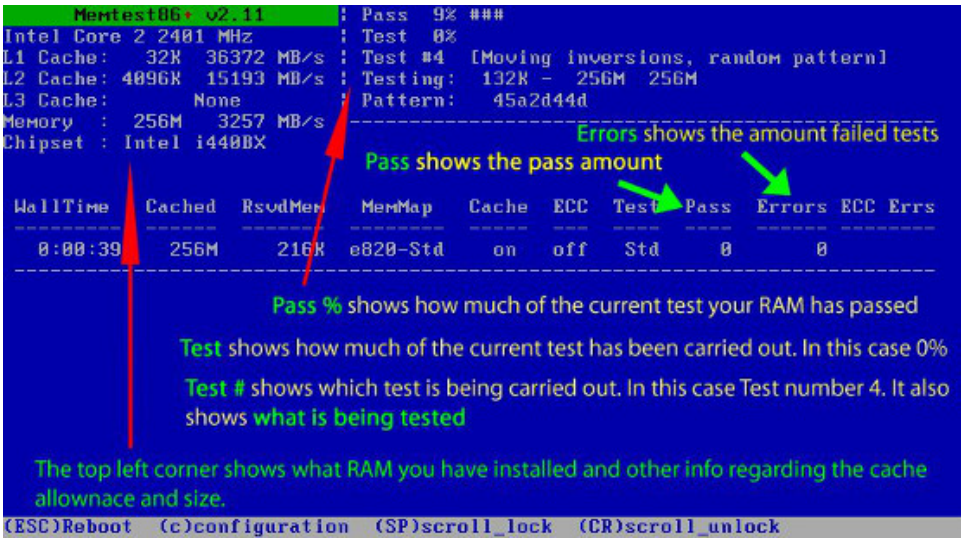
Testování funkcionality (hlavně bezchybnosti provozu) by mělo být prováděno bez asistence operačního systému, protože jádra současných operačních systémů mají tendenci nechat si přímý přístup do paměti jen pro sebe, jenže testovací programy se bez přímého přístupu neobejdou. Takže potřebujeme bootovací nástroj, který si uložíme třeba na výměnné paměťové médium (optický disk, USB flash disk apod.). Obvykle tedy na takové médium uložíme ISO obraz nástroje.

Nejběžnější jsou tyto nástroje pro testování pamětí: MemTest86+ (freeware)[4], GoldMemory (volně dostupný nebo PRO varianta pro komerční použití)[5].

[4] https://www.memtest86.com/
[5] https://www.goldmemory.cz/

Podíváme se na ten nejznámější – *MemTest86+*. Na webu je ke stažení ISO obraz nebo obraz pro USB flash disk, který vypálíme/instalujeme a následně z daného média nabootujeme. MemTest (a taky podobné nástroje) používá pouze pseudo-grafické prostředí, nepracuje přímo v grafickém režimu – viz obrázek 2.29.

S programem MemTest86+ se ve skutečnosti můžeme setkat i jinak – pokud máme nainstalovánu některou linuxovou distribuci, je obvykle možné GRUBu (nebo jiného bootovacího manažera) spustit také tento program (tj. vybíráme mezi spuštěním některého operačního systému a MemTestu). S touto možností se setkáváme i v nejnovějších verzích Windows (buď nabootujeme do Windows nebo si otestujeme paměť).



Obrázek 2.29: MemTest86+[6]

MemTest po nabootování chvíli čeká a když se nedočká žádného pokusu o konfiguraci testů, spustí samotné testování. Nalezené chyby (vadné sektory) jsou vyznačeny, jak vidíme na obrázku 2.30.

Obrázek 2.30: MemTest86+, nalezena chyba

Jaké chyby takto můžeme najít? Mohou to být chyby hardwarové (vadný paměťový modul, paměťový slot, paměťový řadič, sběrnice na základní desce), ale problém taky může být špatně provedené přetaktování, jehož důsledkem je nestabilní chování systému. Chyba taky může být v napájecím zdroji, to se ale velmi těžko zjišťuje.

Pokud se při testování objeví chybové hlášení, musíme zjistit, v čem konkrétně je problém. Test opakujeme (podle potřeby i několikrát) a zjistíme, jestli se chyba opakuje v čase (pokaždé nebo někdy ano a někdy ne) a v místě (když se objeví, je vždy na téže adrese?). Pokud máme na základní desce víc paměťových slotů, přehodíme modul do jiného slotu a opět testujeme (když máme víc modulů, je

[6] Zdroj: http://www.geekstogo.com/forum/topic/246994-guide-to-using-memtest86/

dobré je testovat postupně nebo při opakování přehodit do jiných slotů).

Vyhodnocení testů:

- chyba se projevuje náhodně (v čase i místě) – problém může být v těchto komponentách:
  - základní deska (sběrnice) nebo procesor (paměťový řadič),
  - slabý napájecí zdroj (výkonově nestačí na požadavky systému),
  - paměťové moduly nejsou kompatibilní se základní deskou nebo navzájem mezi sebou, když kombinujeme víc různých,
- chyba se vyskytuje u téhož modulu i po přeložení do jiného slotu (resp. když máme víc modulů a přehodíme je, tak na jiné adrese): problém je v tomto modulu; když máme víc než jeden modul, měli bychom je otestovat každý zvlášť,
- pokud testujeme jen jeden modul a chyba se projevuje jen tehdy, když je tento modul v konkrétním slotu, pak je problém v tomto slotu (může být zaprášený nebo poškozený),
- pokud testujeme víc modulů a chyba se projevuje na stejné adrese i po jejich přehození, opět bude chyba ve slotu.

Další informace:

- Guide to using Memtest86+. *GeeksToGo*, July 21, 2009. URL: http://www.geekstogo.com/forum/topic/246994-guide-to-using-memtest86/

Úkol

Stáhněte si MemTest86+ a vyzkoušejte na některém svém zařízení.

Kapitola 3

Grafika

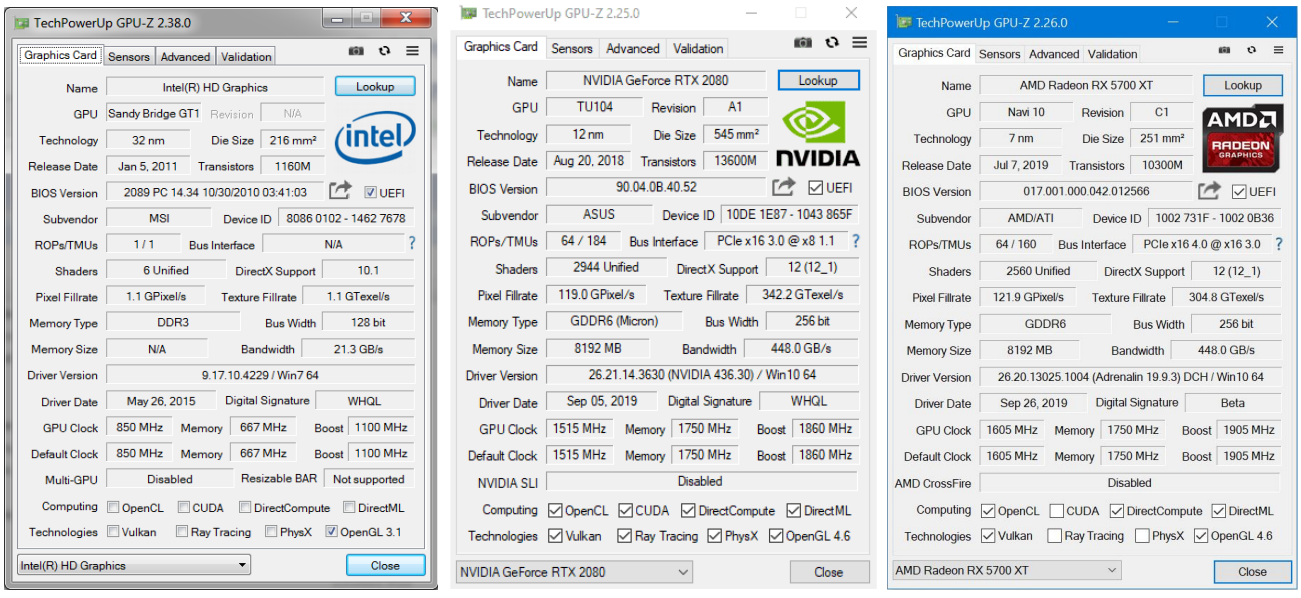
V této kapitole se zabýváme především grafickými kartami a zobrazovacími technologiemi.

3.1 Grafické čipy a grafické karty

Jak víme, existuje spousta výrobců a značek grafických karet (MSI, Asus, Sapphire, Gigabyte, Gainward, atd.), ale na naprosté většině z nich se nachází grafický čip od jednoho ze dvou výrobců: Nvidia nebo AMD.

3.1.1 Jak zjistit čip

Jak poznat, který grafický čip je na konkrétní grafické kartě, případně jaké grafické jádro je integrováno v procesoru? Pokud u daného počítače zrovna sedíme, můžeme využít běžné nástroje, se kterými jsme se seznámili na předchozích stránkách, nebo některý specializovaný nástroj. Například na obrázku 3.1 je výstup nástroje GPU-Z od Techpowerup (pozor, první písmeno je „gé“, nikoliv „cé“).



Obrázek 3.1: GPU-Z (integrovaná, Nvidia, AMD)[1]

Na prvním screenshotu je informace o integrované grafice Intel HD Graphics v procesoru Intel z rodiny Sandy Bridge (tj. 2. generace Core i), grafické jádro je vyrobeno 32nm technologií a využívá paměť DDR3 (je zřejmé, že si bere z paměťových modulů). Podporuje technologie DirectX verze 10.1 a OpenGL verze 3.1. Není to moc, ale na starší integrovanou grafiku celkem odpovídající. Pokud bychom klepli na tlačítko Lookup, zobrazila by se nám webová stránka s podrobnějšími informacemi o tomto grafickém jádře.

Na druhém screenshotu je info o grafickém čipu Nvidia GeForce RTX 2080 vyrobeném 12nm technologií vybaveném pamětí GDDR6 (na grafické kartě zn. Asus), na třetím screenshotu zase o čipu AMD Radeon RX 5700 XT vyrobeném 7nm technologií s tímtéž typem paměti.

3.1.2 Parametry grafických čipů

Jednotlivé parametry vyplývají také z obrázku 3.1. Výrobní technologie (litografie) má stejný význam jako u procesorů (tj. většinou platí čím menší číslo, tím lépe), velikost „oplatky“, tedy plochy tištěného obvodu, je celkem jasná, stejně tak počet tranzistorů. Podíváme se na další parametry.

✎ Pro připomenutí – existují různá *grafická API* (programovací rozhraní, frameworky), což jsou vpodstatě sady příkazů, objektů apod. pro manipulaci s 3D scénou (například v počítačové hře) nebo jinými matematicky popsanými objekty. K nejznámějším patří DirectX a OpenGL, další s těmito dvěma nějakým způsobem spolupracují (Direct3D, OpenCL, CUDA a další). Jedná se o knihovny, které existují pro různé operační systémy, kód v nich napsaný je tedy víceméně přenositelný mezi různými platformami.

Ať už se jedná o jakékoliv z těchto API, 3D scéna se skládá z objektů, jejichž základní reprezentace (tedy jejich povrchu) je ve formě sítě trojúhelníků nebo jiných jednoduchých grafických prvků. Vrcholy těchto prvků, ve kterých se typicky několik těchto prvků setkává, se nazývají vertexy.

Vertexy jsou tedy body na povrchu objektu, jejichž vhodným propojením získáme potvrch daného objektu, a pokud s vertexy manipulujeme, můžeme měnit tvar a pozici objektu. Čím víc vertexů pro objekt použijeme, tím jemnější detaily na povrchu objektu můžeme reprezentovat.

✎ *Shadery* jsou malé jednoduché programy, které provádějí stanovený druh výpočtu na zobrazované scéně, podle svého typu. Tento pojem se také může použít pro výpočetní jednotky, které tyto programy provádějí.

Shadery ve smyslu programů či kusů kódu existují v několika různých podobách, podle toho, co dělají:

- vertex shadery dokážou manipulovat s vertexy a tedy měnit tvar či pozici objektu,
- geometry shadery sice taky pracují s vertexy, ale trochu jiným způsobem – dokážou dynamicky přidávat nebo odebírat vertexy a tím vytvářet zajímavé animace,
- tessellation shadery mají podobnou úlohu jako geometry shadery (byly přidány v o něco pozdějších verzích API), jsou trochu více specializované: jejich účelem je dynamické zjemňování povrchů, přidávání detailů,
- pixel shadery slouží k transformaci 3D scény na 2D obraz, určují, na který pixel výstupu se která část povrchu objektu přetvoří (včetně například viditelnosti při překrývání objektů),
- sem tam se objeví i další specializovanější typy shaderů.

Většinu shaderů můžeme označit jako 3D shadery (pracují s vertexy, s 3D scénou), kdežto pixel shadery jsou 2D shadery (slouží k vytvoření 2D výstupu).

[1] Zdroje: vlastní, https://cryptocurrency-miner.com/gpu-z/, https://www.techpowerup.com/news-tags/GPU-Z

Shadery ve smyslu výpočetních jednotek se dnes obvykle používají ve formě unifikovaných shaderů, tj. podle potřeby dokážou měnit svou roli mezi vertex, geometry, pixel,... Na obrázku 3.1 vidíme rozdíl mezi integrovaným řešením a dedikovanými kartami. Ve všech třech případech jde o unifikované shadery, ovšem v počtu je hodně velký rozdíl.

✎ *TMU* (Texture Mapping Units) pracují s texturami, což jsou obvykle bitmapy/obrázky, které se mají namapovat na povrch jednotlivých objektů scény a určují barvu či strukturu povrchu daného objektu. Úkolem TMU je texturu upravit pomocí rotace, změny velikosti a dalších matematických operací tak, aby „pasovala“ na potvrch daného objektu.

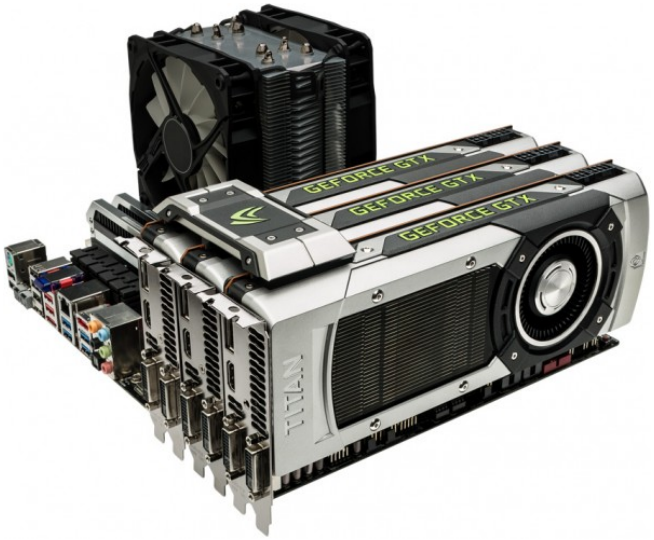
✎ *ROP* (Render Output Units, tedy renderovací jednotky, taky rasterizační jednotky) jsou součásti grafického čipu, které mají na starosti renderování, tedy vytvářejí finální 2D rastrový obraz a ukládají ho do frame bufferu, odkud je přenášen na výstup. Jejich úlohou je určit, jak který pixel výsledného obrázku bude vypadat, tedy na výstup pixel shaderů aplikuje textury přizpůsobené TMU jednotkami. ROP jednotky taky upravují obraz, aby vypadal realističtěji, například vyhlazují hrany provádějí anti-aliasing)

3.2 Propojení grafických karet

Na jedné základní desce můžeme mít ve skutečnosti více než jednu dedikovanou grafickou kartu. Tato technologie se označuje také jako *Multi-GPU*. Několik karet lze propojit pomocí tzv. můstku, karty pak spolupracují na společných výpočtech (například na výpočtu scén obrazu, který se odešle přes jednu z nich na monitor, nebo na různých matematických, fyzikálních či jiných výpočtech).

V současné době nemá moc smysl používat Multi-GPU pro hraní počítačových her, využití najde spíše pro náročné výpočty (strojové učení, neuronové sítě – hluboké učení, umělá inteligence, fyzikální výpočty apod.).

Každý ze dvou hlavních výrobců vyvinul pro tento účel svou vlastní technologii: NVIDIA má SLI, AMD zase CrossFire. Ukázky vidíme na obrázku 3.2.



Obrázek 3.2: NVIDIA SLI můstek pro tři karty[2]

[2]Zdroj: https://www.kitguru.net/components/graphic-cards/matthew-wilson/nvidia-ditches-enthusiast-key-limits-3-or-4-way-sli-to-specific-apps/

Pokud chceme využít některou z těchto technologií, potřebujeme podporu na všech těchto komponentách: základní desce včetně firmwaru, grafických kartách, a potřebujeme příslušný můstek (SLI nebo CrossFire). Dnes už není jednoduché najít podporované komponenty.

✎ V současné době NVidia nahrazuje technologii SLI nástupcem nazvaným *NVLink*. Z pohledu uživatele to funguje podobně (taktéž se používá speciální můstek), ale propojení mezi kartami je na logické úrovni jiné. Tato technologie míří spíše jinam než ke grafickému výstupu: je určena spíše pro vědecké výpočty, analýzu velkého množství dat, strojové učení.

3.3 Výkonnostní parametry

3.3.1 Odezva a frekvence

Podíváme se na pár pojmů, které souvisejí s grafickou kartou, monitorem a komunikací mezi těmito dvěma komponentami.

✎ *Obnovovací frekvence* se udává v Hz a platí, že čím vyšší, tím lepší (ale na druhou stranu se tím zvyšuje spotřeba). Technicky se jedná o počet snímků zobrazených za 1 sekundu, tedy frekvence 60 Hz znamená, že během sekundy se 60× změní obraz. Můžeme se také setkat se zkratkou FPS (Frames per Second).

U kancelářského monitoru si vystačíme s frekvencí kolem 60 Hz, u herního je typická frekvence 144 Hz, u těch nejlepších i kolem 500 Hz. Pokud by frekvence byla kolem 30 Hz nebo nižší, zhoršení kvality obrazu (horší plynulost až blikání) zaznamená i necvičené oko, taky může docházet k větší únavě očí.

Při dané frekvenci se vykresluje celý obraz. To znamená, že v daném intervalu se kabelem přenese do monitoru celý frame buffer (pro připomenutí: to je část paměti na grafické kartě, kde se kompletuje 2D obraz pro výstup na monitor, barevná hodnota všech pixelů) a jeho obsah se promítne na displej, přenastaví se hodnoty všech pixelů.

Obnovovací frekvence se dá nastavit, ale samozřejmě v určitých mantinelech. Horní hranice je dána především rozhraním, přes které je monitor připojen ke grafické kartě (přesněji jeho kapacitou), a zvoleným rozlišením. Čím vyšší frekvence, tím víc dat za časovou jednotku je třeba přenést, a čím větší rozlišení, tím víc dat za časovou jednotku je třeba přenést. Pokud chceme oba parametry vysoké, musíme mít dostatečně dimenzované rozhraní.

Například pokud máme HDMI verze 1.4 a chceme rozlišení 4K, musíme se spokojit s frekvencí 30 Hz. Ale ve verzi 2.0 už můžeme mít frekvenci 60 Hz. Kdybychom se spokojili s nižším rozlišením než 4K, můžeme nastavit ještě vyšší frekvenci než 60 Hz.

✎ *Doba odezvy* je vlastností monitoru. Je to doba, po kterou pro konkrétní pixel (nebo celou matici pixelů) trvá změna z černé na bílou a zpět na černou (tedy z aktivity 0 % se rozsvítí na 100 % a pak zase zhasne). Můžeme se setkat s termínem raise/fall (rozsvícení a zhasnutí).

Z pohledu uživatele znamená doba odezvy interval, v jakém se na displeji může projevit změna v obrazu, což zajímá především takové uživatele, kteří hrají akční hry.

Tento parametr se udává v jednotkách ms a závisí na typu displeje (IPS, VA apod.), kvalitě tranzistorů, tekutých krystalů, podsvícení a dalších vlastnostech. Typická hodnota je 5–10 ms (běžný kancelářský monitor), lepší displeje mají tuto hodnotu v rozmezi 1–5 ms (herní monitor). Čím menší, tím lepší.

Variantou tohoto parametru je grey-to-grey, kdy se měří doba přechodu mezi tmavě šedou k světle šedé a zpět.

Pokud bychom změřili tento parametr zvlášť pro různé pixely displeje, dost pravděpodobně dostaneme různé hodonoty: pro displej se udává hodnota, které dosahuje většina pixelů. Kvalitní displej by v době odezvy pixelů neměl mít velký rozptyl mezi různými pixely.

Nejlepší dobu odezvy mají OLED displeje (méně než 1 ms), ovšem ve větším měřítku vyjdou velmi draze. TN displeje mají dobrou dobu odezvy, ale v ostatních parametrech jsou podprůměrné, především v podání barev. IPS displeje mívaly dříve dobu odezvy spíše horší, ale situace se zlepšuje a dnes již není problém pořídit IPS panel s dobou odezvy pod 5 ms. VA panely mívají dobu odezvy dobrou, ale o něco horší podání barev než IPS.

Poznámka:

Jaký je vztah mezi obnovovací frekvencí a dobou odezvy? Předpokládejme frekvenci 60 Hz. To znamená, že obraz se překreslí 60× za sekundu, tedy (po obrácení zlomku) dostaneme $\frac{1000\text{ ms}}{6\text{ obrazů}} = 16,67$ ms délku intervalu, v němž se obnovuje obraz, což je právě obnovovací frekvence. Jak vidíme, při běžné obnovovací frekvenci nemá moc smysl kupovat monitor s odezvou pod 5 ms.

A co obnovovací frekvence 144 Hz? Podobným výpočtem se dostáváme k hodnotě $\frac{1000}{144} = 6,94$ ms, kde už pomalu začíná dávat smysl pořízení monitoru s obnovovací frekvencí pod 5 ms (nezapomeňte, že tato hodnota nebývá pro všechny pixely stejná – některé pixely jsou „rychlejší“, některé „pomalejší“, je lepší být pesimističtější). Při frekvenci 240 Hz se dostáváme na 4,17 ms.

Pokud si tedy chceme hrát s obnovovací frekvencí, měli bychom vědět, jakou odezvu zvládnou pixely na displeji. U displeje s horší odezvou nemá smysl jít na vyšší frekvenci, i kdyby to rozhraní umožňovalo. A taky berte v úvahu, že údaj o odezvě konkrétního displeje byl měřen v ideálním prostředí, s novým displejem a navíc už při měření platil pouze pro část pixelů, v reálu počítejte spíše s horší hodnotou než udává výrobce.

Input lag je zpoždění, ke kterému dochází při přenosu dat mezi jejich zdrojem (grafickou kartou) a cílem (obrazovkou). Tento parametr je ovlivněn nejen typem displeje, ale také rozhraním, použitým kódováním signálu při přenosu a případnou komprimací (rozhraní HDMI, DP a USB-C v režimu DP naštěstí přenášejí signál bez komprimace). Typické hodnoty bývají v desítkách ms. Jako u doby odezvy, i zde platí, že čím menší, tím lepší.

3.3.2 Synchronizace frekvence karty a displeje

Zatím jsme si řekli, že displej pracuje při určité frekvenci s určitou dobou odezvy. Ale co grafická karta? Ta taky pracuje na určité frekvenci, navíc se tato frekvence může dynamicky měnit (podobně jako u procesoru). To může být celkem problém. Grafická karta posílá data do rozhraní v určitých intervalech, ale displej je z rozhraní odečítá třeba v úplně jiných intervalech. Pokud se tyto intervaly „míjejí“, pak dostáváme trhaný či „plovoucí“ obraz, což asi nechceme. Tento problém nás nemusí moc zajímat u běžných obnovovacích frekvencí kolem 60 Hz, ale od 144 Hz výše už ano.

Jako první se objevila technologie *V-Sync* (vertikální synchronizace) – frekvence grafické karty je uzamknuta na hodnotu frekvence obrazovky, což však má negativní důsledky pro input lag. Jedná se o statické řešení.

Lepší je dynamicky synchronizovat frekvenci monitoru s frekvencí grafické karty. Tedy obrazovka průběžně přizpůsobuje svou frekvenci pracovní frekvenci grafické karty. V průběhu času se objevily tyto technologie dynamické synchronizace:

- *G-Sync* – proprietární řešení společnosti Nvidia, v monitoru je nutné mít speciální čip provádějící tuto synchronizaci, což monitor prodražuje o tisíce korun (výrobce monitoru platí licenční poplatek Nvidii),
- *Free-Sync* – odpověď od společnosti AMD, ovšem toto řešení je open-source a tedy volně dostupné všem výrobcům (nemusejí platit za licenci), navíc se implementuje ve firmwaru, není nutný další hardware,
- *Adaptive-Sync* – standard organizace VESA, je součástí specifikace VESA DisplayPort 1.2a, algoritmicky vychází z Free-Sync, ale vyžaduje propojení grafické karty a monitoru přes rozhraní DisplayPort verze alespoň 1.2a.

Pokud z nějakého důvodu chceme využívat některou z těchto technologií, musíme si pohlídat, aby byla podporovaná na obou stranách: musí ji umět jak grafická karta, tak i monitor, navíc je třeba tyto komponenty propojit vhodným rozhraním, ideálně DisplayPort co nejvyšší verze (HDMI lze použít jen u Free-Sync, a ani tam se to nedoporučuje, rozhraní VGA a DVI nelze použít vůbec). Navíc v operačním systému potřebujeme ovladač grafické karty podporující danou technologii.

Pokud je u monitoru uvedeno G-Sync Compatible, znamená to podporu Free-Sync i pro připojení ke kartě od Nvidie.

Tyto technologie bývají defaultně vypnuté, tedy je třeba provést aktivaci v OSD menu monitoru a v ovládacím programu grafické karty.

3.4 Grafická karta vs. procesor

Jak víme, mnohé procesory mají integrované grafické jádro, ale zde se zaměříme spíše na případ, že vedle procesoru máme dedikovanou grafickou kartu (tj. do slotu).

Pokud uživatelé potřebují výkonný počítač, mohou zvažovat, jestli investovat více spíše do procesoru nebo do grafické karty. Obecně platí, že grafická karta je důležitá pro specifický typ výpočtů prováděných SIMD instrukcemi (Single Instruction, Multiple Data) – grafika, multimédia, 3D modelování, počítačové hry, distribuované a paralelní výpočty, statistika, šifrování, komprimace apod., zatímco procesor je optimalizován spíše pro obecné výpočty.

Kdy potřebujeme spíše výkonnější grafickou kartu a kdy spíše výkonnější procesor? Má smysl mít výkonné obě tyto komponenty? Spolupracují spolu nebo každá z těchto komponent pracuje nezávisle? Je třeba si uvědomit, že nezávislé nejsou. Hlavní výpočetní komponentou je rozhodně procesor, přes ten jde ve skutečnosti vše. Grafická karta dostává kód i data přes procesor. Ten zajišťuje dekomprimaci a předzpracování dat, pak je tedy přepošle grafickému procesoru na kartě. Z toho vyplývá, že zkombinovat velmi výkonnou grafickou kartu s velmi slabým procesorem asi nebude dobrý nápad.

Rozlišme několik situací:

- Hráč her pro jednoho hráče, lokálně instalovaných, spíše strategické:
  takový uživatel preferuje velký displej s vysokým rozlišením (nemusí být vysoká frekvence), zde je důležitá velmi výkonná grafická karta. Procesor může být střední třídy (určitě ne velmi slabý).
- Hráč kompetitivních her pro více hráčů, z pohledu první osoby:
  v tomto scénáři je důležitá vysoká obnovovací frekvence, velmi dobrá odezva a input lag. Grafická

karta by měla být spíše lepší, ale velmi důležitý je výkonný procesor, který dokáže rychle připravit podklady pro práci grafiky.

- Uživatel provádějící náročné 3D simulace:
  zde je potřebná velmi dobrá grafická karta a výkonný procesor, protože také zde je třeba rychle připravovat velké objemy dat.
- Uživatel, který na počítači spíše pracuje, hry nanejvýš jednoduché:
  takový uživatel si vystačí s integrovanou grafikou, ale procesor by měl být spíše výkonnější (ale záleží na typu práce).
- Počítač používaný jako úložiště pro videa (běžné rozlišení), streamuje videa na televizi:
  stačí procesor nižší nebo střední třídy s dobrou integrovanou grafikou.
- Těžba kryptoměn na grafikách:
  tento scénář už není moc běžný, jen některé kryptoměny dnes má smysl těžit na grafických kartách. Pokud ano, pak se využívá pole grafických karet (rig).

Také rychlost sběrnice (šířka, verze) je důležitá.

Co se procesoru týče, pro počítačové hry není moc důležité, aby měl hodně jader, stačí 6–8 jader, což je dnes běžný standard. Hry totiž nebývají optimalizovány pro využití mnoha jader, několik jim stačí. Spíše než výkon na jádro je důležitější celkový výkon procesoru.

Takže úzkým hrdlem může být grafická karta (u většiny scénářů), procesor, ale také operační paměť a úložiště (disk), protože odtamtud jsou získávána data ke zpracování.

Další informace:

Zajímavý přehled parametrů konkrétních grafických čipů najdeme na https://gpu.userbenchmark.com/. Další přehledová stránka je například https://www.tomshardware.com/reviews/gpu-hierarchy,4388.html.

3.5 Grafický tablet

Většina lidí si pod pojmem tablet představí samostatné zařízení ve formě dotykové obrazovky, opatřené vlastním operačním systémem a spoustou aplikací. Původně se tento pojem v ICT používal pro dotykovou elektronickou podložku používanou jako vstupní zařízení k běžnému počítači, doplněnou elektronickým perem.

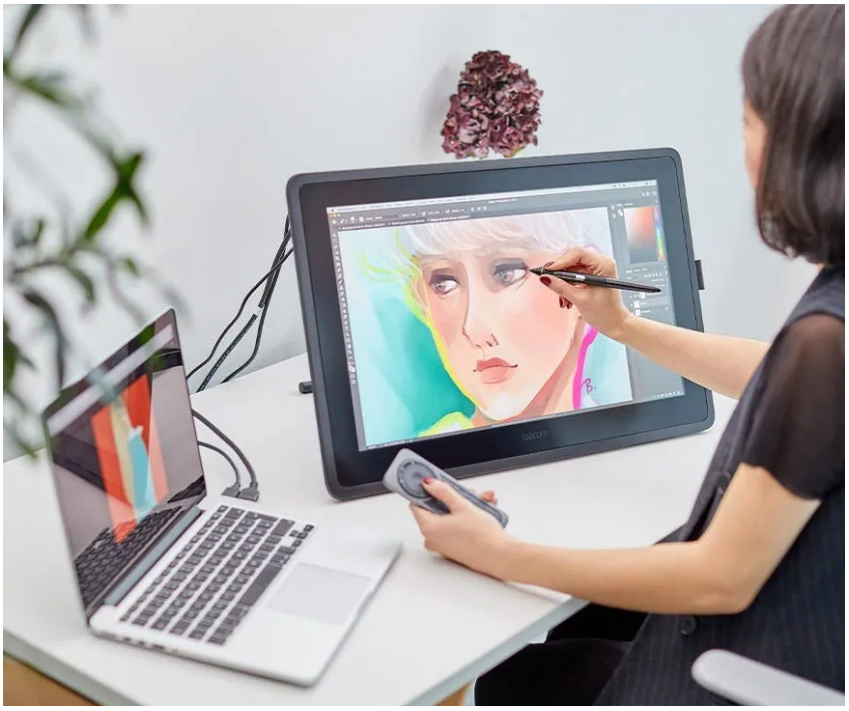
Grafický tablet je právě taková elektronická „placka“ s perem, bez vlastního operačního systému, zato připojená k jinému (hlavnímu) zařízení. Jednodušší grafické tablety jsou dotykové podložky bez displeje, různě velké, mohou být určeny například pro vkládání podpisu nebo rychlé načmárání poznámky. Dražší grafické tablety jsou opatřeny obrazovkou (a samozřejmě jsou taky dotykové), především ty větší jsou používány pro kreslení grafických návrhů.

Grafický tablet může sloužit také jako přídavný dotykový displej, což ve skutečnosti opravdu je.

U grafického tabletu řešíme zejména tyto parametry:

- pokud má displej, pak parametry displeje: většinou je IPS, ale liší se rozměry, úhlopříčka, rozlišení a procento pokrytí barevného prostoru Adobe RGB (typickou cílovou skupinou jsou totiž grafici),

[3] Zdroj: https://estore.wacom.com/



Obrázek 3.3: Grafický tablet s obrazovkou Wacom Cintiq 22[3]

- vlastnosti dodávaného elektronického pera, také počet rozpoznávaných úrovní tlaku (tím se může určovat třeba to, jak silná je nakreslená čára),
- u menších tabletů se řeší hmotnost, u těch větších ani ne, protože obvykle stojí na stole (pak je ovšem dobré podívat se na konstrukci stojanu, úroveň naklonění apod.),
- rozhraní pro propojení s počítačem či notebookem, což je dnes obvykle USB-C nebo kombinace USB-A a HDMI,
- dodávaný software: do počítače či notebooku je třeba nainstalovat ovladač, obvykle je také k dispozici další software pro konfiguraci a ovládání tabletu a integraci přídavných funkcí do grafického softwaru.

Úkol

V některém internetovém obchodě s elektronikou se porozhlédněte po grafických tabletech. Podívejte se, jaké typy se dají sehnat (například s obrazovkou nebo bez ní), v jakých cenových relacích, které značky jsou typické.

Kapitola 4

Další komponenty uvnitř počítače

4.1 Magnetická paměťová média

4.1.1 Opakování pojmů

O magnetických pevných discích bychom už něco měli vědět, jen si zopakujeme pár základních pojmů, a taky si řekneme, jak se nazývají v angličtině (někdy se nám to může hodit).

Součásti pevného disku:

- *plotny* (platters) – každá plotna má dva *povrchy*, na něž se zaznamenávají data,
- *osa* (spindle) – na osu jsou upevněny plotny,
- osa je poháněna (roztáčena) *elektromotorem* (spindle motor),
- *čtecí/zápisové hlavy* (heads) na společném rameni (head arm), přesněji soustavě ramen (head stack assembly), přičemž hlavy pro navzájem protilehlé povrchy sousedních ploten jsou na stejném rameni,
- soustavou ramen pohybuje (vychyluje je, vystavuje) *aktuátor* (malý přesný motor, což dřív býval krokový motor, dnes je to přesnější lineární motor založený na principu elektromagnetu), hovoříme o *mechanismu vystavování hlav*, pohybuje se vždy všemi rameny zároveň (ramena se nemohou „rozjet“),
- *deska* (PCB) s tištěnými spoji, najdeme ji na pouzdře pevného disku, na této desce máme veškerou logiku disku (firmware) včetně řadiče tohoto disku,
- úzký *datový kabel* propojující řadič s vychylovacím mechanismem ramene hlav,
- datové a napájecí *rozhraní* – konektory, přepínače, propojky (podle typu rozhraní).

Máme zde tedy dva motory:

- jeden z nich roztáčí osu s plotnami a jeho rychlost je jedním z důležitých parametrů disku (typicky 5400 RPM pro disky do notebooků a jiných menších zařízení, 7200 RPM pro disky do desktopů, od 10 000 RPM výše pro serverové disky),
- druhý vychyluje soustavu ramen s čtecími/zápisovými hlavami.

Řadič disku zprostředkovává komunikaci s diskem a také překládá logické adresy (LBA), se kterými pracuje operační systém a procesor, na fyzické adresy (určení konkrétních sektorů na disku).

Logická struktura pevného disku určuje, jak jsou data na plotnách organizována z hlediska firmwaru. Na pevném disku se data zaznamenávají pomocí *magnetických reverzací* (tj. míst s různě zmagnetizovanými místy), důležitá jsou místa, kde se právě mění orientace magnetického toku (proto „reverzace“).

Do podrobností už nebudeme zacházet, stačí nám vědět, že data se před záznamem kódují podobným způsobem jako při posílání přes síťové rozhraní (odbourávají se dlouhé posloupnosti nul nebo jedniček, aby se co nejvíc snížila chybovost čtení).

Nyní k pojmům souvisejícím s logickou strukturou disku:

- *stopa* (track) je kružnice na povrchu plotny; na každém povrchu je celá sestava soustředných stop o různých průměrech,
- *cylindr* (cylinder, válec) je souhrn stop se stejným průměrem přes všechny povrchy ploten v disku,
- *sektor* (sector) je úsek stopy; do jednoho sektoru se vejde přesně 512 B dat (tj. půl KiB), ale pokud je na disku použit systém *Advanced Format*, vejde se do jednoho sektoru 4 KiB dat (tj. osm původních sektorů).

Zatímco na starších discích byly hranice sektorů na jednom povrchu paprskovitě zarovnány přes všechny stopy (vzor „sluníčko“), dnes už tomu tak není, protože vnitřní sektory měly na svůj obsah výrazně méně fyzického místa než vnější sektory, přičemž do každého sektoru se mělo vejít totéž množství dat – dnes se používá systém ZBR (Zone Bit Recording), kdy je povrch se stopami rozdělen do zón, přičemž ve vnitřní zóně je na stopách méně sektorů než na stopách ve vnější zóně.

Firmware (řadič) zapisuje vždy celý sektor najednou, nedokáže zapsat jen do části sektoru, tj. sektor je nejmenší jednotka adresovatelná řadičem. Takže ať zapisuje cokoliv (data nebo metadata), vždy do „celých“ sektorů (množství zabraného místa se zaokrouhluje na celé sektory nahoru).

Z pohledu operačního systému (přesněji souborového systému) dále používáme pojem *cluster* (ve Windows) nebo *blok* (UNIXové systémy), přičemž se jedná o nejmenší jednotku adresovatelnou operačním/souborovým systémem. Jeden cluster/blok se skládá z několika sektorů, obvykle 4, 8, 16 nebo 32 sektorů (mocnina čísla 2). To znamená, že když operační systém ukládá na disk soubor, zabere vždy minimálně jednu tuto jednotku (množství celkově zabraného místa se zaokrouhluje nahoru na celé clustery/bloky).

Když kupujeme pevný disk, tyto parametry nás obvykle zajímají:

- kapacita,
- form factor – obvykle 3.5" nebo 2.5" (velikost pouzdra disku, abychom ho dokázali dostat do skříně počítače a upevnit ho tam),
- datové rozhraní a jeho verze (musí být podporováno v jižním mostě čipsetu):
  - SATA 1 (1.5 Gb/s), SATA 2 (3 Gb/s), SATA 3 (6 Gb/s) – čím vyšší verze, tím lepší,
  - SCSI (cca 3 Gb/s), SAS (Serial Attached SCSI) 1.0 (3 Gb/s), SAS 2.0 (6 Gb/s) – pro disky do menších serverů, je považováno za stabilnější než SATA,
  - Fibre Channel (FC) – rozhraní pro serverové disky, které mají být napojeny do Ethernetu,
  - USB – externí disky (nižší verze jsou méně problematické, vyšší zase rychlejší, typicky 2.0),
  - eSATA, FireWire – také pro externí disky, ale dnes už jsou méně běžné,
  - Thunderbold, ExpressCard, wireless – taktéž méně běžné,
- rychlost otáčení ploten – 5400 rpm, 7200 rpm nebo u serverových ještě víc,
- množství cache paměti u řadiče – obvykle 8–64 MB (více je lépe).

4.1.2 S.M.A.R.T.

S.M.A.R.T. (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology) je systém pro detekci a monitorování vlastností pevného disku, přičemž se sledují hlavně kritické vlastnosti, jejichž zhoršení může vést k chybnému chování až selhání disku. Tato technologie je dnes prakticky v každém disku a její provoz má na starosti řadič (firmware).

Různé disky poskytují různé typy informací, to závisí především na podporované verzi ATAPI (tj. čím novější disk, tím víc parametrů lze sledovat). Parametry se sledují neustále, ukládají se ve speciální oblasti na PCB disku, proto při přenosu disku do jiného zařízení se k nim také dostaneme, neztratí se.

Některé ze sledovaných parametrů:

- `Raw_Read_Error_Rate` – počet chyb při čtení,
- `Spin_Up_Time` – doba, po kterou trvá roztočení ploten (pokud se tato doba prodlužuje, může to znamenat blízký problém s roztáčením ploten, brzy může selhat elektromotor),
- `Reallocated_Sector_Count` – pokud je některý sektor označen jako chybný, jeho fyzická adresa je přiřazena „náhradnímu“ sektoru, aby nebyla porušena adresní posloupnost, a zde se ukládá počet takových přemapování (pokud tato hodnota postupně roste, je nejvyšší čas zálohovat a poohlédnout se po jiném disku),
- `Seek_Error_Rate` – počet chybných vystavení ramen s čtecími/zápisovými hlavami (je sice pravděpodobné, že příští vystavení již bude ok, ale pokud tato hodnota roste, může brzy selhat mechanismus vystavení hlav),
- `Spin_Retry_Count` – počet selhání roztočení osy s plotnami (opět může být následující pokus o roztočení úspěšný, ale rostoucí množství těchto chyb také může indikovat brzké selhání motorku),
- `Temperature_Celsius` – teplota uvnitř pouzdra disku, normálně by neměla překročit hodnotu 60 °C (spíše informativní parametr, obvykle nebývá předzvěstí poruchy).

Ke každému parametru máme tři hodnoty:

- *raw value* – konkrétní číslo pro daný parametr (například přímo počet chybných roztočení ploten nebo konkrétní hodnota teploty),
- *value* – „index spokojenosti s parametrem“, normovaná hodnota přemapovaná do rozsahu 0–100 (0 znamená maximální problém, číslo 100 znamená, že je vše ok),
- *thresh* – „limit pro riziko“, taktéž v rozsahu 0–100; pokud hodnota *value* klesne pod úroveň *thresh*, měli bychom zpozornět.

Také nám může být užitečná hodnota *worst*, která zachycuje normovaný údaj pro dosud nejhorší stav daného parametru.

Příklady údajů technologie S.M.A.R.T. jsou v tabulce 4.1. Podle těchto údajů je sledovaný disk vcelku v pořádku, třebaže se parametr `Seek_Error_Rate` postupně blíží limitu, kdy bychom měli reagovat.

Poznámka:

Technologie S.M.A.R.T. někdy nemusí fungovat (pokud je vypnutá v BIOSu), nebo může fungovat chybně (pokud je poškozen firmware disku, ale samotný disk pracuje bez problémů) – v druhém případě se klidně může stát, že S.M.A.R.T. je v červených číslech u všech parametrů (všude hlásí katastrofální stav), ale ve skutečnosti funguje čtení i zápis bezchybně.

ID#	Attribute	Flag	Value	Worst	Thresh	...
3	Spin_Up_Time	0x0007	079	079	011	...
7	Seek_Error_Rate	0x000f	061	058	051	...
194	Temperature_Celsius	0x0022	074	067	000	...

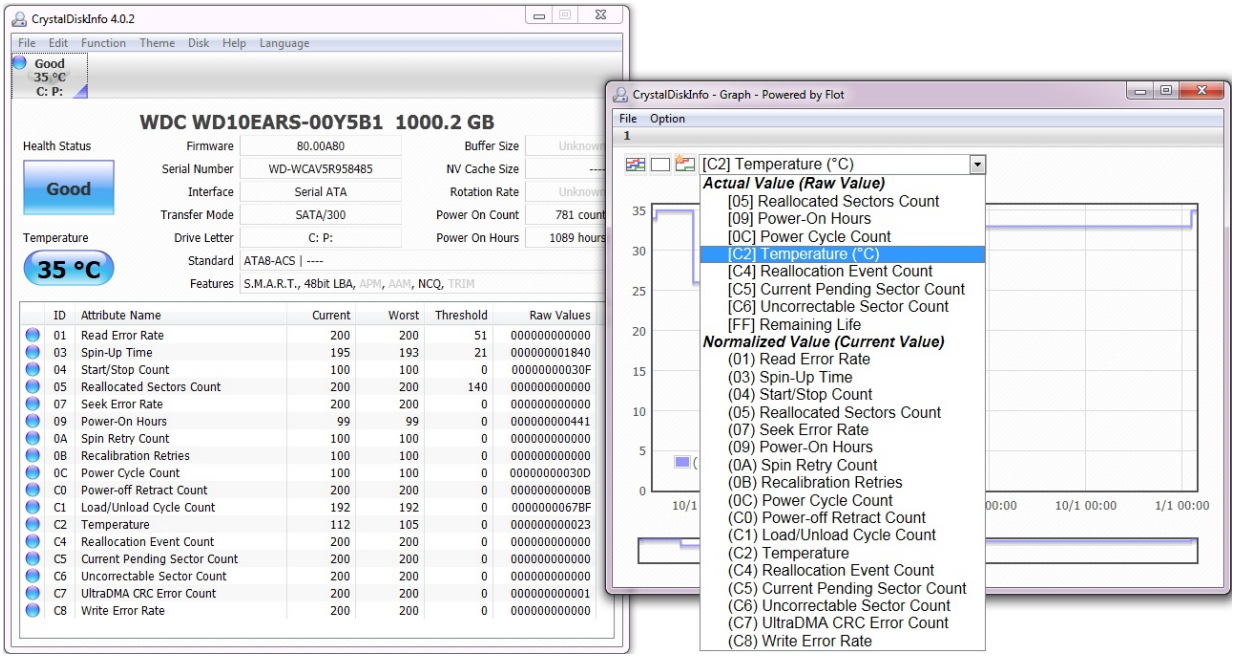
...	Type	Updated	When_failed	Raw_Value
...	Pre-fail	Always	-	6260
...	Pre-fail	Always	-	7863642
...	Old_age	Always	-	28 (Lifetime)

Tabulka 4.1: Example of several rows in S.M.A.R.T. table

Jak se k hodnotám S.M.A.R.T. dostat? Potřebujeme program, který nám tyto hodnoty zobrazí.

- Windows: HDDScan, CrystalDiskInfo, SpeedFan, HDD Health, SiSandra, Home Server SMART, atd.
- Linux: smartmontools package (obvykle už bývá instalován) – pro příkazový řádek, obvykle také máme instalovánu některou aplikaci s grafickým rozhraním.

CrystalDiskInfo je jednou z nejznámějších aplikací pro kontrolu S.M.A.R.T. ve Windows. Rozhraní vidíme na obrázku 4.1.

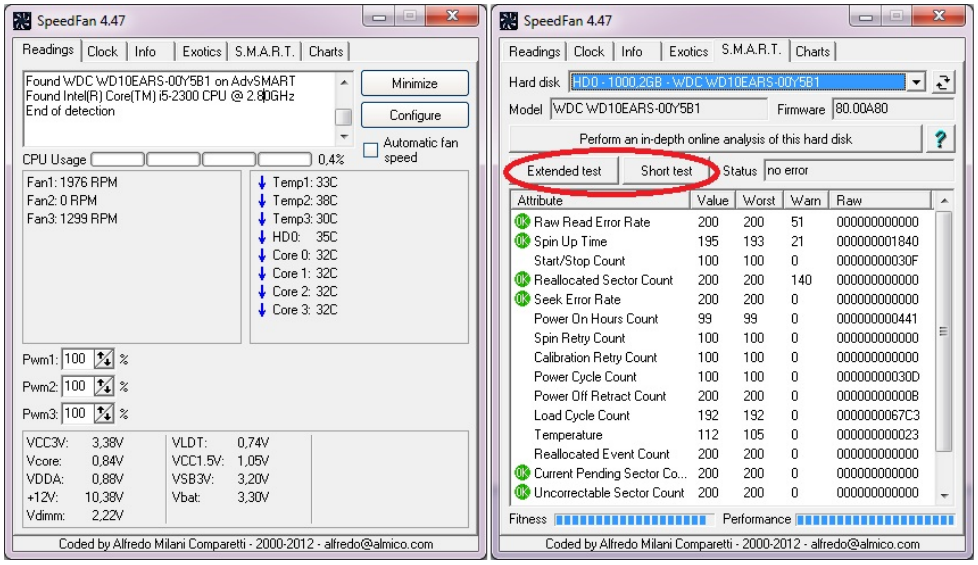


Obrázek 4.1: CrystalDiskInfo se S.M.A.R.T. atributy

SpeedFan dokáže sledovat víc různých položek – rychlost otáčení větráčků, napětí, teploty, a také S.M.A.R.T. atributy. Rozhraní je na obrázku 4.2.

Další informace:

- https://crystalmark.info/en/software/crystaldiskinfo/
- https://www.almico.com/speedfan.php



Obrázek 4.2: SpeedFan – monitorování a testování S.M.A.R.T. atributů

- https://www.hdd-tool.com/index.html

Úkol

Vyzkoušejte některý z nástrojů pro sledování S.M.A.R.T. atributů. Prověřte, jestli se některý parametr neblíží kritické hranici.

4.1.3 Testování chyb

Někdy potřebujeme otestovat disk, zda na něm nejsou vadné sektory. Pro tyto účely máme buď nástroje, které běží při spuštěném operačním systému (v každém operačním systému něco takového najdeme), nebo bootovací nástroje, které se snadněji dostanou až k testovanému hardwaru.

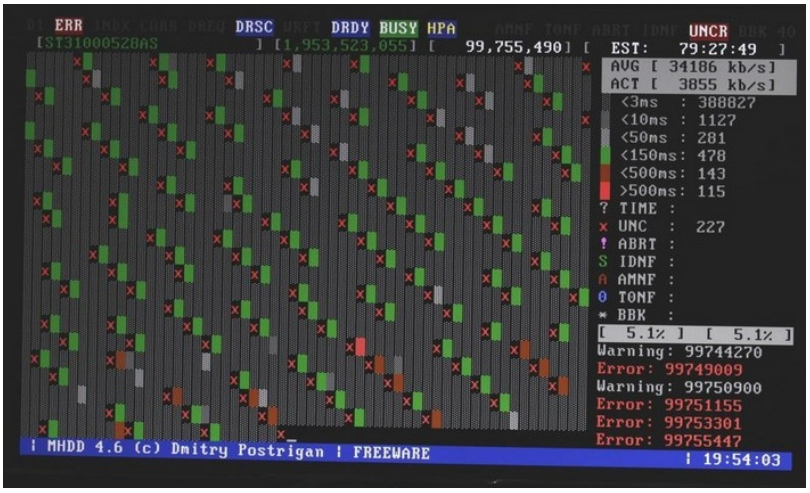
HD Tune existuje ve dvou edicích – HD Tune Pro je komerční software s velkým množstvím funkcí, HD Tune (bez „Pro“) je trial verze a může být zdarma používán pro osobní účely (ne pro komerční). Trial verze má méně funkcí, ale pro hledání chyb je dostačující.

MHDD je bootovací nástroj. Stáhneme ISO obraz, vypálíme na optický disk (ale existuje i varianta pro USB flash disk) a nabootujeme z něj. Trochu se podobá MemTestu, ale je třeba před samotným testováním provést určitou konfiguraci. Rozhraní vidíme na obrázku 4.3. Jediný problém tohoto nástroje je, že už dlouho nebyla uvedena nová verze, tedy s novějšími disky může mít problém.

Další informace:

http://www.hdtune.com/

[1] Source: http://k.zol-img.com.cn



Obrázek 4.3: MHDD[1]

Dále si můžeme na webu stáhnout nástroje přímo určené pro disky konkrétních výrobců (pro disky WD, Samsung, Seagate, apod.).

Existují i další nástroje, často jde o komplexnější bootovací systémy, kde jedním z obsažených nástrojů je nástroj pro testování disku. Oblíbené jsou například *Ultimate Boot CD* nebo *HardDisk Sentinel*.

Úkol

Vyzkoušejte některý z výše uvedených nástrojů.

Další informace:

- https://www.pcguide.com/hdd/
- https://www.datadoctor.biz/software.htm
- Test If Linux Server SCSI/SATA Hard Disk Going Bad. *Cyberciti.biz*. Last updated July 10, 2012. URL: https://www.cyberciti.biz/tips/linux-find-out-if-harddisk-failing.html

4.2 Flash paměti

V této sekci se budeme zabývat flash paměťmi, přičemž se soustředíme na SSD. Existují však i další vnější flash paměti – USB flash disky, paměťové karty nebo eMMC čipy (to jsou odlehčené levnější varianty SSD s jednodušším řadičem).

4.2.1 Vlastnosti a struktura NAND flash pamětí

SSD (Solid State Drive) je vnější paměť typu NAND flash (tj. elektronická paměť) vybavená vhodným řadičem. Co to znamená?

- NAND flash paměti jsou permanentní (tj. po odpojení od el. proudu jejich obsah zůstává),

- rychlost čtení je typicky vyšší než rychlost zápisu, nicméně obojí je vyšší než u klasického HDD disku,
- spotřeba energie se v průběhu činnosti moc nemění (na rozdíl od HDD, který spotřebovává energii jen tehdy, když se plotny otáčejí), obvykle bývá nižší než u HDD,
- životnost paměťových buněk není neomezená, závisí na několika faktorech (viz dále),
- na kvalitě řadiče závisí jak životnost, tak i přístupové doby pro čtení a zejména zápis.

Také u SSD existuje určité hardwarové a signální rozhraní.

Hardwarové rozhraní je

- SATA příslušné verze (doporučuje se 3.x), takové SSD zařízení má obvykle form factor podobný jako HDD (pouzdro většinou 2.5 palců),
- SATA Express urychluje komunikaci SATA přes linky PCIe, konektor je širší, „poskládaný“ z několika částí,
- mSATA a M.2 – SSD ve formě úzké rozšiřující karty,
- rozšiřující karta do slotu PCIe,
- externí, často s rozhraním USB nebo Thunderbolt,
- rozhraní U.2 je spíše vzácností, princip je podobný jako M.2 s NVMe, komunikace je urychlena napojením na linky sběrnice PCIe.

V současné době většiou koupíme SSD s hardwarovým rozhraním buď SATA nebo M.2 nebo ve formě rozšiřující karty do slotu PCIe. V případě SATA je signálním rozhraním AHCI stejně jako u běžných pevných disků, kdežto u M.2 se můžeme setkat se dvěma variantami – buď SSD komunikuje protokolem AHCI nebo rychlejším NVMe. Karta do PCIe obvykle komunikuje přes NVMe.

Jaký je rozdíl mezi AHCI a NVMe (NVM Express)? Signální rozhraní NVMe je optimalizováno pro hardwarová rozhraní s vysokou propustností (u SATA to nemá moc smysl, ale u rozhraní napojených na PCIe vyšších verzí už ano). Dokáže pracovat s více vlákny (využít vícejádrový procesor), podporuje více front příkazů (tj. mnohem lépe zvládá paralelizaci operací), provádění samotných operací je optimalizováno (například není nutné tolikrát přistupovat do registrů). Takže přes NVMe se komunikuje mnohem rychleji než přes AHCI.

Existují také adaptéry ve formě karet do PCIe×4, do kterých se zasadí M.2 SSD. Destička SSD se na adaptér připojuje prakticky podobně jako na základní desku (zasune se do slotu a druhý konec se upevní). Takový adaptér použijeme třeba tehdy, když na desce nemáme M.2 slot, nebo chceme vyřešit některé problémy (například některé SSD se při vyšším datovém toku přehřívají, a adaptéry mívají přídavné chlazení). Příkladem takového adaptéru je Angelbird Wings PX1.

Řadiče flash pamětí (flash memory controller) musejí být o něco inteligentnější a propracovanější než řadiče HDD disků. Na jejich kvalitě hodně závisí přenosové rychlosti (čtení i zápisu) a také životnost paměťových buněk. Veškeré postupy, které jsou dále popisovány, zajišťuje právě řadič.

Uvědomme si, že se to netýká pouze SSD a USB flash disků, ale také například SD karet a dalších vnějších flash pamětí.

Výrobci SSD si buď vyrábějí své vlastní řadiče, například Samsung (řadiče MDX) nebo OCZ (řadiče Indilinx). Další upravují existující (upravené a odladěné řadiče Marvell najdeme v SSD od Toshiby nebo značky Crucial), ostatní používají jednoduchý levný řadič SandForce.

4.2.2 Paměťové buňky

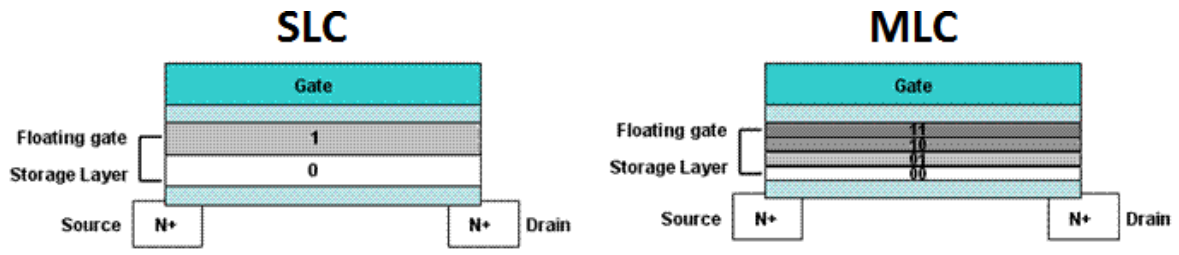
V paměťových buňkách flash pamětí se data ukládají ve formě elektrického náboje.

Pokud do takové paměťové buňky chceme uložit údaj, je možné to provést tak, že v buňce bude rozpoznáván určitý počet *úrovní napětí*. Například pokud má být buňka schopna uložit hodnotu jednoho bitu (tedy máme dvě možnosti: buď tam bude uložena hodnota 0, a nebo hodnota 1), pak buňka musí umožnit rozpoznání dvou úrovní napětí - jednu úroveň pro hodnotu 0, druhou pro hodnotu 1. Podle toho, jaká úroveň je v buňce indikována (nízká nebo vysoká), poznáme při čtení buňky, zde je v ní uložena hodnota 1 nebo 0.

V současné době se u SSD používají tři *typy paměťových buněk*:

- SLC (Single-Level Cell)
  - rozpoznávají se dvě úrovně napětí (0 % nebo 100 %), úroveň 0 % znamená uloženou hodnotu 1, úroveň 100 % znamená uloženou hodnotu 0,
  - do jedné buňky lze uložit 1 bit (uloženo 1 nebo 0),
  - počet zápisových operací pro jednu buňku je omezen na cca 100 000.
- MLC (Multi-Level Cell)
  - rozpoznávají se čtyři úrovně napětí (0, 33, 66 a 100 %), úroveň 0 % znamená uloženou hodnotu 3, úroveň 100 % znamená uloženou hodnotu 0,
  - do jedné buňky lze uložit 2 bity (uloženo binárně 11, 10, 01 nebo 00, tj. čísla 3, 2, 1 nebo 0),
  - počet zápisových operací pro jednu buňku je omezen na cca 3 000.
- TLC (Triple-Level Cell)
  - rozpoznává se osm ($2^3 = 8$) úrovní napětí (0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 a 100 %), úroveň 0 % znamená uloženou hodnotu 7, úroveň 100 % znamená uloženou hodnotu 0,
  - do jedné buňky lze uložit 3 bity (uloženo binárně 111, 110, 101, 100, 011, 010, 001 nebo 000, tj. čísla 7, 6, ..., 0),
  - počet zápisových operací pro jednu buňku je omezen na cca 1 000.
- QLC (Quad-Level Cell)
  - rozpoznává se šestnáct ($2^4 = 16$) úrovní napětí, úroveň 0 % znamená uloženou hodnotu 15, úroveň 100 % znamená uloženou hodnotu 0,
  - do jedné buňky lze uložit 4 bity.

Na jedné SSD kartě (ano, není to disk, ale karta, která může/nemusí být „zaobalena“ do podobného pouzdra jako HDD) mohou být MLC a TLC flash čipy kombinovány.



Obrázek 4.4: Srovnání paměťových buněk typu SLC a MLC[2]

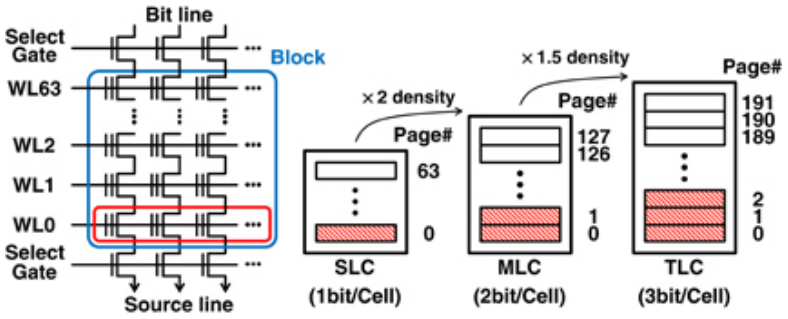
Jak vidíme, typ paměťové buňky má velmi podstatný vliv na životnost této buňky. Uvědomme si, že se stoupajícím množstvím dat, která lze do paměťové buňky uložit, stoupá počet potenciálních zápisů *exponenciálně*, proto se exponenciálně urychluje příchod konce životnosti buňky.

[2]Zdroj: http://en.expreview.com/2012/05/15/supersspeed-hyper-slc-ssd-review/23066.html

4.2.3 Organizace buněk

Paměťové buňky nejsou používány každá zvlášť, flash paměti obecně se vyznačují blokovou strukturou s využitím stránek.

Paměťové buňky jsou sdruženy do *stránek*. Z důvodu kompatibility řadičů SSD a HDD je velikost stránky typicky 4 KiB (tj. 4096 B). Tyto stránky jsou dále organizovány v *blocích*. Obvykle platí, že při použití SLC buněk je 64 stránek v jednom bloku (256 KiB na blok), u MLC buněk dvojnásobek – 128 stránek v jednom bloku (512 KiB) a u TLC buněk trojnásobek – 192 stránek v bloku (768 KiB).



Obrázek 4.5: Struktura flash paměti – stránky a bloky[3]

V hierarchii se ve skutečnosti jde ještě dále, ale vyšší členění už nemá přímo vliv na průběh zápisu. Bloky jsou organizovány do rovin (*plane*). V jedné plane je obvykle 1024 bloků a na jednom vyrobeném plátu (*die*, viz procesory v Technickém vybavení osobních počítačů) je vždy určitý počet planes. Výrobce může do jednoho flash čipu umístit určitý počet takovýchto dies, tedy jejich význam je spíše „fyzicky organizační".

Při použití SSD dochází vždy k jakémusi překladu adres: operační systém (resp. souborový systém) používá LBA adresy a nic jiného nezná, tedy např. sdělí řadiči, že na LBA adresu 335872 má uložit posloupnost dat xxx, tj. určitý soubor (pro jednoduchost předpokládejme, že se vejde na jednu stránku). Řadič se podívá do *mapovací tabulky* (mapping table), ve které je zachycen vztah mezi LBA adresami a fyzickými adresami konkrétních stránek na SSD (přesněji – bloků), a zjistí k této LBA adrese příslušnou fyzickou adresu. Z důvodu zvyšování životnosti se fyzická adresa stránek/bloků při změně jejich obsahu sem tam mění.

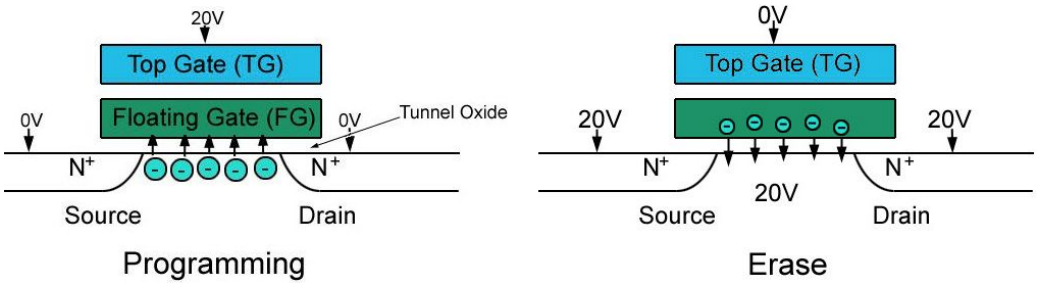
4.2.4 Průběh zápisu a čtení

Zápis a čtení na úrovni buněk. SLC bunky se mohou nacházet v jednom ze dvou stavů – buď jsou *vybité* (úroveň napětí 0, buňka nese údaj „1"), a nebo *nabité* (úroveň napětí 1, buňka nese údaj „0"). Výchozí stav buňky je „vybitá" (obsahuje 1), a pokud chceme do buňky zapsat hodnotu 0, je třeba ji naprogramovat (zvednout napětí). Naopak, kdy do buňky, která je „nabitá" (obsahuje 0), chceme zapsat hodnotu 1, musíme provést mazání (vybití).

Čtecí a zápisový proces řídí řídicí brána (top gate). Nabití a vybití se vztahuje ke stavu plovoucí brány, na obrázcích výše je označena jako *floating gate*.

Během nabíjení se do plovoucí brány dostávají přes izolační vrstvu (která je pod ní) elektrony, které po nabití zůstávají v bráně i po přerušení proudu (proto se jedná o permanentní paměť). Nabitá

[3] Zdroj: http://m.iopscience.iop.org/1347-4065/53/4S/04EE04/article
[4] Zdroj: https://blog.superuser.com/2011/02/10/the-modern-marvel-of-the-ssd/



Obrázek 4.6: Paměťová buňka typu SLC – vlevo průběh programování, vpravo průběh mazání[4]

plovoucí brána (obsahující elektrony, tj. záporně nabitá) pak tvoří elektrické pole, které brání průchodu elektrického proudu během čtení (proud neprojde ⇒ přečteme 0, proud projde ⇒ přečteme 1).

Pokud chceme do buňky zapsat hodnotu 1, je třeba plovoucí bránu vybít přivedením opačného napětí, které z brány *vytlačí* elektrony, jedná se o „mazání“ buňky.

Čtení tedy probíhá tak, že se přes řídicí bránu zavede na plovoucí bránu (coby tranzistor) nízké napětí (které přímo elektrony neovlivní) a změří se průchod napětí.

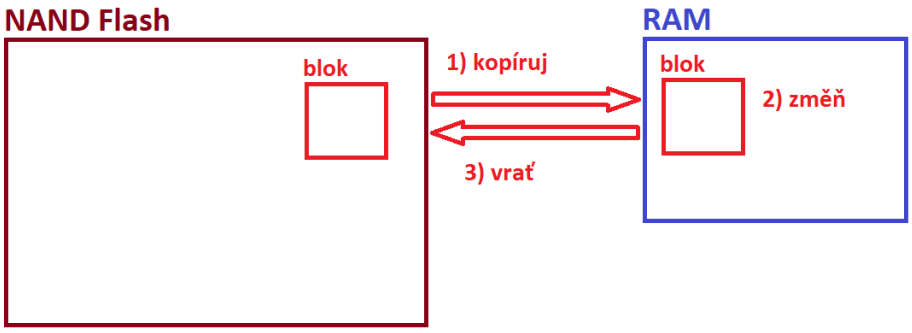
Čtení a zápis stránky. Operační systém pracuje se stránkami, což se plně respektuje při čtení z flash čipu, čte se vždy jedna stránka najednou. Ovšem zápis je složitější. Jakékoliv flash čipy (NOR jako vnitřní paměti i NAND jako vnější paměti) jsou paměti s blokovým zápisem, tedy se vždy maže a zapisuje celý blok. Na tento proces se podíváme podrobněji.

Pokud má být změněn obsah některého bloku (třeba i jen jediné stránky v tomto bloku, nicméně zapisuje se vždy celý blok najednou), postupuje se takto:

- Řadič používá rychlejší pomocnou paměť (buffer), která není permanentní.
- Pokud do dané stránky nebylo ještě zapisováno či byla smazána (všechny paměťové buňky jsou vybité, mají hodnotu binárně 1, 11 nebo 111 podle typu buňky), je situace jednoduchá – do příslušné stránky je možné data zapsat přímo.
- Pokud však příslušná stránka není označena jako smazaná, je třeba provést smazání (celého bloku), a pak teprve zapisovat. Postup:
  - Do *bufferu* se zkopíruje obsah celého bloku, ve kterém se stránka nachází.
  - Blok je podroben operaci smazání, teď všechny paměťové buňky obsahují binárně maximální možnou hodnotu.
  - V bufferu se provede kompletace finálního stavu bloku, tj. do příslušné stránky provedeme zápis, v této chvíli máme v bufferu blok zkompletován v tom stavu, v jakém ho budeme chtít přímo ve flash paměti.
  - Obsah bufferu (jeden blok) je zapsán na příslušné místo do flash paměti.

Nejpomalejší z výše popsaných operací je operace mazání, a to až řádově.

Kdyby bylo nutné provádět mazání bloku při každém zápisu do paměti, pak by tento zápis byl vždy velmi pomalý. Nové flash čipy jsou smazány už z výroby, tedy zápis do „nových“ stránek je velmi rychlý, pomalý je až zápis do stránek, kde „už něco bylo“. Řadič se (pokud je to možné) pokouší pro zápis nových dat vybírat spíše takové stránky, které už jsou předem smazány, čímž kladně ovlivňuje rychlost zápisu. Pokud mají být přepsána existující data, zápis nemusí nutně být proveden do téže stránky, ve které data byla původně – stránka je označena jako nepoužívaná a určená ke smazání (ale není smazána), a je vybrána jiná (už předem smazaná) stránka.



Obrázek 4.7: Zjednodušený průběh modifikace bloku

U používanějších flash pamětí proto dochází k situaci, kdy žádné volné nesmazané stránky nejsou k dispozici, a tedy se řadič mazání bloků nevyhne. Proto u takových disků může docházet k postupnému zvyšování doby zápisu. Kvalitní řadič si však s tím dokáže poradit a bloky, ve kterých je takto označeno dostatečné množství stránek, operativně maže a tím připravuje k rychejšímu zápisu.

4.2.5 ATA TRIM

Jeden z ATA příkazů (tj. fungující přes rozhraní SATA, operační systém tento příkaz může poslat řadiči) je TRIM. Aby bylo možné tento příkaz používat, musí mu „rozumět“ jak řadič, tak i operační systém, což bychom si u řadiče měli ověřit při koupi SSD, u operačního systému bychom tuto informaci měli znát z výuky Technického vybavení.

Příkaz ATA TRIM má řešit jisté „nedorozumění“ mezi fungováním flash pamětí a běžným chováním souborových systémů. Pokud v souborovém systému (FAT, NTFS, ext3fs apod.) smažeme soubor, ve skutečnosti není smazána celá oblast, která dotyčný soubor obsahovala, ale pouze je odstraněn odkaz na tento soubor v příslušných datových strukturách, které si souborový systém vede: v adresáři (složce), kde byl soubor umístěn, je smazána příslušná evidenční položka s přístupovými a bezpečnostními údaji o souboru, a dále v tabulce volných clusterů/bloků je daný cluster/blok označen jako volný. Ovšem řadič flash paměti není informován o tom, že oblast, kterou soubor fyzicky zabíral, už není využívána a může být smazána, proto ji nemůže přiřadit jinému souboru.

V případě klasického pevného disku by to problém nebyl, protože umístění souboru do konkrétních clusterů určuje přímo operační (resp. souborový) systém, ale u SSD je to čistě věc řadiče.

Pokud operační systém podporuje příkaz ATA TRIM, dokáže řadiči sdělit, které clustery (mapované na stránky ve flash paměti) jsou ve skutečnosti volné, a řadič následně může k nim přidružené stránky označit jako určené ke smazání (smažou se až tehdy, když řadič stanoví ke smazání celý blok). Využitím ATA TRIM tedy uvolňujeme kapacitu flash paměti, osvobozujeme ji od „virtuálně zabraných“ stránek, důsledkem je zvýšení rychlosti zápisu (protože více bloků je včas smazáno, řadič má více na výběr, do kterých stránek zapisovat).

Aby nedošlo k nedorozumění: ani pokud se ATA TRIM nepoužívá, nehrozí, že by dříve používané stránky zůstaly nedostupné. Pokud určitá stránka dřív obsahovala data souboru, který byl v souborovém systému označen jako smazaný (nebo zkrácený), pak řadič zjistí, že na tuto stránku může něco ukládat, nejpozději ve chvíli, kdy operační systém na tu adresu bude chtít něco uložit.

Další informace:

- Windows: https://www.digitalcitizen.life/simple-questions-what-trim-ssds-why-it-useful
- Linux: http://blog.neutrino.es/2013/howto-properly-activate-trim-for-your-ssd-on-linux-fstrim-lvm-and-dmcrypt/

4.2.6 Životnost paměťových buněk

Než dojde k naprostému ukončení životnosti paměťové buňky, probíhají procesy, kterými se řadič pokouší životnost prodloužit.

Vliv operací mazání na životnost flash paměti. Kdykoliv dochází k zápisu do paměťové buňky, opotřebovává se *izolační vrstva*, přes kterou procházejí elektrony při mazání a zápisu do buňky – když už je příliš poškozená, řadič ji označí za vadnou a buňka není dále používána (vlastně celý blok). Likvidační jsou především operace mazání, protože ty se provádějí vždy pro celý blok najednou (navíc zápis do stránky je obvykle spojen se smazáním celého bloku, ve kterém se stránka nachází, má tedy smysl počítat spíše operace mazání než zápisu).

Věc se komplikuje tím, že postupem času v izolační vrstvě uvíznou sem tam nějaké elektrony, čímž se (kromě samotného ničení izolační vrstvy) také zhoršuje možnost správného přečtení obsahu buňky, zachycené elektrony tento výsledek ovlivňují. Řadič se to pokouší kompenzovat zvýšením čtecího proudu a jeho aplikováním po delší dobu, což však může ještě zvýšit rychlost opotřebení izolační vrstvy a prodloužit dobu zápisu. Pokud už délka zápisu přesáhne stanovenou mez, blok taktéž přestane být používán.

Řadič u každého bloku eviduje počet provedených mazacích cyklů. Tato hodnota je pak důležitým ukazatelem při algoritmech vyvažování zátěže (určujeme, které bloky budou pro zápis používány přednostně – spíše ty, které byly dosud méněkrát mazány).

Zvyšování životnosti buněk. Výše naznačené limity životnosti (například 3000 cyklů pro MLC buňky) vypadají hrozivě. Ale uvědomme si, že ne každý den přepisujeme celý obsah flash paměti.

Řadič to samozřejmě nemůže nechat *jen tak*. Některé možnosti zvýšení životnosti byly popsány výše, především efektivnější stanovování stránek pro zápis. Další možnosti:

- Kromě deklarovaného množství paměti disponuje řadič ještě (často nezveřejněným množstvím) paměti navíc (obvykle asi tak o třetinu). Tato paměť je používána pro nahrazování (přemosťování) oblastí paměti, jejichž životnost již vypršela.
- Frekventované soubory (log soubory apod.) bývají čas od času přesouvány na stránky, na kterých nejsou paměťové buňky příliš opotřebované. Toto vyrovnávání opotřebení se nazývá *statický Wear Leveling*.
- Řadič má implementovány algoritmy *dynamického Wear Levelingu*, které se používají při každém zápisu. Obecně to znamená, že přednostně jsou pro zápis používány stránky s nižší mírou opotřebení, aby zápisové a následně čtecí doby byly co nejdelší dobu nízké.
- V operačním systému bychom měli vypnout určité funkce, které nejsou potřeba a zbytečně snižují životnost flash paměti, ideálně by to měl provést samotný operační systém (pokud detekuje flash paměť) – vypnout defragmentaci, omezit používání log souborů, dočasných souborů, případně cookies, ve Windows funkce Prefetch a Superfetch, Ready Boost, Volume Shadow Copy, atd.

Vzhledem k tomu, jakým způsobem dnes řadiče flash pamětí fungují, výrobci nabízejí garanci životnosti v rozsahu 3–5 let, u kvalitnějších i déle. Pokud na SSD nezapisujeme každodenně kvanta dat, životnost naprosto dostačuje a odpovídá běžné životnosti celého stroje.

Pokud máme pocit (umocněný použitím některého z následně uváděných nástrojů), že nás SSD se blíží konci svého života, můžeme ho i dále bez problémů používat pro data, která jen velmi zřídka měníme a spíše je čteme (například zásobárna filmů, ty moc nemažeme). Čtením se totiž paměťové buňky nijak neopotřebovávají.

Výrobní proces. Další parametr, který ovlivňuje životnost paměťových buněk, je výrobní proces. Výrobci se snaží přecházet na „menší“ výrobní proces (co nejmenší tranzistory), což dnes znamená 14nm planární proces (planární, protože tranzistory jsou v jedné rovině). Výhodou je úspornější provoz (berou méně energie) a nižší výrobní cena jedné TLC nebo MLC buňky (do stejného místa se vejde více buněk), ale problém je další snížení životnosti, protože s menšími buňkami se při zápisu hůř manipuluje a brána se ničí rychleji.

Zajímavým řešením je výrobní technologie 3D NAND (také V-NAND), kde se zůstává u větších tranzistorů (36–40 nm), ale paměťové buňky se vrství do více rovin. Místo se ušetří také, jen jiným způsobem, a přitom zůstávají výhody větších tranzistorů (především co se týče životnosti a celkově snadnější výroby). S technologií 3D NAND přišel Samsung, později se připojil Micron.

Co když selže napájení? Pokud dojde k výpadku, nehrozí u SSD pád hlavičky na povrch, protože tam žádné hlavičky nemáme. Ale slabé místo máme jinde. Paměťový řadič totiž používá speciální buffer (paměť typu RAM) při zápisu dat nejen pro samotná data (kompletují se zapisované stránky), ale také pro mapping table (alokační tabulku). Tato tabulka je sice primárně uložena ve flash paměti, ale protože flash je příliš pomlá, při startu je její kopie přenesena do bufferu a tam také používána. V této tabulce jsou informace o mapování logických (LBA) adres na fyzické adresy, takže pokud tato tabulka není aktuální či dokonce je poškozena, data na SSD se sice neztratí, ale nedají se dohledat (nevíme, co na které adrese hledat).

Mapping table se při vypínání systému ukládá z bufferu zpět do flash čipu. Pokud dojde k výpadku proudu, nestihne se tento transfer provést a na flash čipu tedy máme neaktuální tabulku. Problém je nejen s těmi soubory, které jsme nově vytvářeli nebo naopak odstraňovali (pak v tabulce chybí nebo přebývají záznamy), ale také s těmi soubory, které se na SSD nějakým způsobem měnily (jejich délka) nebo přemísťovaly – například při uplatňování statického Wear Levelingu. Všechny tyto soubory budou běžnou cestou nedosažitelné, tabulka nebude konzistentní. Takto poškozený SSD se sice dá většinou obnovit, ale je to časově a finančně náročné.

Pokud se jedná o SSD v notebooku s funkčním akumulátorem (baterií), není problém, výpadek se přežije. U zařízení bez akumulátoru je řešení na straně výrobce SSD: pokud jsou do SSD přidány kvalitní keramické kondenzátory, pak firmware při detekci výpadku bude mít ještě dost energie na uložení mapping table na flash čip. Jenže z cenových důvodů tak mnozí výrobci nečiní a riziko zůstává… Pak je jedinou obranou pravidelná záloha.

Další informace:

- https://storageswiss.com/2013/05/16/the-unknown-risk-of-ssd-mapping-tables/
- https://codecapsule.com/2014/02/12/coding-for-ssds-part-3-pages-blocks-and-the-flash-translation-layer/

4.2.7 Ještě k rychlosti

Když kupujeme SSD, obvykle se díváme na výrobcem uvedené přenosové rychlosti (čtení a zápis). Ale uvědomme si, že uváděné rychlosti jsou měřeny v laboratorním prostředí s optimalizovanými datovými toky, navíc se většinou jedná o *sekvenční čtení a zápis* (dlouhý soubor dat). Jenže v praxi se spíše setkáváme s větším množstvím malých souborů, což je něco úplně jiného.

Rychlost čtení a zápisu závisí na více parametrech. Kromě toho, jaká data se čtou/zapisují (dlouhý stream dat nebo spousta malých souborů), jsou důležité i tyto vlastnosti:

- komunikační rozhraní (hardwarové i softwarové),
- řadič (některé řadiče pokulhávají právě na malých souborech),
- typ paměťových buněk (SLC, MLC, TLC),
- velikost cache paměti a její typ, atd.

U paměťových buněk platí, že čím víc napěťových úrovní se v nich rozlišuje, tím pomalejší je zápis. Takže do TLC buňky se bude zapisovat pomaleji než do MLC, nejrychlejší zápis bude do SLC buňky.

A tady nastupuje důležitost cache pamětí. Pokud se totiž ve frontě hromadí příkazy na zápis (což je u TLC pravděpodobnější než u jiných typů), musí se zapisovaná data a k nim příslušející metadata někam dočasně uložit, tedy do cache. Proto u SSD používajících TLC buňky je potřeba dostatečně velká a rychlá cache.

Cache a buffer jsou dvě různé věci. Víme, že buffer se používá pro zkompletování zapisovaných stránek, tam je vhodné používat klasickou SDRAM technologii. Ovšem na SSD cache jsou trochu jiné požadavky, a výrobci obvykle používají *SLC cache* – část paměťových buněk dají typu SLC (drahé, rychlé, malé množství) a používají je jako vyrovnávací paměť při příliš velkém datovém toku při zápisu, když řadič nestíhá zapisovat do (levných pomalých) TLC buněk.

V běžném provozu TLC SSD nemají problém – jejich SLC cache stíhá vyrovnávat rychlosti. Ovšem když datový tok pro zápis delší dobu neustává (velké množství malých souborů), většina těchto zařízení začne zpomalovat, a týká se to opravdu většiny značek. Čím větší je SLC cache, tím méně trpí TLC SSD zpomalováním zápisu.

Úkol

V některém internetovém obchodě najděte nabídku SSD. Projděte si možnosti filtrování podle kategorií/vlastností (když tam nebude, zvolte jiný obchod), mělo by tam být hardwarové rozhraní (obvykle je nazváno prostě „rozhraní“). Zjistěte, jaký typ paměťových buněk konkrétní SSD obsahuje, případně další uváděné parametry (každý výrobce je jinak sdílný). Srovnejte „papírové“ rychlosti čtení a zápisu u různých produktů s různými typy rozhraní. Podívejte se, zda konkrétní zařízení podporují ATA TRIM (pozor, není řečeno, že přes signální rozhraní NVMe nejde poslat žádný ATA příkaz – jde).

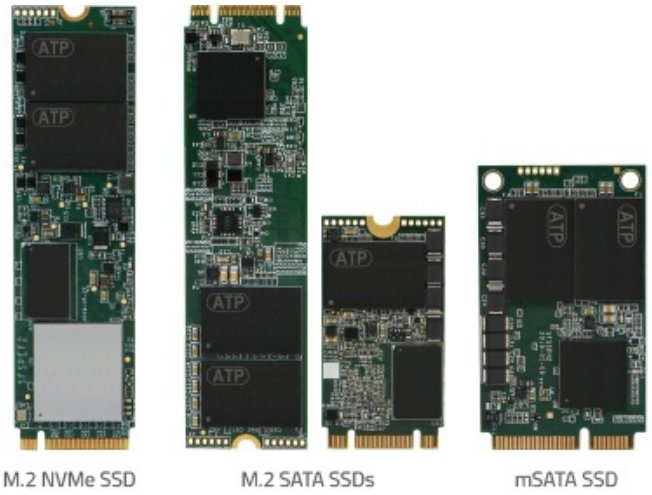
4.2.8 M.2 SSD

Do slotu M.2 se většinou dávají SSD, ale existují i Wi-fi moduly patřící do tohoto slotu. V dokumentaci se obvykle označuje jako socket, přesněji socket3, ale fyzicky se jedná o slot – piny jsou v jedné řadě. Číslo v označení „Socket 3“ znamená určení – trojka je právě pro SSD.

SSD může komunikovat buď přes SATA linky, nebo přes PCIe linky (tj. NVMe), PCIe linky může využívat dvě (označení 2×) nebo čtyři (označení 4×). Nebo zvládne obojí – SATA i PCIe. Jak poznáme, přes co SSD komunikuje? Podle klíčování (výřezů na SSD, resp. můstků ve slotu):

- Pokud je na přípojné hraně SSD jeden výřez (M-key, obrázek 4.8 vlevo), pak tato karta komunikuje pouze přes PCIe se čtyřmi linkami.
- Pokud jsou na přípojné hraně SSD dva výřezy (= M+B key, obrázek 4.8 uprostřed), pak tato karta umí SSD i PCIe, s tím se setkáváme nejčastěji.

Možností je ve skutečnosti více, tyto dvě jsou nejčastější.



Obrázek 4.8: Různé typy M.2 SSD ve srovnání s mSATA SSD[5]

Dále se v dokumentaci k základním deskám můžeme u popisu M.2 slotu setkat s řadou čtyř- a pěticiferných čísel, například: `2242/2260/2280/22110`. Tato čísla se vztahují k povoleným rozměrům karty, kterou je možné do slotu zasunout (ty kartičky totiž mohou mít různé rozměry). První dvě číslice určují šířku (zde u všech možností 22 mm), další dvě nebo tři číslice délku (tj. nejdelší povolené SSD je 110 mm). Dodržení délky je důležité, protože to určuje, kde jsou dírky na zašroubování zajišťujícího šroubku na konci modulu (na SSD to vidíme jako půlkruhový výřez na opačné straně než kde je přípojná hrana).

Příklad

Celá specifikace v dokumentaci k základní desce může vypadat třeba takto:

`1× M.2_ socket 3 with M key, type 2242/2260/2280/22110 storage devices support (SATA and PCIe 3.0 × 4 mode`

To znamená, že slot je typu M key (takže SSD M+B se dvěma zářezy tam bude pasovat), SSD má mít šířku 22 mm a jednu ze čtyř délek: 42, 60, 80 nebo 110 mm. Komunikuje se buď přes SATA, nebo přes PCIe verze 3.0, při PCIe se používají 4 komunikační linky.

Na některých základních deskách se můžeme setkat s M.2 slotem označeným jako E-key. Do takového slotu nedáme SSD, je určen pro speciální moduly Wi-fi.

[5] Zdroj: https://www.atpinc.com/blog/what-is-m.2-M-B-BM-key-socket-3

Další informace:

https://www.atpinc.com/blog/what-is-m.2-M-B-BM-key-socket-3

4.2.9 Nástroje

Co se SSD týče, může se hodit nástroj, který sleduje S.M.A.R.T. hodnoty. Na rozdíl od klasických pevných disků je určení životnosti SSD (tj. dopočítání ukazatele z hodnot poskytnutých řadičem) poněkud náročnější, ne všechny nástroje ji zvládají dostatečně kvalitně.

Stejně jako u klasických disků, i zde můžeme využít známý *CrystalDiskInfo*, ovšem jeho odhady životnosti z načítaných hodnot nejsou moc přesné. O něco přesnější výsledky podává *SSDLife*, který od chvíle své instalace neustále sleduje jednotlivé parametry a své výsledky průběžně zpřesňuje (takže jím uváděné hodnoty jsou postupem času čím dál kvalitnější).

Vytvořit image disku lze pomocí nástroje *Paragon Backup & Recovery Free* nainstalovaného ve Windows, kdy poškozený disk (pokud je vyjmutý) připojíme přes tutéž redukci jako klasický disk (záleží na datovém rozhraní, které na SSD máme, SATA či jiné). Pokud se to nepovede, můžeme vyzkoušet získání dat pomocí některé Linux Live distribuce. Pro záchranu dat se často používá distribuce *Parted Magic*.

Pokud chceme otestovat SSD (ovšem pozor, snižujeme tím jeho životnost, takže to nemá být pravidelná činnost), můžeme použít například *HD Tune*. Tak zjistíme, jaké jsou skutečné přenosové rychlosti pro zápis a čtení. Z bezpečnostních důvodů (míněno z pohledu životnosti) je však lepší spolehnout se na nezávislé srovnávací testy na webu nebo ve specializovaných časopisech.

Další informace:

- https://www.extremetech.com/gaming/210492-extremetech-explains-how-do-ssds-work
- https://thessdguy.com/how-controllers-maximize-ssd-life-better-wear-leveling/
- https://pctuning.cz/article/technologie-a-zajimavosti-z-oblasti-ssd-disku
- https://www.kioxia.com/en-jp/rd/technology/multi-level-cell.html
- https://www.red-gate.com/simple-talk/databases/sql-server/database-administration-sql-server/storage-101-understanding-the-nand-flash-solid-state-drive/

4.3 Napájení a chlazení

4.3.1 Napájecí zdroj

Napájecí zdroj (Power supply unit, PSU) konvertuje střídavý proud (AC) na stejnosměrný (CC) s přizpůsobením napětí do několika různých napěťových úrovní.

Pro napájecí zdroje existuje několik form factorů:

- ATX a ATX12V (nejběžnější u klasických desktopů),
- TFX („thin“, tenký, určený pro malé nízké počítačové skříně), SFX (pro malé skříně typu SFX),
- externí zdroj pro notebooky a jiná přenosná zařízení, atd.

Jak zacházíme se zdrojem:

- Do zapájecího zdroje nezasahujeme (ani ho neotevíráme), pokud to neumíme (bývá tam dokonce nálepka s varováním). Za normálních okolností to ani není třeba. Dokonce ho při rozmontování počítače můžeme nechat zapojený do energetické sítě, pokud se uzemňujeme vodivým připojením ke kostře počítačové skříně (potřebujeme napojení na zemnicí kolík).
- Pokud chceme počítač přenášet nebo má být delší dobu vypnutý, je lepší použít vypínací tlačítko, které má dnes většina ATX zdrojů (najdeme vzadu zvenku).
- Bereme v úvahu, že ještě určitou dobu po odpojení od energetické sítě je zdroj pod napětím, kondenzátory si chvíli napětí udrží. Pokud chceme zdroj opravdu vybít, odpojíme od sítě a pak dlouze stiskneme napájecí tlačítko na zařízení (vpodstatě zapneme odpojený počítač), případně to provedeme několikrát. Tím vybijeme kondenzátory. Nebude fungovat u zařízení s integrovanou baterií (tj. pokud to jde, vyjmeme baterii).
- Dovnitř zdroje nic nestrkáme (hlavně nic vodivého, když jsme nevybili kondenzátory, a nic, co by se tam mohlo zaseknout). Jsme opatrní i při odstraňování prachu. Větrák při použití vysavače je dobré něčím (nevodivým) fixovat, ale tak, aby dotyčný předmět šel vyndat.

Další informace:

Pokud někoho zajímá, jak to vypadá uvnitř zdroje, nemusí ještě nutně zdroj pitvat. Informace jsou na webu, například:

- podrobný popis součástí zdroje: http://www.tomshardware.com/reviews/power-supplies-101,4193.html
- video s pitvou, kterou „spáchali“ redaktoři časopisu Computer: https://www.youtube.com/watch?v=7n15N7M4vLw
- Form factory zdrojů na Tom's Hardware: http://www.tomshardware.co.uk/power-supply-specifications-atx-reference,review-32338-4.html

Ze zdroje vychází několik *napájecích větví*, každá má vodiče v konkrétní barvě (resp. izolace těchto vodičů je v dané barvě):

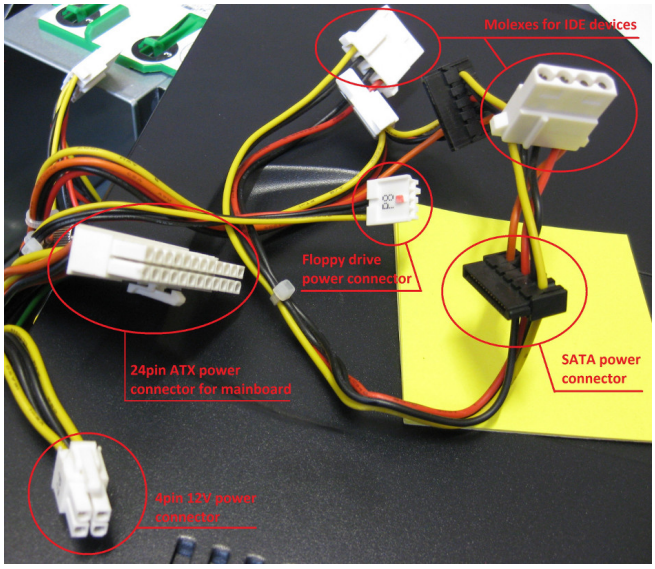
- červená: +5
- žlutá: +12
- oranžová: +3.3
- bílá: -5
- modrá: +12
- černá: ground

Vodiče z různých větví se pak skládají do *napájecích cest*, na které jsou napojeny příslušné konektory.

Každá napájená komponenta potřebuje konkrétní napětí nebo jejich kombinaci. Napájecí cesty se žlutými vodiči jsou určeny pro mechanické komponenty jako jsou větráčky nebo klasické pevné disky, a taky novější procesory (třebaže nejsou mechanické). Stručný přehled je na obrázku 4.9.

Podíváme se na nejběžnější napájecí konektory.

- *24pinový ATX konektor* – hlavní napájecí cesta vedoucí do základní desky. Konektor je „kostičkový“ s 24 piny. Můžeme se také setkat s 20pinovým konektorem, pak je třeba ho doplnit o čtvercový 4pinový, aby byl celý plug zaplněn.
- *4pinový a 6pinový 12V konektor* – tyto „kostičkové“ konektory se používají jako dodatečné napájení do základní desky pro některé hladovější komponenty (typicky pro procesor – `CPU_PWR` a sběrnici PCIe – `PCIE_PWR`). Mohou nebo nemusejí být potřebné, záleží na konkrétní základní desce a komponentách.



Obrázek 4.9: Konektory u napájecího zdroje

- *6pinový nebo 8pinový VGA* – přídavné napájení výkonných grafických karet do PCIe (napájení přes slot nestačí). Některé zdroje nemají 8pinový VGA, takže pokud karta takový konektor potřebuje, zkombinujeme 6pinový a 2pinový.
- *napájecí konektor pro SATA* – tenký konektor pro SATA zařízení. V konektoru je klíčování ve tvaru řeckého písmene Γ (Gamma).
- *Molex* – tento konektor sloužil k napájení IDE (PATA) zařízení, tedy starších pevných disků a optických mechanik.
- *Floppy drive power* – plochý konekor, užší než molex. Používal se pro disketové mechaniky a některá drobnější zařízení uvnitř skříně s malým odběrem proudu.

Napájecí výkon je souhrn požadavků na dodávku proudu od všech napojených komponent (i zprostředkovaně), včetně spotřeby samotného zdroje a rezervy. Typické hodnoty jsou mezi 250 a 1000 W. Záleží na použitých komponentách (procesor, grafická karta, větráčky, vnitřní a vnější paměti, atd.). Méně náročné počítače (třeba v kancelářích) si vystačí s 300W zdrojem.

Účinnost zdroje určuje, jak efektivně dokáže zdroj pracovat (transformovat proud a napětí) při určité hladině odběru (consumption). Část odebraného proudu zůstává nespotřebována, je vyzářena ve formě tepla (proto má většina zdrojů aktivní chlazení, které mimochodem taky potřebuje napájení). Takže účinnější zdroj má menší tepelné ztráty, efektivněji pracuje s odebraným proudem a celková spotřeba je proto o něco nižší než u zdroje s menší účinností.

Příklad

Předpokládejme, že zdroj o výkonu 500 W je běžně vytěžován na 60 % (to není až tak neobvyklé). Pak by teoreticky odebíral z energetické sítě 300 W. Jenže pokud má účinnost 80 %, místo 300 W dodá komponentám jen 240 W. Takže ve skutečnosti potřebuje z energetické sítě 375 W (pokud si to chcete ověřit, použijte trojčlenku – 300 W je 80 %, kolik bude 100 %?).

Certifikace počítačových zdrojů (PSU Certification) stanovuje minimální hodnotu efektivity (účinnosti) při daných hladinách odběru proudu z energetické sítě. Obvykle se používá certifikace *80Plus*, údaje máme v tabulce 4.2.

Původně existovala jediná tabulka, ale postupně došlo k rozdělení specifikace do dvou větví podle napájecího napětí v energetické síti – verze pro napětí 115 V (severní Amerika a část jižní Ameriky) a verze pro napětí 230 V (většina zbytku světa), tj. pro nás platí ta druhá „přísnější“ verze.

		80 Plus	80 Plus Bronze	80 Plus Silver	80 Plus Gold	80 Plus Platinum	80 Plus Titanium
		Účinnost při daném vytížení:					
Pro 115 V:	10% vytížení	–	–	–	–	–	90 %
	20% vytížení	80 %	82 %	85 %	87 %	90 %	92 %
	50% vytížení	80 %	85 %	88 %	90 %	92 %	94 %
	100% vytížení	80 %	82 %	85 %	87 %	89 %	90 %
Pro 230 V:	10% vytížení	–	–	–	–	–	90 %
	20% vytížení	82 %	85 %	87 %	90 %	92 %	94 %
	50% vytížení	85 %	88 %	90 %	92 %	94 %	96 %
	100% vytížení	82 %	85 %	87 %	89 %	90 %	94 %

Tabulka 4.2: Certifikace 80Plus

Podle výše uvedeného příkladu si můžeme udělat celkem dobrý obrázek o tom, kolik ušetříme za energii, pokud investujeme do kvalitnějšího zdroje s vyšší certifikací, pokud ten zdroj bude napájet počítač s velkým odběrem pracující každodenně. Jestli se jedná o počítač, který zapínáme na maximálně pár hodin týdně, úspora samozřejmě nebude tak velká a certifikace nebude tak důležitá.

Poznámka:

Pokud zdroj neprošel certifikací, ještě to neznamená, že příslušné parametry nesplňuje. Proces certifikace totiž nějakou dobu trvá (takže tu máme určitou časovou prodlevu před uvedením výrobku na trh) a navíc není zrovna levná. Takže pokud chce výrobce udržet nízkou cenu, pak zvažuje, jestli se certifikací zabývat.

Samozřejmě u výrobků bývají příslušné parametry obvykle uvedeny, a to i u výrobků, které nemají certifikát. Je pak na nás, jestli jim budeme věřit. Někdy můžeme, jindy bychom neměli. Je dobré poohlédnout se po odborných recenzích a srovnávacích testech.

Další informace:

V časopisu Computer 1/2017 je od strany 66 test 400W počítačových zdrojů včetně popisu metodiky testování (opravdu byly testovány i jednotlivé napájecí větve, včetně dodávaného proudu, odchylek napětí apod., také skutečná účinnost).

Jednotlivé testované zdroje vykazovaly velmi odlišné parametry, jeden z nich (LC Power LC420H-12) dokonce vysloveně klamal ve své specifikaci co se týče výkonu (nezvládal ani 300W zátěž, natož deklarovanou 420W), měl nízkou účinnost (při odběru 300 W dokonce jen 66 %) a neposkytuje přídavné napájení pro grafickou kartu.

Když kupujeme nový zdroj, na co bychom si měli dávat pozor:

- form factor počítačového zdroje – pro desktopy ATX nebo ATX12V, ale pro nízkoprofilové skříně samozřejmě jiný, obvykle se dozvíme v dokumentaci ke skříni,
- vybavení jednotlivými konektory – zda máme konektory pro všechno, co chceme připojit ke zdroji, včetně konektoru pro grafiku, určité množství SATA, atd.,
- aktivní PFC (Power Factor Correction) – nové zdroje ji obvykle umí,
- výkon – podle komponent,
- účinnost – buď podle certifikace nebo podle odborných recenzí či srovnávacích testů,
- modulární kabeláž – u dražších (no, dražších) zdrojů máme odpojitelnou kabeláž, takže si zapojíme jen ty napájecí kabely, které potřebujeme, zbytek nám nebude překážet,
- délka kabelů – záleží na tom, jak daleko jednotlivé napájecí kabely potřebujeme natáhnout (s délkou kabelů někdy bývá problém u levnějších zdrojů),
- zda je kabeláž opletená nebo alespoň částečně v plochých kabelech (může mít význam pro uspořádání kabelů ve skříni, ale jsou důležitější parametry),
- hlučnost – souvisí s kvalitou integrovaného větráku, ale některé zdroje při vyšší zátěži vydávají jemný pískavý zvuk (za to můžou méně kvalitní cívky),
- případně cena.

Další informace:

- https://www.clearesult.com/80plus/, na této stránce níže si taky můžeme zkontrolovat, zda konkrétní zdroj prošel certifikací a pro jaký výkon (zvolíme 230V Internal, výrobce, zdroj).
- https://www.lifewire.com/power-supply-unit-2618158
- http://crossaffairs.blogspot.cz/2011/07/power-supply-unit-psu-troubleshooting.html

Úkol

Pokud máte možnost, otevřete si některý počítač a prohlédněte si jeho zdroj včetně parametrů udaných výrobcem (případně najděte na webu). Ověřte, jaké má napájecí konektory.

4.3.2 Napájení aktivních chladičů

Větráky jsou samozřejmě také napájeny, ale nepřipojují se přímo ke zdroji – napájení berou přes základní desku. Jejich konektor je podobný konektoru pro disketové mechaniky, obvykle je 4pinový, kabel složený z více vodičů vede mezi komponentou a základní deskou.

Větrák může být úzce propojen s konkrétní komponentou, kterou má chladit, a v tom případě se přes (víceméně napájecí) kabel musí přenést kromě proudu i regulující signál, případně musí být větrák jinak „informován“ o nutnosti změny otáček. Například větrák v chlazení procesoru je takto řízen teplotním čidlem vestavěným v procesoru, takže signál jde z čidla přes jeden z pinů patice procesoru

přes jeden z vodičů napájecího kabelu (proto se napájecí kabel tohoto větráku zapojuje do plugu kousek od procesoru, a není propojen s napájecím zdrojem).

Komunikační rozhraní větráků (angl. fan) může pracovat v jednom ze dvou *režimů*:

- *DC* – rychlost otáčení se reguluje změnou napětí, změny napětí jdou přes jeden z prostředních pinů,
- *PWM* – větrák je neustále pod napětím 12 V, rychlost se reguluje signálem na posledním pinu.

V obou případech probíhá regulace rychlosti otáčení větráku: když stoupá teplota, tak se zrychlí otáčky. V BIOSu/UEFI se obvykle dá určit, který mód má být zvolen, ale většinou se režim volí automaticky podle toho, co větrák podporuje.

Poznámka:

Většinou je napájecí konektor větráku 4pinový a příslušný plug na základní desce také. Ale můžeme se setkat s řešením, kdy jedna ze stran nebo dokonce obě jsou 3pinové. Jak to potom funguje? Ne vždy bude regulace fungovat.

- Pokud jsou obě strany 3pinové, bude velice pravděpodobně regulace probíhat v režimu DC, tedy změnami napětí.
- Pokud jsou na straně větráku 3 piny a na straně základní desky 4 piny, napětí bude konstantně 12 V, regulace pravděpodobně nebude fungovat vůbec, rychlost otáčení bude pořád stejná. Snad by fungovalo při změně módu v BIOSu, pokud to deska dovoluje a pokud to větrák bude umět.
- Jestliže je to naopak (konektor větráku se 4 piny a na desce 3 piny), deska posílá větráku signály v režimu DC, tedy regulace pravděpodobně bude fungovat.

4.3.3 Powerbanky

Powerbanky (tedy zařízení na skladování energie) jsou praktická věc hlavně na cesty. Powerbanku nabijeme ze zásuvky a pak naopak z této powerbanky nabíjíme jiná zařízení (mobily, tablety, foťáky apod.). Přenosné powerbanky mají velikost a váhu mobilu, takže jsou snadno přenosné.

Jaké parametry nás mají zajímat, když powerbanku kupujeme:

- kapacita – tady pozor, někteří výrobci uvádějí kapacitu v mAh při napětí 3,7 V, protože to je „větší číslo“ než kapacita při napětí 5 V, které je pro mobily typické; více vypovídající je údaj ve Wh (takže při porovnání vynásobte napětí kapacitou v Ah, získáte údaj ve Wh),
- jaký je maximální nabíjecí proud – obvykle něco přes 2 A, ale u některých powerbank může být i méně než 1 A, což znamená opravdu pomalé nabíjení,
- kvalita nabíjecího kabelu – méně kvalitní kabel znamená větší energetické ztráty, ale také pomalejší nabíjení (protože se musí použít nižší proud), delší kabel je na tom také hůř; bohužel k powerbankám bývají často přikládány nekvalitní kabely,
- automatické zapnutí a vypnutí při připojení/odpojení nabíjeného zařízení,
- druh a počet výstupních portů – obvykle jeden nebo dva USB typ A, případně jeden z portů může být USB typ C; můžeme se setkat se dvěma USB typ A, přičemž u každého je jiná hodnota dodávaného proudu (kolem 2 A pro rychlejší nabíjení nebo kolem 1 A pro pomalejší nabíjení s menšími ztrátami),

- druh vstupního portu – většinou micro-USB, může být Lightening (pokud máme nějaké zařízení od Applu, můžeme tutéž nabíječku použít i pro powerbanku),
- jak dlouho se nabíjí samotná powerbanka,
- možnost automatického přerušení nabíjení po dobití zařízení,
- hodí se indikace stavu nabití powerbanky,
- zda je powerbanka chráněna před přepětím, přebitím, příliš důkladným vybitím, zkratem, přehřátím apod.,
- další vlastnosti – rozměry, homotnost, materiál obalu, poutko na připevnění, svítilna, atd.

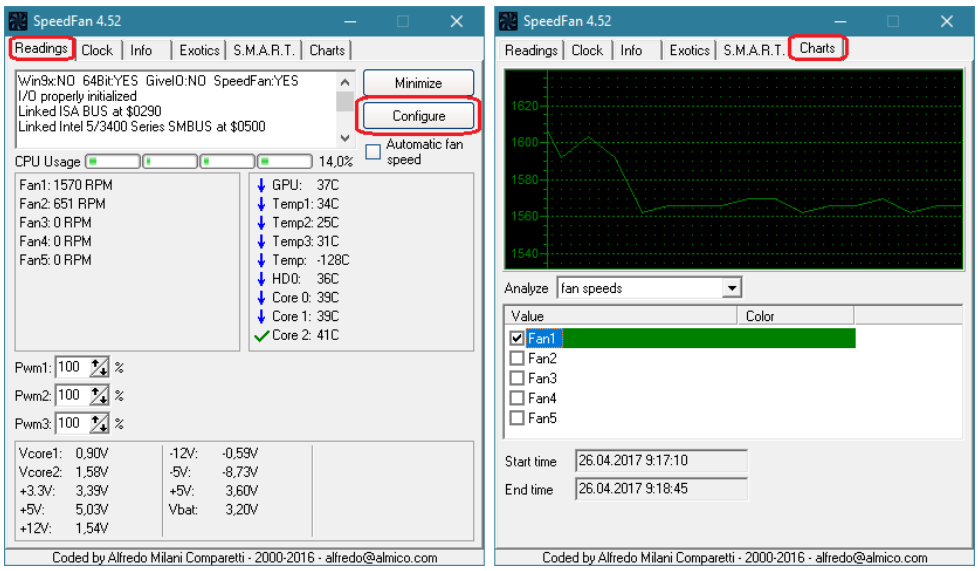
Některé parametry bohužel v obchodě nezjistíme – jestli powerbanka dokáže při nabíjení udržet stabilní napětí, zda slibovaná kapacita odpovídá skutečnosti (pozor, Li-Ion a Li-Pol bateriím škodí i dlouhé skladování ve vybitém stavu, což se ve skladech bohužel stává). Proto hlavně u dražších kusů může být přínosné se nejdřív podívat po nějakých recenzích či srovnávacích testech.

Poznámka:

Nepočítejte s tím, že powerbanka dodá vašim zařízením přesně tolik proudu, jaká je její kapacita. Ve skutečnosti se část energie ztrácí při průchodu kabely, konektory, obvody v powerbance i nabíjeném zařízení, powerbanka má při nabíjení i svou spotřebu, navíc se kapacita baterie postupně mírně snižuje. Celková ztráta může být až čtvrtinová (ale to je spíše extrémní případ).

4.3.4 Monitorování chlazení

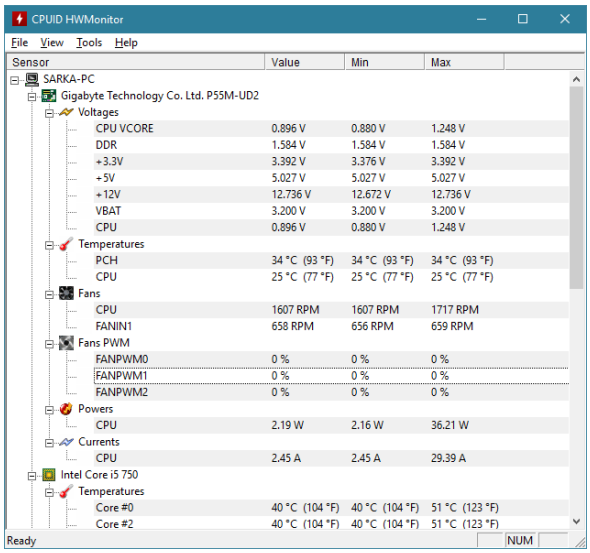
SpeedFan je jedním z nejznámějších volně šiřitelných nástrojů na monitorování větráčků a teplotních senzorů. Rozhraní aplikace je na obrázku 4.10 – najdeme zde několik záložek, z nichž první nabízí celkový přehled na momentální hodnoty sledovaných komponent, na poslední se dají zobrazit grafy pro teplotní senzory, rychlost otáčení jednotlivých větráčků a hodnoty napětí na jednotlivých napájecích větvích počítačového zdroje.



Obrázek 4.10: SpeedFan

Na první záložce je tlačítko *Configure* (nebo v české verzi *Konfigurace*). V konfiguračním okně je opět řada záložek, na kterých určujeme, co bude možné v hlavním okně programu sledovat a jak se to bude zobrazovat. Také se tam dá nastavit čeština, nicméně některé řetězce zůstávají nepřeloženy.

Dalším známým volně dostupným programem pro sledování senzorů a větráků je *HWMonitor* od společnosti CPUID. Množství podávaných informací je o něco menší než u SpeedFan, ale na druhou stranu je rozhraní jednodušší a ke každé sledované hodnotě máme i minimum a maximum ve sledované době. Rozhraní je na obrázku 4.11.



Obrázek 4.11: CPUID HWMonitor

Další informace:

- Postupy pro konfigurování aplikace SpeedFan: https://www.almico.com/sfarticle.php?id=5
- Stažení aplikace SpeedFan: https://www.almico.com/sfdownload.php
- Stažení aplikace HWMonitor: https://www.cpuid.com/softwares/hwmonitor.html

Úkol

Pokud máte možnost, vyzkoušejte aplikace SpeedFan a HWMonitor. Srovnejte jejich možnosti, podávané výstupy. Projděte si konfiguraci aplikace SpeedFan.

Kapitola 5

Ochrana elektroniky

5.1 Přepětí

5.1.1 Co je to přepětí a rušení

Přepětí je napětí, jehož hodnota přesahuje nejvyšší hodnotu provozního napětí v elektrickém obvodu, čímž se obvykle myslí, že přesahuje provozní hodnotu napětí o 20 %. Provozní napětí „v zásuvce“ je 230 V (ve starších rozvodech z první poloviny 90. let jen 220 V), takže přepětí je v tomto případě napětí vyšší než 276 V (resp. 264 V).

Ovšem pozor – to, že v rozvodech je napětí 230 V, ve skutečnosti neznamená, že je tam takové napětí *vždy* – ve skutečnosti hodnota napětí mírně kolísá, přičemž za normální se považují hodnoty zhruba ± 10 % (směrem dolů smí napětí klesnout až o 15 %).

Pulzní přepětí je krátkodobé přepětí (trvající v řádu nanosekund až milisekund). Je to obvykle jen přechodný děj, přesto dokáže napáchat hodně škod. Před desetiletími se v menších objektech řešilo jen hromosvodem, ale v té době ještě nebyly domy tak přecpány citlivou elektronikou jako dnes.

Rozlišujeme několik druhů přepětí, které se liší původem, velikostí a samozřejmě následky.

- *Atmosférické přepětí* – vznikne například po úderu blesku, a to i v okolí (až několik kilometrů) nebo do inženýrských sítí.
- *Spínací přepětí* – vzniká například tehdy, když se zapíná nebo vypíná jedno či více zařízení s velkým odběrem proudu, a to i v nejbližším okolí (rozvodná síť je propojená, možnost ovlivnění nekončí „za hodinami“).
- *Přepětí vzniklé výbojem statické elektřiny* – elektrostatický výboj obvykle vzniká při nevhodné volbě materiálů tam, kde vzniká tření, například podlaha, povlaky na nábytek.
- *Přepětí způsobené nukleárním výbuchem* – to zde naštěstí není běžným jevem.

Nás budou zajímat především první dva druhy – atmosférické a spínací přepětí.

Přepětí (nebo obecně nestabilita v napětí) může vzniknout také následkem *elektromagnetického rušení*: působením silného elektromagnetického pole při (blízkém) úderu blesku, v okolí silných zdrojů elektromagnetického záření (vysílačů či radiolokátorů) nebo souběhem vodivých cest (i datových a síťových kabelů) s vodiči, ke kterým jsou připojeny *zdroje rušení* – přístroje nevhodně připojené, znečištěné nebo ve špatném technickém stavu, případně nehomologované pro českou rozvodnou síť.

Následky se odvíjejí od velikosti přepětí. Přepětí, které není až tak výrazně velké, může zničit citlivější elektroniku jako je televize, počítač apod., cokoliv, co je nějakým způsobem propojeno se

zdrojem (nejde jen o energetické vedení, může se přenášet i přes datové kabely nebo cokoliv jiného vodivého). I vcelku malé pulzní přepětí, které dotyčné zařízení přímo nezničí, může mít při častém opakování dlouhodobější destruktivní účinky – elektronickým obvodům, které jsou často vystavovány pulznímu přepětí, se zkracuje životnost.

Blesk v okolí moc často neudeří (ale Murphyho zákony občas zafungují), nicméně většinou je zdrojem přepětí něco jiného a rozhodně se nejedná o statisticky nevýznamnou položku. Například ve zdroji http://www.prepeti.cz/?q=prepetove-ochrany-modni-vystrelek-nebo-uzitecna-vec jsou uvedeny tyto údaje:

> *... statistiky, které si vedou jednotlivé pojišťovny. Rozdělení škod je přibližně toto: vichřice 0.78 %, krádeže 7.01 %, požár 4.88 %, voda 6.2 %, nedbalost 22.67 , přepětí 31 %. Zbývající procenta připadají na ostatní příčiny.*

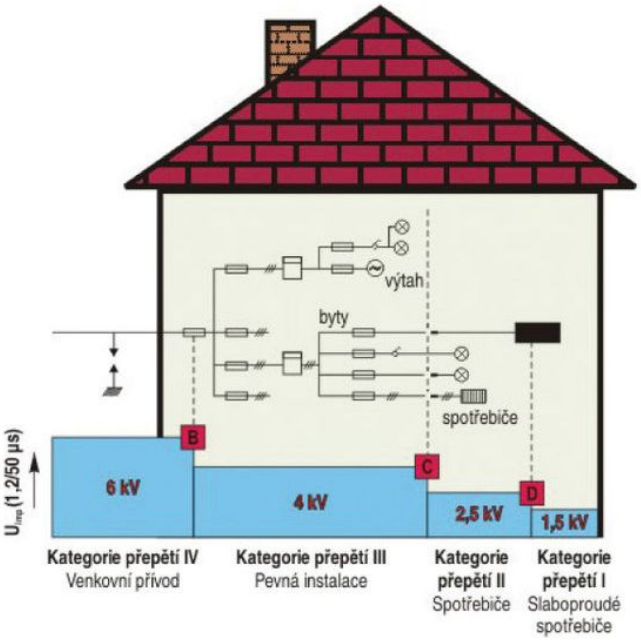
Takže téměř třetina finančního plnění pojistných událostí se týká následků přepětí.

5.1.2 Kategorie přepětí

Rozlišujeme následující kategorie přepětí (viz obrázek 5.1):

- Kategorie I – zóna pro slaboproudá zařízení, přepětí by nemělo překročit 1,5 kV.
- Kategorie II – zóna pro běžné spotřebiče připojené na vývodech z podružných rozvaděčů (například lednička), přepětí by nemělo překročit 2,5 kV.
- Kategorie III – zóna pro zařízení pevné instalace umístěná za hlavním rozvaděčem, přepětí by nemělo překročit 4 kV.
- Kategorie IV – venkovní přívod, třífázová síť na přívodu do budovy, přepětí by nemělo překročit 6 kV.

Každá z těchto kategorií vyžaduje specifický přístup k ochraně před přepětím.



Obrázek 5.1: Kategorie přepětí[1]

[1] Zdroj: http://www.oez.cz/photo/obr-c-3-kategorie-prepeti

5.2 Přepěťová ochrana

5.2.1 Zařízení přepěťové ochrany

Základním prvkem ochrany proti přepětí (tedy atmosférickému) je samozřejmě *hromosvod* (tzv. systém vnější ochrany), jenže jeho úkolem je „ochránit osoby, zvířata, objekty a stavby před elektromagnetickými a tepelnými destrukcemi vyvolanými přímým úderem blesku“. Nedokáže ochránit elektrická a elektronická zařízení, na to potřebujeme systém vnitřní ochrany.

Pokud v rozvodech neustále či opakovaně působí rušení, není od věci zkontrolovat kabeláž. Pokud jsou souběžně vedeny různé kabely (případně kombinovány silové a datové kabely) a některý kabel je připojen zdroj rušení, který z nějakého důvodu nemůžeme odstranit či opravit, často stačí vhodně izolovat kabel, přes který se rušení přenáší. Určitě by žádný kabel neměl být veden například poblíž svodu hromosvodu.

Za něco na způsob ochrany (ale spíše před finančními následky) je možné považovat *pojištění*, ale zde je třeba především, aby pojištění pokrývalo i tento typ škod (pozor, čtěte smlouvu a pojistné podmínky pozorně).

Pod pojmem *zařízení přepěťové ochrany* (SPD – Surge Protective Device) budeme dále rozumět zařízení, jehož účelem je omezit vzniklé přepětí na míru bezpečnou pro chráněné zařízení.

Abychom si dokázali představit reálný význam níže uváděných čísel:

- Zásuvky bývají typicky dimenzovány na 16 A (nebo méně). Podle Ohmova zákona si například zařízení s příkonem cca 1000 W vezme $1000/230 \doteq 4{,}5$ A, při více zapojených zařízeních na zásuvku se odebraný proud (zhruba) sčítá.
- Pokud do stavby uhodí blesk, může se jednat o proud až 25 kA ve vlně 10/350 μs (první číslo znamená dobu náběhu impulsu a druhé za lomítkem dobu poklesu impulsu na 50 % maximální hodnoty).
- Při úderu blesku do inženýrských sítí připojených ke stavbě jde o proud až 10 kA v energetické vlně 10/350 μs.

Podle normy ČSN EN 62305 z roku 2009 existují tři typy přepěťových ochran:

SPD typ 1. Jedná se o svodiče bleskových proudů (hrubá ochrana), dokážou odvést pulzní přepětí o velikosti až 50 kA při délce trvání impulsu 10/350 μs. Zbytkové napětí za svodičem musí být nejvýše 4 kV.

Tyto svodiče se obvykle instalují do hlavního rozvaděče v budově nebo do přípojných skříní vně budovy, případně na anténní rozvody (také k externím anténám pro bezdrátový internet).

SPD typ 2. Jsou to svodiče přepětí, které dokážou odvést pulzní proud 15 kA opakovaně a 40 kA jednorázově při délce trvání impulsu 8/20 μs. Zbytkové napětí za svodičem musí být maximálně 2,5 kV.

Svodiče typu 2 se instalují buď do podružných rozvaděčů (pokud v budově nějaké jsou – v rodinných domech je obvykle nenajdeme) nebo taky do hlavního rozvaděče, přičemž svodiče typu 1 a 2 musí být vzájemně odděleny oddělovací impendancí. V poslední době se používají kombinované svodiče plnící roli SPD typu 1 i 2, což je asi nejjednodušší.

SPD typ 3. Obvykle je používáme v podobě chráněných zásuvek nebo zásuvek na prodlužovacích kabelech, případně ve formě malých zařízení umísťovaných na napájecí cestě mezi chráněným zařízením a zásuvkou. Používáme je tedy co nejblíž chráněného zařízení.

Přepěťová ochrana má chránit nejen před bleskem (atmosférické přepětí), ale také (a to především) před spínacím přepětím. Výše uvedené typy SPD se kombinují, protože každý typ má svou vlastní těžko zastupitelnou roli.

- SPD typu 1 se instalují mezi zóny pro kategorie přepětí III a IV, tedy na rozhraní venkovního přívodu (inženýrských sítí) a pevné instalace.
- SPD typu 2 instalujeme mezi zóny pro kategorie přepětí II a III.
- SPD typu 3 patří mezi zóny pro kategorie přepětí I a II, v reálu tedy na rozhraní mezi zásuvkou a chráněným slaboproudým zařízením.

Pokud bychom použili jen SPD typu 3 (poněvadž chceme přepětí maximálně snížit), sice by to stačilo na běžné spínací přepětí, ale proti vyššímu přepětí bychom si nepomohli. Zničilo by jak chráněné zařízení, tak i samotnou přepěťovou ochranu. Proto se typicky používá vícestupňová ochrana, tedy kombinujeme více typů.

Podle starší (již neplatné) normy se typy zařízení označovaly B (nyní 1), C (nyní 2) a D (nyní 3). SPD typ A slouží k ochraně rozvodů vysokého napětí, tedy s ochranou běžných staveb nesouvisí.

5.2.2 Ochranné prvky v přepěťových ochranách

Především v přepěťové ochraně třídy 1 najdeme *bleskojistky s jiskřištěm*. Jiskřiště je vpodstatě dvojice elektrod, kdy jedna je spojena s chráněným vodičem a druhá se zemí. Elektrody bývají uzavřeny v prostředí s inertním plynem či vhodnou plynovou směsí.

Při úderu blesku nebo jiné události působící skokové zvýšení napětí se v bleskojistce mezi elektrodami vytvoří elektrický výboj a část energie se svede do země. Za normálních okolností bleskojistka proud nevede (vysoký odpor), ale při navýšení napětí nad určitou mez se prostředí jiskřiště stane vodivým (ionizuje se, prudce klesne hodnota odporu).

U koaxiálních kabelů (třeba k anténám) se používají speciální koaxiální bleskojistky, které také mohou být založeny na jiskřišti.

Bleskojistky mají výhodu v tom, že dokážou odklonit hodně vysoké přepětí, ale nevýhodou je pomalá reakce a u starších výrobků také nepříliš bezpečný provoz (za určitých okolností může dojít ke vznícení).

Další možností jsou *varistory* (variable resistor). Jedná se o polovodičové součástky, jejichž odpor při nárůstu napětí taktéž rychle klesne, takže v důsledku se chovají podobně jako bleskojistky. Oproti bleskojistkám má varistor výrazně kratší reakční dobu, ale na druhou stranu bleskojistka dokáže odklonit o něco vyšší napětí. Varistory se používají v SPD všech tří tříd.

Transily jsou také polovodičové prvky (v reálu zenerova dioda nebo kombinace dvou zenerových diod), ale fungují trochu jinak. Reagují ještě rychleji než varistory, ale na druhou stranu velikost přepětí, které dokážou odvést, je ještě menší než u varistorů.

V reálných zařízeních se tyto ochranné prvky často kombinují – například v SPD třídy 1 nebo 1+2 často najdeme bleskojistky a varistory, přičemž každý z těchto prvků má trochu odlišnou roli (bleskojistka kvůli pokrytí co nejvyššího přepětí a varistor kvůli rychlosti reakce). V SPD třídy 3 se často vyskytuje kombinace varistorů a transilů. Pro SPD třídy 2 jsou typické varistory.

Pozor – ochranné prvky používané v těchto zařízeních sice obvykle nebývají přepětím destruovány, ale ve skutečnosti k destrukci dojít může (třeba tehdy, když je přepětí příliš vysoké nebo se

často opakuje). Jedná se o elektronická zařízení, tedy o jejich životnosti platí defacto totéž co o jiných elektronických zařízeních.

5.2.3 Konkrétní zařízení

V obchodech se nejběžněji setkáváme se zařízeními přepěťové ochrany typu prodlužovačky nebo mezizásuvky. Odlišnosti jsou v maximálním proudu, kapacitě rázové energie, počtu poskytovaných chráněných zásuvek, ale také například v typu poskytovaných rozhraní – může být potřebná i ochrana telefonní linky či síťových rozvodů, případně možnost přímého nabíjení mobilních zařízení přes USB.

Obrázek 5.2: Přepěťové ochrany do zásuvky, na prodlužovacím kabelu nebo pro síť[2]

Při nákupu přepěťové ochrany bychom měli být velmi opatrní – je to přece jen zařízení velmi důležité pro bezpečnost a jeho selhání může mít nepříjemné (nejen) finanční důsledky. Takže vždy je dobré nejen brát v úvahu cenu, ale také důkladně prostudovat dostupné informace o konkrétních výrobcích, mezi kterými vybíráme, včetně příkonu, dodávaného proudu, odezvy, absorbované energie, parametrů pro přepěťovou vlnu (to jsou ta dvě čísla oddělená lomítkem, údaje v μs). Také by mělo být možné zjistit standardy, které zařízení splňuje. Pokud nenajdeme dostatek informací, je lepší se takovému zařízení vyhnout.

Dále se můžeme setkat s přepěťovými ochranami montovanými do síťových rozvaděčů, přičemž přes ně procházejí síťové kabely (podobně jako u patch panelů).

Obrázek 5.3: Přepěťová ochrana do síťového rozvaděče a ochrana pro venkovní jednotky[3]

[2] Zdroj: Mironet.cz
[3] Zdroj: APC.com, vyberte českou lokalizaci; czc.cz

5.3 Nepřerušitelné zdroje napájení

5.3.1 Co je to UPS

Nepřerušitelný zdroj napájení (UPS – Uninterruptible Power Supply, také méně přesně záložní zdroj) je zařízení, které zajišťuje nepřetržité dodávání elektrické energie pro konkrétní (chráněné) elektronické zařízení. Účelem je ochránit dané zařízení před neočekávaným přerušením dodávky proudu, ale obvykle také plní úlohu ochrany proti přepěťovým rázům. Pro UPS u nás existuje norma ČSN EN 62040.

Typickým chráněným zařízením je například server, aktivní síťové zařízení, lékařské přístroje apod., případně skupiny takových zařízení. Co všechno UPS řeší:

- výpadky v dodávce proudu (blackout),
- přepětí, napěťové a proudové rázy (podobně jako u přepěťových ochran – princip je stejný),
- nestability v přenášených frekvencích (obvyklá hodnota je 50 Hz), odchylky u běžných spotřebičů způsobují funkční změny (třeba se zrychlí či zpomalí motor), ale u slaboproudé elektroniky mohou způsobit výpadek,
- rušení v síti (ať už atmosférické nebo spínací) – dto.,
- podpětí v síti (brownout, méně než 15 % nominálního napětí), kdy by se (nechráněné) zařízení mohlo buď chovat stejně jako při výpadku nebo fungovat chybně.

UPS fungují na principu akumulátoru (tj. sady nabíjecích baterií), který je v běžném provozu udržován nabitý a chráněné zařízení je napájeno z rozvodné sítě, kdežto v případě výpadku v energetické síti dojde k přepnutí zdroje napětí ze sítě právě na tento akumulátor.

Obvykle se setkáváme s UPS jako samostatnými zařízeními, ale ve skutečnosti může jít také o náhradní zdroje zabudované přímo v chráněných zařízeních.

5.3.2 Struktura UPS

Co se konstrukce týče, hlavní součástí je samozřejmě *akumulátor*. Protože na vstupu je střídavý proud (AC – Alternating Current) ze sítě, na výstupu taktéž (poněvadž připojujeme zařízení, které by jinak bralo AC přímo ze zásuvky), ale akumulátor ukládá stejnosměrný proud (DC – Direct Current), musí být před a za akumulátorem AC/DC konvertory.

Další důležitou částí je *přepínač* (switch), který určuje, zda v daném okamžiku má jít na výstup UPS proud z rozvodné sítě nebo z akumulátoru. Jeden z nich je primární zdroj (tj. zdroj pro normální režim) a druhý označujeme jako sekundární (je použit za jiných okolností). To, který z nich konkrétně je primární a který sekundární, záleží na typu UPS (viz dále).

Kvalitnější UPS disponují *komunikačním rozhraním*, přes které se dokážou „domluvit“ s chráněným zařízením. Například pokud dojde k výpadku proudu a kapacita akumulátoru nestačí na pokrytí celého intervalu, odešle UPS přes komunikační rozhraní chráněnému zařízení pokyn k přechodu do režimu spánku. Může být přítomen také modul pro monitorování přes SNMP. Komunikační rozhraní bývá obvykle realizováno přes USB (protože přes toto rozhraní lze posílat i signály související se správou napájení).

U těchto zařízení je třeba si dát pozor na stav akumulátorů, které jsou vlastně neustále přebíjeny, což má destruktivní vliv na jejich životnost (akumulátorům na bázi lithia se postupně snižuje kapacita). Běžné UPS vyžadují *výměnu akumulátorů* přibližně jednou ročně, a je ideální, pokud na tento stav

dokážou upozornit (tj. je automaticky monitorován stav akumulátorů a při nízké hladině buď bliká kontrolka nebo je poslána zpráva administrátorovi).

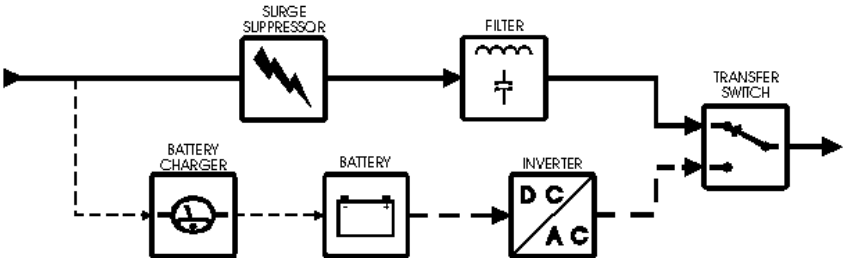
Doba, po kterou dokáže UPS ochránit zařízení v případě výpadku energie, se liší podle skutečného odběru chráněného zařízení, celkové konstrukce zdroje, nominální (původní) kapacity akumulátorů a jejich opotřebení (tedy skutečné kapacity).

5.3.3 Druhy UPS

Existuje několik druhů UPS, které se liší zejména konstrukcí a nabízenými funkcemi, což má vliv jak na jejich určení, tak i na cenu. Zde se podíváme na tři základní druhy, přičemž skutečná zařízení buď spadají do jedné z těchto „škatulek“ nebo kombinují vlastností dvou druhů anebo jsou jim přidány ještě jiné funkce, takže z příslušné „škatulky“ poněkud přečnívají.

Off-Line UPS. Jiný název je Passive Standby (pasivní čekání), také se někdy označují jako SPS (Standby Power Supply) a někdo je za UPS ani nepovažuje. Vstup i výstup jsou jednofázové.

Tento typ UPS je nejjednodušší. Primárním zdrojem (tedy tím, který je přepínačem po většinu doby směrován na výstup) je přímo vstup z rozvodné sítě, sekundárním zdrojem je akumulátor. Větev s baterií je při běžném provozu ve stavu „standby“ (spící), od toho název.



Obrázek 5.4: UPS typu Standby, Off-Line[4]

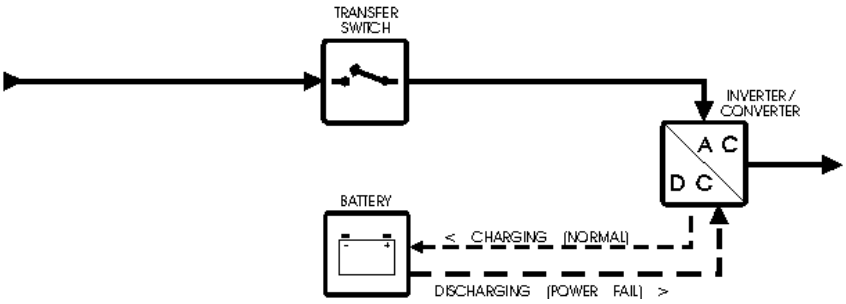
V případě výpadku na rozvodné síti dojde k přepnutí na sekundární zdroj, což je sice rychlé, ale přesto určitá prodleva nastane, což některá zařízení špatně snášejí (rychlost přepnutí je parametr, o který je dobré se při koupi zajímat). Typický počítačový zdroj se dokáže vyrovnat s prodlevou několika desítek milisekund, víc už neustojí.

Součástí může/nemusí být ochrana proti přepětí (na obrázku jsou nějaké ty filtry zakresleny, ale vždy záleží na výrobci). Filtrování je samozřejmě pouze na větvi z rozvodné sítě, není třeba nijak upravovat výstup z akumulátoru. Při podpětí přepíná na akumulátor, což znamená stejnou prodlevu jako při výpadku.

Off-Line UPS jsou určeny pro nenáročné použití za nízkou cenu, typicky v domácnosti.

Line-Interactive UPS. Konstrukce tohoto typu UPS je jen o něco složitější než u Off-Line, ale funkční vlastnosti má mnohem lepší. Rozdělení rolí primárního a sekundárního zdroje je stejné (primární je přímo ze sítě, sekundární z akumulátoru), ale role některých součástí (hlavního přepínače, měniče před akumulátorem a měniče za ním) je sloučena do jedné, což znamená, že odpadá jejich vzájemná komunikace při nutnosti přepnutí a důsledkem je výrazné snížení prodlevy v napájení na výstupu (řádově – z desítek milisekund na jednotky).

[4] Zdroj: http://www.pcguide.com/ref/power/ext/ups/index.htm
[5] Zdroj: http://www.pcguide.com/ref/power/ext/ups/index.htm



Obrázek 5.5: UPS typu Line-Interactive[5]

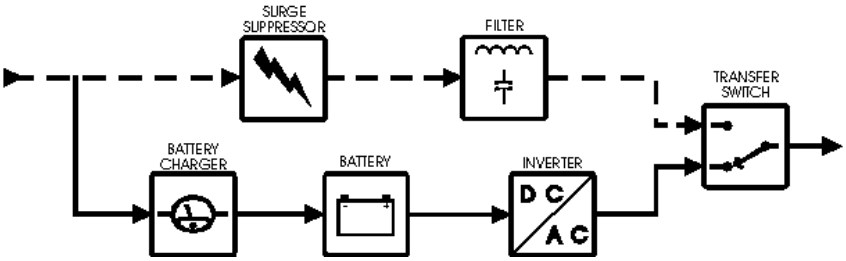
U těchto zdrojů již bývá běžné filtrování rušení v rozvodech a přepěťová a podpěťová ochrana. Také se u nich pravděpodobněji setkáme s komunikačním rozhraním a také se síťovým rozhraním (například Ethernet) použitelným pro vzdálenou konfiguraci zařízení a kontrolu logů.

Výhodou je tedy nižší prodleva v napájení při přepínání výstupu, na rozdíl od předchozího typu také dokáže lépe upravovat vstup z primárního zdroje (včetně přepětí a rušení). Cena je jen o něco vyšší než u Off-Line UPS.

Line-Interactive UPS jsou určeny pro domácí použití a méně náročné komerční použití (například pro menší servery).

✎ **On-Line UPS.** Také se nazývají „skutečnými“ UPS, protože jsou u nich obvyklé všechny funkce, které bychom snad od UPS mohli očekávat. Na rozdíl od předchozích dvou typů jsou role primárního a sekundárního zdroje prohozené – primárním zdrojem je akumulátor a napájení jde téměř vždy právě přes akumulátor. Sekundární zdroj se použije tehdy, když z nějakého důvodu primární selže (například tehdy, když je akumulátor na hranici životnosti a jeho kapacita je blízká nule, případně při poruše akumulátoru).

Také se můžeme setkat s charakteristikou „UPS s dvojitou konverzí“, protože v běžném provozu se vždy provádějí dvě konverze – usměrnění proudu na stejnosměrný při vstupu do akumulátoru, a následně konverze na střídavý proud mezi akumulátorem a přepínačem (resp. výstupem).



Obrázek 5.6: On-Line UPS[6]

Tento typ UPS naprosto přirozeně poskytuje na svůj výstup stabilní napájení bez přepětí, podpětí a rušení, s ideálním (obvykle sinusovým) průběhem. Velkou výhodou je, že při výpadku neexistuje žádná prodleva, jednoduše po dobu výpadku není dobíjen akumulátor, ale ve směru z akumulátoru na výstup proud jde (až do vybití akumulátoru). Jde o zařízení vyšší kategorie, tedy se u nich setkáváme s rozsáhlejšími možnostmi konfigurace a správy.

[6] Zdroj: http://www.pcguide.com/ref/power/ext/ups/index.htm
[7] Zdroj: Mironet.cz

Obrázek 5.7: UPS do racku o šířce 19"[7]

Nevýhodou je nižší účinnost napájení (na čemž se podepisuje dvojitá konverze proudu) a s tím spojené vyšší zahřívání. Proud je vždy veden přes akumulátor, a tedy dochází k jeho rychlejšímu opotřebení – má nižší životnost. Cena je výrazně vyšší než u předchozích dvou typů.

Typické využití On-Line UPS je právě v korporátní sféře, pro ochranu kritické infrastruktury nebo obecně takových zařízení, u nichž z různých důvodů výpadek nepřichází v úvahu.

5.3.4 Konkrétní zařízení

Když vybíráme UPS, měli bychom si předem ujasnit, co od něj očekáváme. Jaký typ potřebujeme, zda chceme klasické zařízení nebo zařízení do racku, jaké má být maximální výstupní napětí, jaký je výkon, doba nabíjení akumulátoru, záložní doba při poloviční a plné zátěži, jaká jsou komunikační rozhraní, zda jsou běžně k dostání náhradní akumulátory a za kolik, atd. Obecně platí, že čím dražší zařízení, tím víc informací je možné si o něm předem zjistit.

Obrázek 5.8: Klasické UPS[8]

5.4 Energocentrum

Pod pojmem záložní energetický zdroj se obvykle chápe náhradní zdroj energie ve formě generátoru, který se použije v případě výpadku rozvodné sítě. Většinou fungují na naftu (dieslový agregát) nebo benzín, dají se sehnat i generátory na plyn.

Záložní zdroje energie jsou nepostradatelné tam, kde výpadek, zejména dlouhodobý, mohl mít fatální následky – v nemocnicích, velkých serverovnách apod.

Generátor je možné nastartovat i ručně, ale to znamená velké zdržení. Navíc nahození generátoru není zrovna okamžité (motor automobilu taky nestartuje v řádu milisekund), je třeba v kritičtějších

[8] Zdroj: Mironet.cz

provozech řešit i problém překlenutí doby mezi začátkem výpadku a plným nastartováním generátoru.

Energocentrum (energetické centrum, energocentrála) je kombinace záložního zdroje (generátoru) a UPS, přičemž pokud UPS detekuje výpadek, automaticky startuje generátor, jen pro překlenutí doby startování motoru generátoru je použito napájení z akumulátoru.

Obrázek 5.9: Generátory a energocentrály[9]

Další informace:

- Bernabe, A. Transil or Varistor. Application Note [online]. *SGS-Thomson Microelectronics*. Dostupné na: http://www.thierry-lequeu.fr/data/An318.pdf
- Bešta, M. Přepěťová ochrana [online]. Studijní materiály pro učební obor elektrikář – slaboproud. Dostupné na: http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.6-P%C5%99ep%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1-ochrana.pdf

  Další studijní materiály jsou dostupné na http://www.mbest.cz/.
- Brok, Vladimír. Přepěťové ochrany-módní výstřelek nebo užitečná věc??? [online]. *Prepeti.cz*. Dostupné na: https://www.prepeti.cz/cs/anteny-hromosvody-a-prepetove-ochrany-v-praxi/prakticke-priklady-instalaci-anten-a-prepetovych-ochran
- Koudelka, Ctirad, Václav Vrána. Ochrana před přepětím [online]. *VŠB-TU*, 2006. Dostupné na: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/BC_FBI/Prednasky/ochrana%20pred%20prepetim.pdf
- Kozierok, Charles M. Uninterruptible Power Supplies [online]. *PCGuide*, 2004. Dostupné na: https://www.pcguide.com/psu/
- Napětí, proud a Ohmův zákon [online]. *Arduino Dokumentace*. Dostupné na: http://docs.uart.cz/docs/teorie/

[9] Zdroj: Genmac.cz, ACStroje.cz, Enid.cz

Kapitola 6

Údržba a jednoduché opravy

6.1 Základní pravidla

Vždy bychom měli zachovávat bezpečnostní pravidla:

- Pokud bez souhlasu výrobce otevřeme zařízení, můžeme přijít o záruku. Někteří výrobci (například Dell) tak přísní nejsou, jiní zařízení zajistí nálepkou a její přerušení považují za porušení záručních podmínek. Ovšem po uplynutí záruky už to řešit nemusíme.
- Pozor na cokoliv, co může být pod napětím. Většina součástí počítače pracuje se stejnosměrným proudem o nízkém napětí, které nám neublíží, ale ne vše. Vyšší napětí je například v počítačovém zdroji, a to i určitou dobu po odpojení od energetické sítě (vlastně v čemkoliv, v čem jsou kondenzátory, třeba v klasickém monitoru). V servisu se před jakýmkoliv zásahem provede vybití zdroje (a čehokoliv jiného s kondenzátory), doma prostě do zdroje nevrtáme.
- V noteboocích, tabletech a mobilech bývají baterie typu Li-Ion nebo Li-Pol. Za určitých okolností (při přehřátí, poškození vodivým předmětem, atd.) mohou vybouchnout nebo začít intenzívně hořet. Proto bychom měli být opatrní a vědět, čím něco takového uhasit.

  Pokud se opravdu chcete vrtat v něčem, co má baterii, je lepší tu baterii předem opatrně vyndat (pokud to jde).
- Může se stát, že budeme využívat nepříliš bezpečný postup či nástroje. Berte v úvahu, že každé lepidlo a ředidlo má nebezpečné výpary, tudíž větrat. Můžeme se škrátnout, říznout, seknout, bodnout, něco rozbít a pořezat se o úlomky, popálit se, apod. Pravidla první pomoci by měl ovládat každý.

Poznámka:

Pokud začne hořet elektronika (včetně baterií), hasíme buď práškovým nebo sněhovým hasicím přístrojem; rozhodně ne vodou!!! Pokud nemáme po ruce vhodný hasicí přístroj, snažíme se zamezit přístupu vzduchu například tím, že předmět zasypeme nebo přiklopíme něčím nehořlavým, třeba solí nebo pískem. Podle nových předpisů musí být všechny obydlené prostory vybaveny ručním hasicím přístrojem, přičemž vhodnější je univerzální, který můžeme použít i na elektroniku (třeba právě práškový). Vyhláška se netýká prostor kolaudovaných před rokem 2008, nicméně není od věci ji i tam dodržovat.

Pro samotné opravy platí taky určitá pravidla:

- Pozor na statickou elektřinu. O tom už bylo psáno výše (str. 5) – buď použijeme antistatickou pomůcku (náramek, podložku, atd.) nebo se během práce průběžně vybíjíme (například sem tam sáhneme na uzemněný radiátor nebo kolík zásuvky).
- Na vodivé plochy (na čipech, na základní desce, rozšiřujících deskách apod.) nesaháme. Na kůži bývá tenká vrstva mazu, která vodivým plochám škodí.
- Pokud je vnitřek počítače nebo notebooku hodně zaprášený, prvním krokem by mělo být odstranění prachu tak, jako bylo popsáno výše (str. 6). Některé problémy dokážeme odstranit už tímto krokem.
- Pozor na zkrat. Baterii odpojujte tak, abyste se nedotkli kontaktů, nejlepší je použít špachtli z nevodivého materiálu.
- Dokumentujte, fotografujte, zakreslujte. Šroubky a drobné díly umísťujte tak, ať zvládnete opětovné poskládání.

6.2 Opravujeme čištěním

Nejjednodušší opravy jsou „uklízecího typu“. Již výše je popsáno, jak se dá uklízet uvnitř počítače (především odprašnit).

Příklad

Případ 1: počítač neustále jede, ale monitor začne zlobit – například se na něm místo správného obrazu objeví podivný abstraktní obraz. Pokud počítač restartujeme, chvíli je vše v pořádku, ale pak se objeví stejný problém.

Případ 2: po určité době běhu začne počítač zlobit, „padá“. Po restartu se všechno může chvilku jevit normální, ale pak zase začne „spadne“. Pokud ho necháme delší dobu odpojený, jen tím prodloužíme interval mezi zapnutím počítače a jeho selháním. Počítač jednoduše pokaždé přejde do stavu *ochranného vypnutí*. Předstupněm tohoto stavu mohou/nemusejí být nestability běhu systému, restarty a zamrzání.

Případ 3: po určité době běhu počítače či notebooku začnou zrychlovat ventilátory, jejich hlučnost se postupně zvyšuje. Mohou následovat i projevy jako z případu 2.

Důvodem je ve všech těchto případech zřejmě přehřátí. Prach, který se kumuluje na komponentách (grafické kartě, procesoru apod.), funguje jako tepelný izolant, teplo není proudícím vzduchem řádně odváděno. Případně může být důvod v zanesených větracích otvorech či mechanismu ventilátorů.

Prvním krokem by mělo být vyčištění. U desktopového počítače to není až takový problém (jen dáváme pozor, kam ten prach putuje, a pozor na statickou elektřinu). U notebooku to už je horší – dovnitř se někdy dostáváme dost těžko. Můžeme zkusit odšroubovat všechno, na co přijdeme (pozor na dokumentování), ale nejlepší je najít si návod pro konkrétní typ notebooku nebo alespoň pro notebooky od konkrétního výrobce.

Desktop můžeme zkusit spustit otevřený, tak vizuálně zkontrolujeme větráčky, jestli se všechny točí tak, jak mají (jestli se vůbec točí, jestli foukají správným směrem a správnou rychlostí). Také existují programy, které sledují otáčky větráků a případně je umožňují ovlivňovat, nebo programy, které sledují teplotu procesoru a grafické karty (v těchto komponentách dnes běžně bývají teplotní čidla).

Zaprášené mohou být i plugy (zástrčky), například pro USB. Pokud některý USB plug přestane fungovat (zasunutý USB flash disk není správně rozpoznán nebo se vyskytují přenosové chyby), může být příčinou právě zaprášení, protože tyto plugy ve skutečnosti fungují jako dodatečné větrací otvory, taky jimi proudí chladnější vzduch do počítače včetně prachu.

Rovné povrchy bez tištěných spojů (obrazovku, skříň počítače, povrchy notebooku, klávesnici) můžeme jednoduše očistit švédskou utěrkou. Lesklé povrchy (včetně obrazovky) čistíme v chladném stavu, jinak vyrobíme šmouhy. Na obrazovku existují různé čistící sety, speciální vlhčené ubrousky (nepoužívejte vlhčené ubrousky určené na kůži, ale speciální ubrousky na obrazovky) nebo spreje. Nepoužíváme saponát ani nic podobného.

Klávesnici můžeme vytřepat (zbavíme se drobečků), pro čištění mezer mezi klávesami se dá použít tyčinka pro čištění uší nebo štěteček, případně speciální „plastelína“ na klávesnice (samozřejmě nebudeme používat opravdovou plastelínu). Dalším užitečným pomocníkem může být nepoužívaná karta, kterou projedeme mezery, případně ji můžeme obalit tenkou látkou (podle šířky mezer), aby se na ni nachytala špína. Obvykle není nutné klávesnici rozebírat (kdo to pak má skládat...).

Myšku dnes taky nerozebíráme, obvykle stačí očištění zvenku, případně odstraníme chloupky uvízlé zespoda u čidla a odškrábneme přilepenou špínu, pokud ji najdeme.

Další informace:

- Opravovat problémy je možné i poněkud netradičně: pokud se nám do dírky reproduktoru na mobilu dostala voda nebo jemný prach, můžeme je „vytřást“ zvukem na konkrétní frekvenci – na webu https://www.wateroutofspeaker.com/ zobrazeném na daném mobilním zařízení stačí vybrat jedno ze dvou tlačítek (podle toho, jak dlouho má zvuk znít). Ovšem generovaný zvuk je natolik nepříjemný, že hned po spuštění je dobré prchnout z místnosti (a mobil tam těch pár minut nechat samotný).
- *Video Cable Management – Does it impact cooling performance?* https://www.youtube.com/watch?v=YDCMMf-_ASE

6.3 Scénáře

6.3.1 Počítač vůbec nereaguje

Asi to bude znít hloupě, ale pokud počítač vůbec nereaguje, prvním krokem je kontrola „energetické cesty“. Na některém konci napájecího kabelu může být konektor povysunutý (případně u trafa notebooku), vypínač na zdroji může být z nějakého důvodu vypnutý (kvůli transportu nebo to spáchá vtipný kolega). Totéž platí o monitoru, tiskárně a dalších zařízeních se samostatným napájením.

Problém může být i v samotné zásuvce. Takže vyzkoušet jinou zásuvku. Pokud používáme prodlužovačku s vypínačem, zkontrolujeme tento vypínač a prodlužovačku.

Po vyloučení vnějších příčin se podíváme dovnitř počítače. Vizuální kontrolou můžeme zjistit i vážné problémy typu spálené základní desky (to se může stát po úderu blesku nebo jiné příčině, která vyrobí vysoké přepětí). Spálená deska se nedá opravit, a může být zlikvidováno i to, co je k ní přímo připojeno, ale nemusí – pevný disk může přežít, za určitých okolností i paměti nebo rozšiřující karty. Samotná

deska ani nemusí „vypadat“ spáleně, může to být poznat třeba jen podle hnědých fleků na 24pinovém napájecím konektoru.

Pokud je deska opravdu spálená (třeba v důsledku přepětí), není řečeno, že to odnesly i další komponenty. Pravděpodobně ano, ale něco mohlo přežít, takže jde o to vyzkoušet. Může přežít třeba grafická karta nebo paměťové moduly nebo pevný disk.

Když není problém přímo viditelný, zkontrolujeme kabely vedoucí od zdroje, zejména k základní desce. „Kostičkové konektory“ většinou drží dobře (taky mívají zaklapávací pojistku), ale může se stát ledacos. Základní deska může vyžadovat víc než jen klasický 24pinový hlavní napájecí konektor. Pokud jsme na některý menší zapomněli, základní deska může takto (ne)reagovat.

Další příčinou může být problém s vypínačem. Kabely od vypínače jsou obvykle připojeny k příslušným pinům na základní desce, toto spojení může být narušeno. Předně bychom měli vědět, o které piny se jedná – to zjistíme v dokumentaci na základní desce, nápověda může být přímo na základní desce.

Pokud nepomůže opětovné správné nasunutí, vezmeme kovovou kancelářskou sponu nebo šroubovák (nebo cokoliv jiného vodivého) a zkratujeme piny pro připojení napájecího tlačítka: jestli tím počítač nastartujeme (musí být samozřejmě zapojený do zásuvky), bude problém ve vypínači; jestli ne, je problém v základní desce. Jestli je problém v tlačítku a máme i resetovací tlačítko, můžeme k pinům vypínače připojit kabely od tlačítka reset a prozatímně pro zapínání počítače využívat toto tlačítko. Náhradní vypínače se dají pořídit například na eBayi.

6.3.2 Počítač sice reaguje, ale špatně

Pokud počítač reaguje pouze blikajícím kurzorem na obrazovce, pípáním či jiným nezvyklým způsobem, problém je hlášen BIOSem/UEFI. V dokumentaci základní desky bychom našli vysvětlení (například pokud základní deska hlásí chyby pípáním, bude tam tabulka s beep kódy). Na některých deskách máme miniaturní displej, na kterém se příslušný chybový kód zobrazuje, jeho význam bychom taky našli v dokumentaci, ovšem předně se musíme dostat k tomu displeji, pokud není vyveden ven.

Může být poškozena konfigurace v CMOS čipu, pak stačí resetovat BIOS (provedeme Clear CMOS). Pokud je poškozen samotný BIOS/UEFI (to se může stát z různých důvodů, výjimečně dokonce po aktualizaci BIOSu), řešení existuje jen tehdy, když máme na základní desce druhý flash čip s BIOSem, pak stačí přepnout na ten nedotčený (postup je v dokumentaci k základní desce).

Někdy se dá BIOS/UEFI opravit pomocí upgradu. Postup upgradu je v dokumentaci, většinou spočívá v tom, že si stáhneme aktuální verzi BIOSu (na jiném počítači), uložíme na USB flash disk, zasuneme do USB portu na problematickém počítači (pozor, může být vyžadován konkrétní port, resp. některé nejsou vhodné, třeba kvůli verzi) a nastartujeme počítač. Aktualizační rutina se buď spustí během bootování z flash disku nebo si ji najde existující verze BIOSu. To ovšem bude fungovat jen tehdy, když je BIOS alespoň schopen této základní činnosti.

Problém může být v některé z důležitějších komponent – procesoru, paměťovém modulu apod. Pokud máme možnost, můžeme vyměnit za jiný, paměťový modul můžeme vyzkoušet v jiném slotu. Typickým postupem je co nejvíc „osekat“ hardwarovou výbavu, dočasně odstranit vše, co není nezbytně nutné (například můžeme zatím nechat jen jeden paměťový modul, odpojíme optickou mechaniku, na chvíli i pevný disk, případně grafickou kartu, pokud se zatím obejdeme bez grafického výstupu, případně můžeme zatím nechat integrovanou a přepojit kabely, atd.) a postupně přidávat při neustálém restartování; problém se znovu projeví, když přidáme problematickou komponentu.

✂ Pokud počítač sice najede, ale na začátku (ještě před spuštěním operačního systému) nám „vynadá“, že něco nebylo správně detekováno, nebo zobrazuje chybný čas a datum, může být příčinou vybití baterie. Baterie by sice měla vydržet až 10 let (ale záleží na více okolnostech), ovšem stát se to může. Řešením je výměna baterie.

✂ Může se stát, že počítač působí „funkčním“ dojmem (větráky hučí, kontrolky svítí tak jak mají,...), ale na monitoru se nic neobjevuje. Problém může být v kabelech, nebo taky někde jinde. Jestli monitor máme správně zapojený do sítě, reaguje na zapínací tlačítko (to na monitoru) a taky funguje OSD menu (přímo na monitoru), pak bude problém někde jinde. Můžeme otestovat tentýž monitor s jiným počítačem nebo naopak tentýž počítač s jiným monitorem, případně pokud má monitor víc druhů rozhraní (D-Sub, DVI, HDMI, DP) a máme příslušné kabely, můžeme vyzkoušet jiné rozhraní. Vadný může být i kabel, v tom případě jenom vyměníme kabel.

Pokud nefunguje jedno konkrétní rozhraní, možná monitor automaticky nerozpoznal, ze kterého rozhraní přichází signál, nebo naopak počítač posílá signál na špatné rozhraní. U monitoru může být dostupná volba v OSD menu.

✂ Problém s nerozpoznáním zdroje/cíle signálu se spíše vyskytuje u komunikace počítače s projektorem. Někdy záleží na tom, co zapneme jako první – monitor nebo počítač (jedno z toho nemusí být hot-plug), takže pak stačí vyzkoušet, co musí být první.

6.3.3 Systém „padá“

✂ Už v předchozím textu bylo řečeno, že nenadálé pády systému bez zjevné příčiny mohou být způsobeny přehříváním díky nadměrnému množství prachu na komponentách. Pokud se něco takového děje i při čistém vnitřku počítače (třeba i u nového počítače), pak je třeba zkontrolovat, jestli se větráky opravdu točí. Pokud jsou správně připojeny, zkontrolujeme, jestli náhodou nejsou vypnuty v BIOSu.

Nebo pokud je tam zapnutá automatická regulace, můžeme ji zkusit vypnout (tak, aby běžely bez regulace pořád na plný výkon), tím otestujeme, jestli není problém právě v automatické regulaci. Chyba může být i v samotných větrácích, pak pomůže jejich výměna. Pokud jde o větrák na grafické kartě, výměna větráku bude dost problém.

Náhodné pády mohou souviset s vadným paměťovým modulem, tedy použijeme MemTest tak, je popsáno v jedné z předchozích kapitol.

✂ Pády systému nebo jiné problémy, které přijdou po určité události (instalujeme nové zařízení, spustíme program využívající pokročilé funkce grafické či zvukové karty, atd.), obvykle souvisejí s ovladačem daného zařízení či komponenty a většinou se dají řešit přeinstalováním ovladače (ve Windows ve Správci zařízení).

6.3.4 Poškozený disk

Důsledkem poškození disku je buď datový problém (některé soubory nejsou čitelné) nebo v horším případě (jak se to vezme) problém v běhu systému, dokonce systém nemusí být schopen nabootovat.

V každém případě bychom při podezření na problém s diskem měli okamžitě zálohovat všechno, co jde, ideálně s nástrojem, který dokáže z disku vytáhnout maximum (třeba TestDisk + PhotoRec, pokud s tím umíme zacházet). Nabootovat se dá i z výměnného média, také můžeme disk vymontovat a připojit jako druhý či třetí disk do jiného zařízení, případně se dá použít zařízení pro připojení interních disků přes rozhraní USB.

6.4 Notebooky

Notebooky, tablety, mobily apod. jsou zařízení, u nichž se s opravami moc nepočítá. Je náročnější je otevřít (rozšroubovat), dostat se k jednotlivým komponentám, případně když se k nim dostaneme, často zjistíme, že jsou na základní desku napevno přiletovány.

Někteří výrobci celkem nemají nic proti tomu, když si (po uplynutí záruky) uživatel chce něco ubastlit sám, tedy alespoň u některých výrobních řad, například Dell Latitude, Lenovo ThinkPad nebo HP EliteBook se celkem dají otevřít, vyčistit a alespoň částečně měnit komponenty. Oproti tomu některé výrobní řady notebooků se prakticky nedají otevřít, hlavně se to týká ultrabooků.

Pravidlo kontroly kabelů platí samozřejmě i zde, včetně zapojení nabíječky. Pokud se opravdu rozhodneme notebook otevřít, je dobré předem vytáhnout baterii (pokud to jde).

Vyčištění je proveditelné spíše tehdy, když se nám podaří notebook otevřít, co nejvíc rozebrat, a pak se hodí konzerva se stlačeným vzduchem, která vytváří rychlý a úzký proud studeného vzduchu (ideálně když má dlouhou úzkou násadu na ventil). Některé chuchvalce prachu vyndáme spíše pinzetou.

Další informace:

Určitě je dobré podívat se na webu, jestli se nedá sehnat návod nebo ideálně video popisující postup rozebrání notebooku, případně i s postupem konkrétní opravy.

Do vyhledávání zadáme modelové označení notebooku a přidáme vhodné klíčové slovo (oprava, repair, dismantle, open, teardown, disassembly,...). Video můžeme i pozastavovat, když chceme paralelně pracovat i s tím svým zařízením, ale je dobré se na ně podívat předem „v kuse“, i proto, abychom věděli, co si předem nachystat a jestli všechny kroky zvládneme.

Měli bychom být připraveni na to, že dnešní notebooky bývají zpevněny nejen šroubky, ale i plastovými západkami, jejichž odhalení není zrovna jednoduché a taky po jejich odcvaknutí potřebujeme zabránit jejich samovolnému zacvaknutí (je dobré mít něco tenkého pevného nevodivého, co se dá vsunout do škvíry mezi spojenými součástmi – třeba plastová karta, která je zákazníkům nucena v různých obchodech či lékárnách).

Pokud se nám podaří některou část odšroubovat a odcvaknout, *odsouváme pomalu a opatrně*, protože mezi jednotlivými částmi mohou vést krátké a křehké kabely – tak ať je nepřerušíme. Jemnější kabely se dají odpojit třeba pinzetou, úzkým plochým šroubovákem nebo něčím jiným tenkým. Až budeme zpětně montovat, musíme zase vše připojit tak, jak bylo. Můžeme si pořizovat průběžnou (foto)dokumentaci.

Další informace:

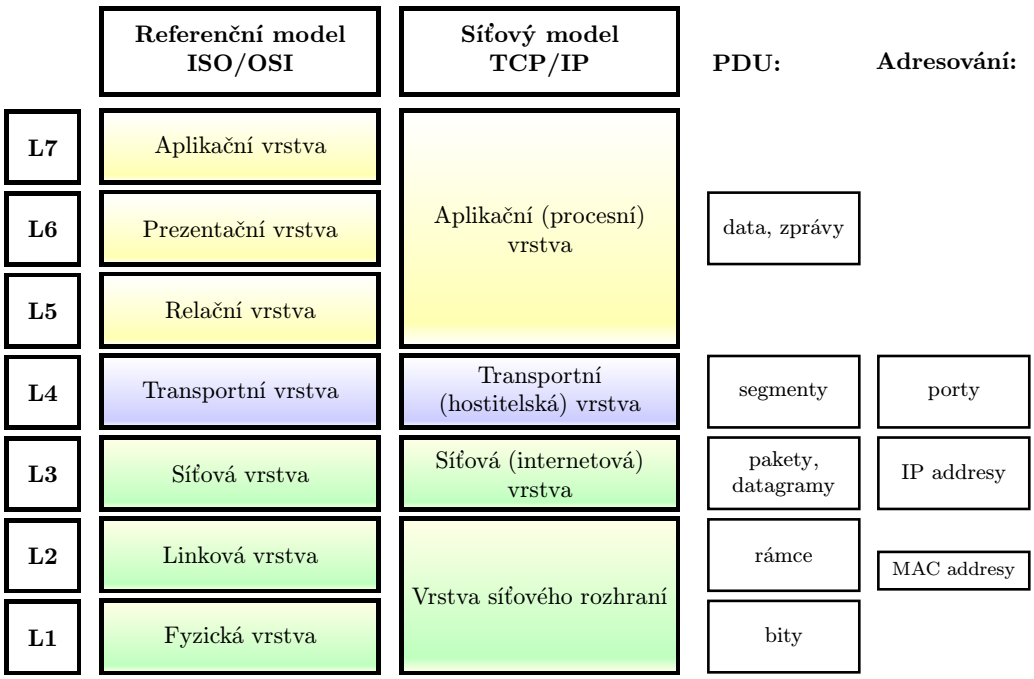
- https://www.ifixit.com/
- https://fixingmycomputer.com/
- http://www.servispckupka.cz/jak_opravit_pocitac.php
- https://www.laptopmag.com/articles/ways-fix-laptop
- https://www.scribd.com/doc/13080857/PC-Repair-Troubleshooting-Course-Manual
- https://www.tomshardware.com/how-to/build-a-pc
- Toto neberte úplně vážně: https://theoatmeal.com/blog/fix_computer

Kapitola 7

Počítačová síť

7.1 Pro zopakování

Zde budeme předpokládat, že čtenář již má alespoň základní povědomí o počítačových sítích – běžné protokoly, referenční model ISO/OSI, protokolový zásobník, síťové adresy, mechanismus DNS, postup krimpování kabelu, apod. Pro připomenutí najdete na obrázku 7.1 modely ISO/OSI a TCP/IP, a dále přehled síťových zařízení včetně jejich ikon.



Obrázek 7.1: Referenční model ISO/OSI a síťový model TCP/IP

Repeater (opakovač, extender) je jednoduché zařízení pracující na vrstvě L1. Má dva porty. Signál, který přijme z jednoho portu, vyšle (zesílený nebo znovu vygenerovaný) na druhý port. Pracuje na vrstvě L1 (fyzické), „vidí“ pouze bity nebo samotný signál. Nepracuje s žádnými adresami.

Repeatery se dnes používají například ve Wi-fi sítích. Pokud máme vícepásmový opakovač, pak toto zařízení může paralelně v jednom pásmu přijímat a v druhém vysílat (to ovšem máme více než jednu anténu, některé antény bývají integrované).

Hub (concentrator, rozbočovač) je obdoba repeateru s více než dvěma porty. Také pracuje na vrstvě L1, umí přijmout signál z jednoho portu a vyslat tentýž (zesílený nebo znovu vygenerovaný) na všechny zbývající porty.

Skutečné rozbočovače pro počítačové sítě se dnes prakticky nedají koupit, pokud nepočítáme vícepásmové opakovače.

Switch (přepínač) pracuje na vrstvě L2. Na rozdíl od rozbočovačů, přepínače obvykle vysílají signál jen na ten port, za kterým se nachází cílové zařízení.

K tomu je třeba mít tabulku L2 adres (MAC tabulka, CAM tabulka apod.), ve které je ke každé MAC adrese poznamenán port, přes který je dané zařízení dostupné (a další informace, třeba určení VLAN). Switch tedy v záhlaví přijímaného rámce zjišťuje cílovou MAC adresu a podle tabulky určuje, na který port bude rámec přeposlán.

Se switchi se v lokálních sítích setkáváme především u Ethernetu, u Wi-fi se jedná o Access Point. Některé switche obsahují funkcionalitu vrstvy L3 (síťové) nebo vyšších – multilayer switch.

Bridge (most) je standardizovaná varianta switche. Je to starší typ zařízení než switch. V době, kdy ještě Ethernet fungoval na koaxiálu, se bridge používaly na propojení segmentů sítě a jejich úkolem bylo oddělování těchto segmentů, takže vpodstatě dělaly totéž co později switche, jenom neměly ani zdaleka tolik portů, byly drahé a pomalejší (realizace přepínání rámců byla softwarově implementovaná, kdežto ve switchích je většina těchto postupů hardwarově implementovaná).

Router (směrovač) pracuje na vrstvě L3 (síťové). Pracuje s adresami vrstvy L3 (většinou IPv4 nebo IPv6), a to adresami sítí a podsítí, ke každé má ve své směrovací tabulce označení portu, přes které je daná síť či podsíť dosažitelná, metriku (cenu cesty) a další informace.

K jednomu cíli může vést víc různých cest, přičemž jedna z nich je v danou chvíli nejoptimálnější (s nejmenší metrikou).

Gateway (brána) může pracovat na různých vrstvách, často to jsou vrstvy L4–L7. Úkolem brány je propojit sítě s různými protokolovými zásobníky, takže je to jakýsi překladatel.

Příkladem brány je ADSL/VDSL modul v zařízení, které kombinuje ADSL/VDSL modem s Wi-fi routerem.

Další informace:

- https://en.wikibooks.org/wiki/CCNA_Certification
- http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/TP1-Ejercicio5-ingles.pdf
- https://www.ipcomm.de/protocols_en.html
- http://www.tcpipguide.com/free/index.htm
- Twisted pair cables. *ePanorama.net*. URL: https://www.epanorama.net/documents/wiring/twistedpair.html
- Garrison, J.: What Kind of Ethernet (Cat-5/e/6/a) Cable Should I Use? *HowToGeek*, August 16, 2011. URL: https://www.howtogeek.com/70494/what-kind-of-ethernet-cat-5e6a-cable-should-i-use/
- Goodnight, E.Z.: The How-To Geek Guide to Making Your Own Custom Ethernet Cables. *HowToGeek*, April 25, 2011. URL: https://www.howtogeek.com/60486/how-to-make-your-own-custom-length-network-cables/
- Application and Installation Videos. *CableOrganizer.com Learning Center*. URL: https://www.cableorganizer.com/learning-center/

- https://www.groundcontrol.com/knowledge/guides/making-ethernet-cables-simple-and-easy/
- https://www.youtube.com/watch?v=v7H8OoKA4F8
- http://mcb.berkeley.edu/labs/krantz/pdf/guide_to_crimping_cat5_cat6_connectors.pdf
- Category 6 UTP Connector Termination – Giganet. *YouTube*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Sw1XRffMry0

7.2 Wi-fi

7.2.1 Režimy Wi-fi zařízení

Bezdrátové síťové zařízení může pracovat v těchto režimech:

Access Point (AP) pracuje na vrstvě L2 (samozřejmě i na L1), funguje jako switch. Pokud má jen jednu anténu, pracuje v poloviční duplexu. S více anténami může fungovat v plném duplexu nebo dokonce paralelně komunikovat s více zařízeními zároveň (MU-MIMO).

Wi-fi router pracuje i na vrstvě L3, umí směrovat podle IP adres, zvládá funkce související s L3 (hardwarový firewall, NAT, DHCP server, atd.).

Gateway (brána) je dodatečná funkcionalita, např. Wi-fi router může být vybaven ADSL/VDSL modemem, který plní roli brány do ADSL/VDSL sítě poskytovatele internetu.

AP klient (Station) se bezdrátově připojuje k plnohodnotnému AP, k němu jsou kabelem (Ethernet) připojena klientská zařízení. Používáme tehdy, když chceme někam dovést síť bezdrátově, ale koncová zařízení chceme připojit kabelem.

Repeater (opakovač, extender) přeposílá signál na fyzické vrstvě, rozšiřuje pokrytí signálem. Pokud je vícepásmový (jedno pásmo směrem k AP, druhé pásmo směrem ke klientům), nemá na propustnost vážnější vliv, ale v opačném případě zpomaluje komunikaci.

WDS (Wireless Distribution System) – sada AP je propojena do distribučního systému za účelem pokrytí větší oblasti, nevýhodou je snížení propustnosti. WDS není standardizován, takže zařízení od různých výrobců mohou být v tomto režimu navzájem nekompatibilní. Pokud chceme takový režim používat, je lepší mít pouze AP od stejného výrobce (a ani to někdy nepomůže).

WISP je bezdrátová síť směrem k poskytovateli internetu. Zatímco u předchozích režimů je Wi-fi na lokálních portech (vytváříme lokální bezdrátovou síť) a WAN port (vedoucí ven k poskytovateli) může být třeba k ADSL modemu, u WISP je naopak WAN port bezdrátový (Wi-fi), kdežto lokální síť může být třeba Ethernet.

7.2.2 Fyzická vrstva

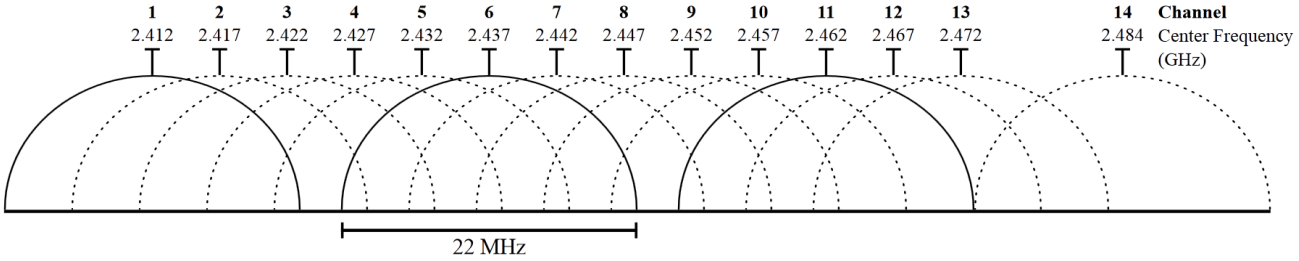
Na fyzické vrstvě (L1) jsou pro standard IEEE 802.11 tyto podstandardy (annexy, přílohy):

- IEEE 802.11b (Wi-fi 2) – frekvence 2,4 GHz, rychlost až 11 Mb/s, dnes už nás nemusí zajímat,
- IEEE 802.11a (Wi-fi 1) – 5 GHz, rychlost až 54 Mb/s, také dnes už nevyužijeme,
- IEEE 802.11g (Wi-fi 3) – 2,4 GHz, rychlost až 54 Mb/s,
- IEEE 802.11n (Wi-fi 4) – 2,4 nebo 5 GHz, rychlost až 600 Mb/s,

- IEEE 802.11ac (Wi-fi 5) – 5 GHz, s jednou anténou (jeden stream) až 433 Mb/s, osm antén až 3,47 Gb/s,
- IEEE 802.11ad (WiGig) – 60 GHz, rychlost v jednotkách Gb/s,
- IEEE 802.11ax (Wi-fi 6) – 2,4 GHz a 5 GHz, rychlost v jednotkách Gb/s,
- IEEE 802.11ax-2021 (Wi-fi 6E) – 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz
- IEEE 802.11be (Wi-fi 7) – 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz, podobně jako Wi-fi 6E, zlepšuje latenci (odezvu), díky efektivnějšímu kódování a širšímu přenosovému pásmu opět zrychluje, efektivněji využívá paralelismus přenosových kanálů.

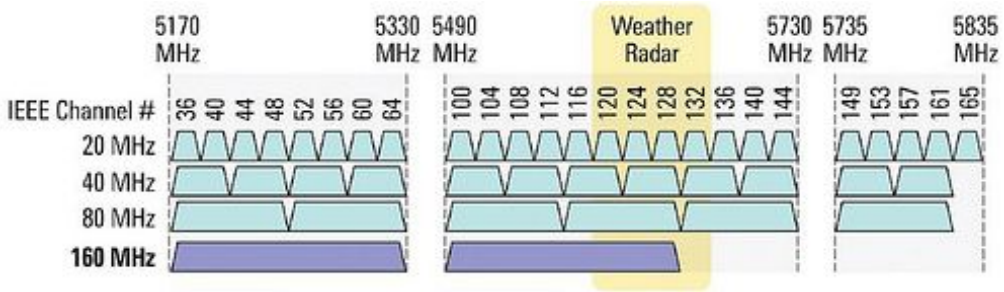
Na obrázku 7.2 vidíme využití frekvenčního spektra podle IEEE 802.11b (kolem frekvence 2,4 GHz) a rozdělení do kanálů, přičemž zařízení vysílající na daném kanálu ve skutečnosti zabírá i dva další na každé straně. U nás je využitelných 13 kanálů, přičemž 3 z nich (číslo 1, 6 a 11) se (teoreticky) nepřekrývají.

Ve skutečnosti dochází k částečnému rušení i mezi sousedními dvojicemi těchto tří kanálů, takže není úplně pravda, že stačí vybrat mezi nimi. Navíc v této části spektra vyzařují i mikrovlnné trouby (není pravda, že jsou důkladně izolovány), dětské chůvičky, bluetooth zařízení, atd., takže pravděpodobnost dalšího šumu a rušení není úplně nulová.



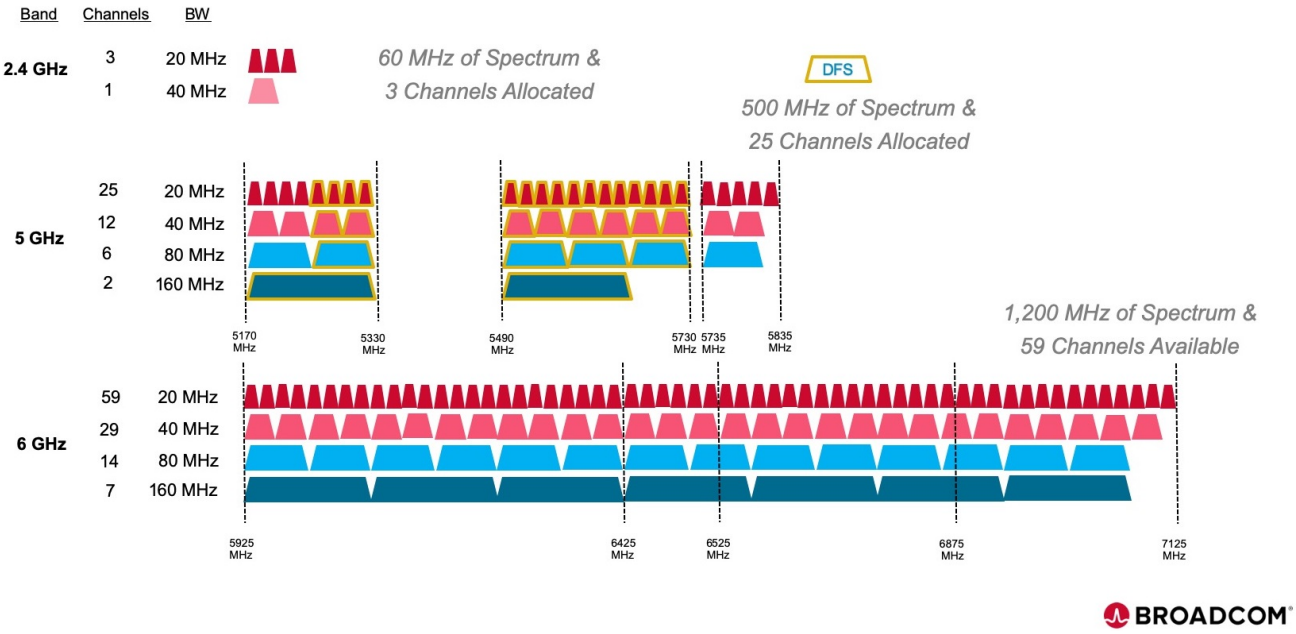
Obrázek 7.2: Spektrum pro IEEE 802.11b[1]

Novější standardy komunikující v tomto frekvenčním pásmu dosahují vyšších rychlostí jiným zacházením se signálem (zejména co se týče modulace), paralelním používáním více antén, a také tím, že mohou toto pásmo dělit na širší kanály. Čím širší kanál, tím víc dat za časovou jednotku do něj „nacpeme“, ale na druhou stranu se nám do pásma takových kanálů vejde méně.



Obrázek 7.3: Frekvenční spektrum pro IEEE 802.11ac[2]

[1] Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
[2] Zdroj: http://www.dailywireless.org/2012/04/page/3/
[3] Zdroj: https://jp.broadcom.com/info/wifi6e



Obrázek 7.4: Frekvenční spektrum používané IEEE 802.11ax-2021, nepřekrývající se kanály[3]

7.2.3 Antény

Existují různé druhy antén. V základu je můžeme rozdělit podle směrovosti na:

- *všesměrové* (omni-directional) – pro Wi-fi nejtypičtější, vysílají do všech stran v rozsahu 360°,
- *sektorové* (semi-directional) – jsou částečně směrové, pokrývají určitý úhel obvykle v rozsahu 30–180°,
- *úzce směrové* (highly-directional) – jsou směrovány na konkrétní bod, se kterým mají komunikovat (jinou anténu), používají se buď parabolické nebo tzv. yagi.

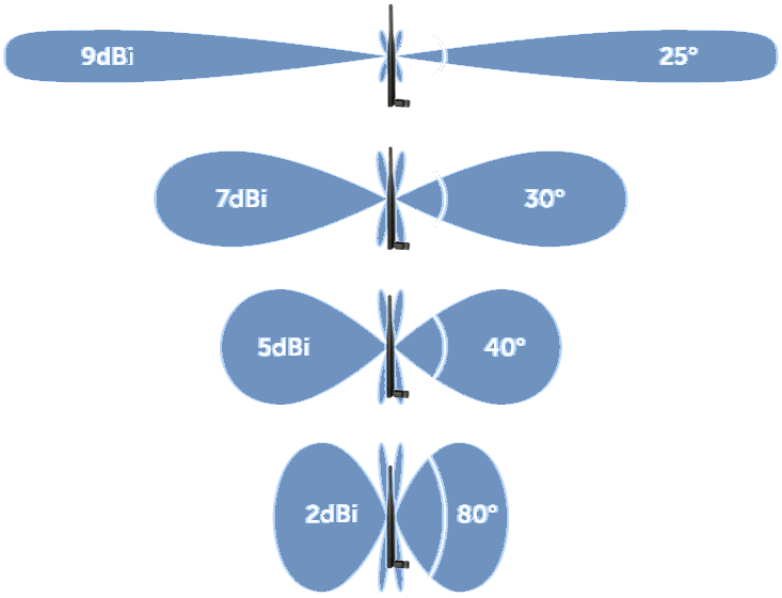
Většina následujícího textu se bude týkat všesměrových antén.

Obrázek 7.5: Směrové antény – parabolická, parabolická typu síto, yagi[4]

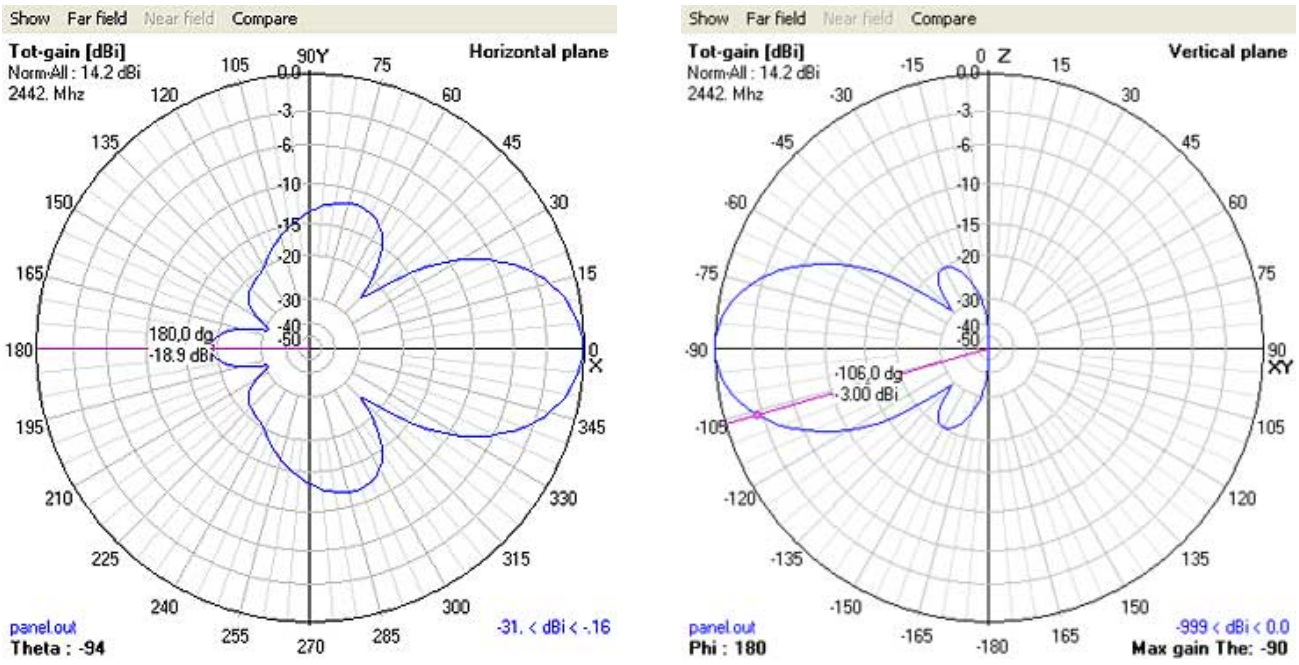
Protože náš svět není jen „plochá deska“, žijeme v 3D prostoru, je třeba zvážit i šíření signálu vertikálně, například pokud chceme pokrýt i sousední patra nebo zahradu, která je níže než obývané patro domu, nebo naopak když nechceme zbytečně rušit signál sousedů z jiných pater. Když o anténě říkáme, že je všesměrová, týká se to horizontální roviny (kolmé na anténu), nikoliv roviny vertikální.

[4] Zdroje: https://www.abctech.cz, https://www.tvsatshop.cz

Skutečné pokrytí signálem v 3D může vypadat jako na obrázku 7.6 (zobrazeno vertikálně). Hlavní oblast pokrytí je jakási „pneumatika“, dále ve směrech nahoru a dolů jsou boční laloky (ty si ovšem taky představte v 3D). Ve směru shora dolů mají nakreslené antény čím dál menší hodnotu zisku.



Obrázek 7.6: Pokrytí signálem u všesměrové antény[5]



Obrázek 7.7: Vyzařovací diagram sektorové antény – horizontální a vertikální[6]

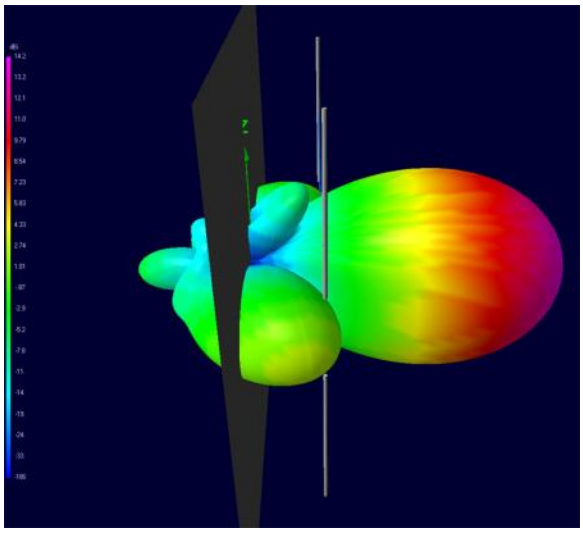
Zisk antény je vyjádření vztahu směrovosti a účinnosti (podle http://www.svethardware.cz/jak-zapojime-sit-wifi-bez-tajemstvi/12953-3: *poměr mezi energií vyzářenou v určitém konkrétním směru k intenzitě vyzařování, kterou bychom získali při vyzařování do všech směrů současně*) ve srovnání s určitou referenční

[5] Zdroj: https://insmart.cz/zlepsit-wifi-signal-domaci-siti/
[6] Zdroj: https://www.svethardware.cz/jak-zapojime-sit-wifi-bez-tajemstvi/12953-3

anténou. Obvykle srovnáváme s tzv. *izotropní anténou*, což je „ideální“ všesměrová anténa vyzařující beze ztrát. Zisk udáváme v jednotkách dBi (decibel izotropní), přičemž izotropní anténa má zisk 0 dBi. Podle obrázku 7.6 vidíme, že vyšší zisk znamená větší dosah horizontálně, ale menší dosah vertikálně.

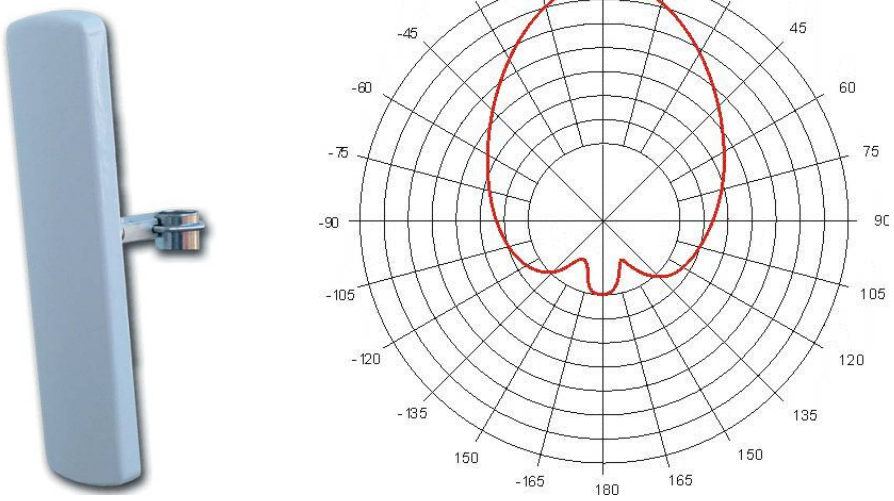
Je zřejmé, že když chceme posílit signál v jednom patře, je lepší použít anténu s vyšším ziskem. Naopak když chceme signál poslat i do okolních pater, musíme mít buď anténu s nižším ziskem, nebo antény vhodně naklonit (v tom případě by měly mezi sebou svírat úhel cca 45°).

Na obrázku 7.7 jsou vyzařovací diagramy sektorové antény (v horizontálním a vertikálním směru) a na následujícím (zde vpravo) 3D model vytvořený podle těchto vyzařovacích diagramů. Jak vidíme, ani sektorové antény nevysílají „jen“ ve stanoveném úhlu. Zisk sektorových antén je typicky vyšší než u všesměrových, zde konkrétně 14,2 dBi (tento údaj najdeme na obrázcích s vyzařovacím diagramem vlevo nahoře).



Obrázek 7.8: 3D model podle vyzařovacích diagramů z obrázku 7.7[7]

Situace vyjádřená vyzařovacími diagramy a 3D modelem platí samozřejmě pouze tehdy, když se signálu do cesty nedostanou žádné překážky ani ho nenaruší jiný signál.



Obrázek 7.9: Sektorová anténa vyzařující v úhlu 65° a její horizontální vyzařovací diagram[8]

Výkon antény se udává v jednotkách dBm (decibel miliwatt) a jedná se o výkon vztažený na jeden mW (miliwatt). Absolutní výkon na 1 mW má hodnotu 0 dBm. Hodnota výsledku je často záporným číslem. Výkon Wi-fi antény může být i několik desítek dBm „pod nulou“, pro záporná čísla pak platí, že čím blíže nule, tím vyšší vysílací výkon (pozor, žádná absolutní hodnota). Pokud chceme jakž takž slušný signál, neměl by se příliš blížit −100 dBm (to už by bylo prakticky nepoužitelné).

[7] Zdroj: https://www.svethardware.cz/jak-zapojime-sit-wifi-bez-tajemstvi/12953-3
[8] Zdroj: https://www.zive.cz/clanky/pruvodce-vyberem-spravne-anteny-na-wi-fi-pripojeni/sc-3-a-126652/

Poznámka:

Člověku, který nemá základy elektroniky ani fyziky, se asi může zdát předchozí text „divný“. Jak to tedy s těmi jednotkami vlastně je?

Jednotka dB (decibel) má totiž trochu jiný základní význam než jak jsme zvyklí u běžných délkových, objemových apod. jednotek. Určuje poměr mezi některými dvěma veličinami, a podle přidaného písmene se určuje, o které veličiny se vlastně jedná. Vzorec pro výpočet je následující:

$$dB = 10 * \log_{10} \frac{\text{veličina1}}{\text{veličina2}}$$

Například pro výpočet výkonu antény můžeme dosadit:

$$dBm = 10 * \log_{10} \frac{\text{veličina1}}{1\text{mW}}$$

Z významu logaritmu vyplývá, že pokud anténa bude mít nominální výkon menší než 1 mW (což se u menších zařízení může stát) a toto číslo dosadíme za „veličina1“, dostaneme v parametru logaritmu číslo menší než 1 (třebaže kladné), výsledný logaritmus pak bude záporné číslo.

Wi-fi vysílá v bezlicenčních pásmech, ve kterých je regulován vysílací výkon, aby se zařízení navzájem příliš nerušila. Tyto limity jsou stanovovány vždy příslušným regulačním úřadem, u nás ČTÚ – Český telekomunikační úřad (v různých zemích/kontinentech mohou být odlišné limity). Pro pásma 2,4 GHz a 5 GHz u nás platí omezení výkonu na 20 dBm.

Další informace:

Na webu https://spektrum.ctu.gov.cz/ si můžete vyhledat informace o vyhrazení frekvenčních pásem pro různé způsoby využití. „Statické“ informace jsou na https://www.ctu.cz/vyuzivani-vymezenych-radiovych-kmitoctu. Všechna všeobecná oprávnění ČTÚ jsou dostupná na https://www.ctu.cz/vseobecna-opravneni, včetně různých verzí.

Poznámka:

Co může ovlivnit dosah signálu? Kromě výkonu (kolik energie do antény pustím) a zisku taky překážky a rušení. Frekvence kolem 2,4 GHz těžko procházejí především materiály obsahujícími vodu (provlhlá zeď, mnohé organické materiály včetně listí, apod.), vyšším frekvencím (5 GHz, 60 GHz) už voda nevadí. Hlavně pozor na akvária, pro frekvenci 2,4 GHz jsou neprůchodná. Další problematický materiál je kov (kromě jiného i zrcadla mají nanesenou kovovou odrazovou vrstvu).

Co se týče „pevných“ materiálů, v případě frekvenčního pásma 5 GHz je délka vlny 6 cm, a cokoliv, co je hrubší než 6 cm (třeba zeď), je pro takový signál hůře průchodné (signál má tendenci se odrazit). U frekvencí kolem 2,4 GHz je tato „kritická“ délka 12,5 cm. Čím vyšší frekvence, tím kratší vlna, a tedy se i zmenšuje šířka (tloušťka) potenciální překážky. Čím víc překračuje překážka danou délku, tím hůře je pro signál průchodná.

Není řečeno, že přes příliš „hrubou“ překážku signál vůbec nepůjde. Obvykle se používají všesměrové antény, které generují a přijímají signál v různých směrech, a ten tedy do cíle může doputovat i hodně klikatou cestou, pomocí odrazů od dalších objektů.

Rušení pro pásmo 2,4 GHz může být generováno vysíláním Bluetooth, dětskými chůvičkami, ale také například mikrovlnnými troubami.

Další informace:

- https://insmart.cz/zlepsit-wifi-signal-domaci-siti/
- https://www.zive.cz/clanky/wi-fi-jak-si-zajistit-velke-pokryti-rychlost-a-silny-signal/anteny-a-jejich-nastaveni-deformace-a-ztrata-signalu-mereni/sc-3-a-172347-ch-90933/
- https://www.svetandroida.cz/sila-signalu-201503/
- https://it.cestuji.info/slaby-wifi-signal.php
- https://www.svethardware.cz/jak-zapojime-sit-wifi-bez-tajemstvi/12953-3
- https://www.zive.cz/clanky/pruvodce-vyberem-spravne-anteny-na-wi-fi-pripojeni/sc-3-a-126652/
- https://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/11138-wi-fi_site-vse_co_jste_kdy_chteli_vedet_12?start=2

7.2.4 Více antén

Současná síťová rozhraní pro Wi-fi mají obvykle více než jednu anténu. To někdy nejsme schopni na první pohled posoudit, protože antény dnes bývají (bohužel) často integrované, nebo je část externí a část integrovaná. U integrovaných antén nezbývá než věřit, že výrobce je rozmístil tak, aby se navzájem příliš nerušily a aby co nejlépe pokryly zamýšlený prostor – jenže výrobce ve skutečnosti nemůže vědět, jak chtějí zákazníci prostor pokrýt...

I pokud máme externí antény, nemůžeme zcela posoudit, jak jsou dlouhé: obvykle vidíme totiž jen plastový obal, který může být i o několik centimetrů větší než samotná anténa. Sice víceméně platí, že čím větší anténa, tím může být vyšší výkon, ale ve skutečnosti má na výkon vliv více parametrů. Také platí, že čím vyšší frekvence, tím menší anténa stačí na tentýž výkon.

Ve specifikaci IEEE 802.11a/b/g se setkáváme s *diverzitou*, tedy možností využití více antén pro frekvenční pásmo 2,4 GHz. Diverzita funguje tak, že při komunikaci s konkrétním zařízením se nejdřív přijímá všemi, a po vyhodnocení kvality přijatého signálu ze všech antén je pak určena jedna, která bude pro dané zařízení využívána.

Ve specifikaci pro IEEE 802.11n se objevuje nástupce diverzity – *MIMO* (Multiple Input, Multiple Output) [maimo] – určující využití více antén a algoritmus pro kombinování signálu z těchto antén. Na rozdíl od diverzity mohou (téměř) všechny antény fungovat zároveň.

Při použití MIMO jsou antény rozděleny na Tx (odesílající) a Rx (přijímající), abychom zajistili komunikaci v plném duplexu, a dalším parametrem je počet paralelních streamů (tedy kolik nezávislých kanálů se nám vejde do spektra). Zapisuje se takto:

Tx		Rx		streamy
3	×	3	:	2

což znamená 3 odesílající antény, 3 přijímající antény a 2 streamy.

Technologie MIMO má jednu slabinu – v jednom okamžiku může AP komunikovat maximálně s jediným klientem, třebaže více anténami.

To řeší technologie *MU-MIMO* (Multi-User MIMO) používaná ve specifikaci IEEE 802.11ac, a také například u metropolitních sítí WiMAX. V jednom okamžiku může AP paralelně komunikovat s více různými klienty (maximum je 8 streamů, pro každého klienta 2, tedy maximálně 4 klienti).

V implementaci je bohužel trochu zpoždění, tedy když kupujeme zařízení podle IEEE 802.11ac podporující MU-MIMO, může jít o jednu ze tří fází:

- Wave 1 – SU-MIMO (Single-User MIMO), tedy žádná paralelní komunikace, max. 3 streamy,
- Wave 2 – MU-MIMO (více klientů paralelně), max. 3–4 streamy,
- Wave 3 – max. 8 streamů.

Beamforming je technologie vylepšení vysílání/příjmu signálu u zařízení s více anténami. Účelem je posílení „správného“ signálu směrem k zařízení a naopak potlačení rušení. Díky tomu, že router má více než jednu anténu, může lépe lokalizovat koncové zařízení (směr k němu) a upravit signál tak, aby právě k danému koncovému zařízení dorazil v co nejlepší kvalitě. Mohou být použity i odrazy od stěn a jiných překážek, přičemž je pro tyto směry vypočítáno zpoždění oproti „přímé cestě“ a příslušně upraven fázový posun tak, aby signál v cíli byl poskládán správně bez vzájemného rušení různých odrazů.

Technologie beamformingu je součástí už IEEE 802.11n, ale bohužel specifikace tam nebyla zcela dotažena a implementace v různých zařízeních (od různých výrobců) nemusí být vzájemně kompatibilní (tj. nemáme jistotu, jestli mezi dvěma konkrétními zařízeními bude fungovat). V případě IEEE 802.11ac je již specifikace úplná a každé zařízení pracující podle tohoto standardu by mělo beamforming zvládat.

Poznámka:

Ve skutečnosti není beamforming pouze záležitostí Wi-fi. Je používán také v jiných bezdrátových a mobilních technologiích (včetně LTE). Obecně jde o techniku zkvalitňování signálu pocházejícího z pole senzorů, přičemž u Wi-fi je to pole senzorů reprezentováno anténami.

Další informace:

- https://www.aircrack-ng.org/doku.php?id=airodump-ng
- https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/802-11ac-solution/index.html
- https://www.howtogeek.com/220774/htg-explains-what-is-beamforming-on-a-wireless-router/

7.3 Základní diagnostika bezdrátové sítě

7.3.1 Wi-fi kanály

Zaměřme se na kanály používané ve Wi-fi sítích. Víme, že se komunikuje ve dvou pásmech – kolem frekvence 2,4 GHz (podle standardů IEEE 802.11b/g/n) a kolem frekvence 5 GHz (podle standardů IEEE 802.11a/n/ac). Frekvenční pásmo kolem frekvence 60 GHz (IEEE 802.11ad) ještě není příslušnými nástroji podporována.

V daném frekvenčním pásmu se pro komunikaci s konkrétním zařízením zabere některý kanál, a pokud je tento kanál příliš vytížen, má to negativní vliv na přenosovou rychlost, protože dochází k rušení (ztrácejí se pakety, tedy je často nutné opakovat přenos). Access pointy (AP) sice obvykle

dokážou automaticky vybrat nejméně zarušený kanál, ale vybírají ho ze svého pohledu – pokud je zdroj rušení dál od AP a spíše blíž koncovému zařízení, AP tuto situaci může špatně vyhodnotit a umíněně trvá na nevhodném kanálu. V takovém případě je lepší vybrat kanál ručně.

Jeden z nejznámějších nástrojů pro analýzu obsazení kanálů je *InSSIDer* pro Windows a MacOS X od společnosti MetaGeek. Původně byl ke stažení, starší verze ještě jsou, ale zřejmě vzhledem k popularitě se tento stav změnil a nyní jde o komerční aplikaci (nicméně dá se stáhnout verze k vyzkoušení).

Obrázek 7.10: InSSIDer

Na obrázku 7.10 je okno tohoto nástroje (ale novější verze zřejmě už vypadá trochu jinak). V horní části okna je seznam nalezených wi-fi sítí s jejich vlastnostmi včetně použitého zabezpečení a MAC adresy. Ve spodní části je několik záložek, přičemž na dvou záložkách máme přehled obsazení kanálů v dané části frekvenčního spektra a na záložce Time Graph je graf aktivity jednotlivých sítí.

MetaGeek má v portfoliu i další zajímavé aplikace. Například:

- Chanalyzer (není volně ke stažení, můžeme jen vyzkoušet trial verzi s předpřipravenými daty),
- Wi-Spy (komerční),
- Eye P.A. (ke stažení verze na 15 dnů),
- AirPcap (komerční), atd.

Některé z těchto aplikací vyžadují speciální hardware.

Velice se InSSIDeru podobá nástroj *Acrylic WiFi*, který ve volně stažitelné verzi Home (pouze pro domácí použití) umí vpodstatě totéž a také jeho rozhraní je podobné (trochu přehlednější).

Velice nadějně vypadá volně šiřitelná aplikace *NetSpot* pro Windows a MacOS X, která má dokonce mnohem více funkcí než InSSIDer (například mapování pokrytí signálem v oblasti či hledání problémů v síti). Zdá se, že Metageeku roste zajímavá konkurence.

Program *WifiInfoView* od Nirsoftu je volně šiřitelný nástroj pro zjišťování informací o dostupných bezdrátových sítích. Dá se spustit buď jako aplikace s oknem (vidíme seznam dostupných sítí, jejich

vlastnosti a ve spodním podokně podrobnosti), tak i s různými dodatečnými parametry (na webu projektu jsou podrobné informace).

Existují i další podobné nástroje. V Linuxu máme například *LinSSIDer* a (trochu jinak funkčně vybavený) *iwsSanner*, existují také obdobné aplikace pro Android (například *Wifi Analyzer*). Jednoduchý nástroj pro zjišťování okolních sítí je NetStumbler.

Další informace:

- https://www.metageek.com/inssider/
- https://www.acrylicwifi.com/en/wifi-analyzer/
- https://www.netspotapp.com/
- http://www.nirsoft.net/utils/wifi_information_view.html
- https://alternativeto.net/software/inssider/

Úkol

Stáhněte si některý nástroj pro analýzu kanálů a vyzkoušejte na zařízení s bezdrátovým síťovým rozhraním.

Někdy potřebujeme zmapovat pokrytí oblasti (domu, bytu, kanceláří, zahrady, atd.) bezdrátovým signálem. Pro tento účel existuje dostatek nástrojů, například Ekahau Site Survey (komerční), Ekahau HeatMapper (freeware vyžadující registraci), tuto funkcionalitu najdeme i ve výše zmíněné aplikaci NetSpot, také lze najít mobilní aplikace pro tento účel.

Typické použití je takové, že na přenosném zařízení (notebook, tablet) spustíme aplikaci a nějakým způsobem jí dodáme plánek oblasti. Záleží na konkrétní aplikaci, obvykle to může být třeba naskenovaný ručně nakreslený obrázek, náčrt vytvořený přímo v aplikaci nebo import z jiné aplikace. V aplikaci se nám zobrazí tento plánek, my se pohybujeme „cik-cak“ prověřovaným prostorem a průběžně označujeme místo v plánku, na kterém se právě nacházíme (myší, touchpadem, přes dotykovou obrazovku). Při každém označení je změřena síla signálu a aplikace ji pro dané místo zaznamená. Po proskenování celého prostoru pak podle naměřených hodnot aproximuje pokrytí signálem pro celou mapku a barevně vyznačí.

Další informace:

- https://www.ekahau.com/solutions/wi-fi-heatmaps/
- https://www.netspotapp.com/wifi-heat-map/wifi-heatmapper.html
- http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=EaeMof51txg (video)

Úkol

Vyberte si některý nástroj z výše zmíněných a vyzkoušejte ho.

7.4 Když potřebujeme nakreslit schéma sítě

Někdy potřebujeme nakreslit schéma (topologii) sítě, třeba kvůli jejímu plánování nebo vytváření dokumentace. Buď tedy použijeme papír a tužku, nebo sáhneme po aplikacích, které nám pomohou.

Potřebujeme tedy nástroj, který obsahuje ikony různých zařízení včetně síťových, zobrazení pasivních síťových prvků (kabely, antény apod.) a další objekty, přičemž s nimi dokáže pracovat vektorově a podle potřeby exportovat do vhodných formátů.

Absolventi kurzů Cisco samozřejmě znají *Packet Tracer*. Ten dovoluje nejen síť vizuálně vytvořit, ale také nakonfigurovat a otestovat. Pokud však chceme opravdu pouze vizuální výsledek nebo nám z nějakého důvodu nevyhovuje použitá grafika, máme i jiné možnosti.

Zajímavým nástrojem je například *Diagramly* (volně dostupný, webová aplikace). Další nástroj, *Creately*, je sofistikovanější, ale komerční (s možností vyzkoušení zdarma). *Cade* je volně dostupný.

Další informace:

- https://www.draw.io/ (Diagramly)
- https://creately.com/ (Creately)
- https://cade.informer.com/download/ (Cade)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_network_diagram_software

Kapitola 8

Servery

8.1 Windows Server

Systém Windows Server používá stejné jádro jako desktopové edice, v každé verzi vždy jádro společně s časově odpovídající desktopovou verzí. Rozdíl je v konfiguraci parametrů nacházejících se především v registru (hlavně parametrů síťových rozhraní) a ve vybavenosti nástroji pro správu systému, sítě, služeb apod.

Teoreticky jde desktopový systém využívat jako malý jednoduchý server, ale je dobré se trochu „pohrabat“ v parametrech rozhraní a případně si opatřit některé další nástroje.

8.1.1 Jádro systému a edice

✎ V následující tabulce je zachycen vztah mezi serverovými a desktopovými Windows, přičemž na stejném řádku jsou vždy systémy používající totéž jádro.

Serverový systém	Desktopový systém	Verze jádra
Windows Server 2008	Windows Vista	NT 6.0
Windows Server 2008 R2	Windows 7	NT 6.1
Windows Server 2012	Windows 8	NT 6.2
Windows Server 2012 R2	Windows 8.1	NT 6.3
Windows Server 2016	Windows 10	NT 10.0

Tabulka 8.1: Serverové a desktopové systémy s odpovídajícími si jádry

✎ Rozštěpení systému do edic se s časem postupně měnilo (počet edic dlouhodobě klesá, a to i u serverů), obecně můžeme najít tyto edice:

- *Standard* – pro středně velké servery, poměrně složitá licenční politika,
- *Datacenter* – pro velká datacentra,
- *Foundation* – pro malé firmy do 15 zaměstnanců, do verze 2012 R2,
- *Small Business Server* (SBS), u novějších verzí *Essentials* – firmy do 25 zaměstnanců a 50 zařízení, důraz je kladen na co nejjednodušší správu pomocí průvodců,
- *Web Server*, *Storage Server*, *Hyper-V Server*, atd.

Rozdíly mezi jednotlivými edicemi jsou v počtu podporovaných procesorů nebo výpočetních jader, určení pro konkrétní hardwarovou architekturu, v maximu podporované operační paměti, v maximálním počtu paralelně přihlášených uživatelů, serverových rolí, atd.

Další informace:

- Rozdíly mezi edicemi:
  https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/get-started/windows-server-release-info
- https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Microsoft_Windows_versions

8.1.2 Role

Role v systému Windows Server odpovídá některé ze základních serverových úloh, většina rolí odpovídá nejdůležitějším typicky serverovým službám. Výběr rolí:

- *File Services* – souborový server, správa síťového úložiště, replikace souborů, pokročilé kvóty, NFS, atd.,
- *DHCP Server*,
- *DNS Server*,
- *Print Services* – tiskový server
- *Application Server* – aplikační server, tedy správa nasazení (deployment) aplikací na intranetu,
- *Terminal Services* – umožňuje uživatelům vzdálený přístup na server přes protokol RDP (protokol RDP se zapouzdřuje do HTTPS),
- *Web Server* – služba IIS (Internet Information Services),
- *Active Directory Domain Services* (dříve AD) – adresářové služby pro správu přístupu a zabezpečení k různým objektům (uživatelé, uživatelské skupiny na síti, počítače, servery, tiskárny, atd.),
- *Active Directory Lightweight Directory Services* – kompatibilita Microsoft AD s dalšími adresářovými službami založenými na protokolu LDAP
- další AD role (AD Certificate Services, AD Rights Management Services, AD Federation Services),
- *Hyper-V* – vytvoření a správa virtuálních serverů (serverová virtualizace)
- *Network Policy and Access Services* – správa bezpečného přístupu k síti pro uživatele (VPN server, RADIUS server, proxy, remote access profiles, atd.),
- *Windows Deployment Services* (WDS) – správa WIM souborů s obrazy instalací systému pro zjednodušení síťové instalace Windows na zařízeních v místní síti,
- atd.

Server Core je volba instalace bez „nedůležitých“ součástí (hlavně grafické rozhraní, Internet Explorer, atd., obecně cokoliv, co vyžaduje grafické rozhraní). Některé aplikace jsou však dostupné – Server Core totiž neznamená systém úplně bez oken, pouze není k dispozici správa oken, funkce přepínání mezi nimi, hlavní panel, tlačítko Start, některé prvky grafického rozhraní, atd.

Máme k dispozici okno příkazového řádku a pak okna některých dalších aplikací, které si přes příkazový řádek dokážeme spustit, například Regedit (`regedt32.exe`), Notepad (`notepad.exe`), Task manager (`taskmgr.exe`), System information (`msinfo32.exe`), Windows installer (`msiexec.exe`), Microsoft support diagnostic tool (`msdt.exe`) a samozřejmě další okna příkazového řádku (`cmd.exe`).

Žádné .NET aplikace v Server Core neběží, kromě PowerShellu (ten není dostupný ve Windows Server 2008 Server Core). Některé role taktéž nejsou dostupné (například Terminal Services a Application Server), jiné role jsou dostupné omezeně (například role Web Server nepodporuje ASP.NET).

Hlavním důvodem instalace Windows v režimu Server Core je bezpečnost.

Další informace:

https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/server-core/what-is-server-core (What is Server Core?)

Poznámka:

Licenční politika serverových Windows je spletitá a navíc se čas od času mění, takže je třeba si dávat pozor na to, jakou edici potřebujeme a za co si chceme připlatit, a samozřejmě si musíme hlídat plnění licence (například počet uživatelů, počet procesorových jader, atd.).

8.1.3 Instalace

Samotná instalace tohoto systému je jednoduchá a vpodstatě odpovídá instalaci na desktopu (což ostatně platí prakticky o všech novějších serverových operačních systémech). Rozdíly se přesto najdou. Předně je třeba zadat „bezpečné“ heslo administrátora, v zásadách platných při instalaci serveru je přednastavena nutnost použití malých a velkých písmen a číslic při určité minimální délce hesla.

Než se však pustíme do instalace, měli bychom provést *přípravu*. Předpokládejme, že máme stroj vyhovující našim současným a předpokládaným budoucím potřebám. Měli bychom si rozmyslet:

- jak bude instalovaný stroj začleněn do IT infrastruktury, jak bude zabezpečen (fyzicky i zapojením do sítě), například zda bude v DMZ, komu a jak bude přístupný, zda bude chráněn UPS zařízením proti výpadkům proudu, jak k němu bude připojen,
- ve které doméně bude, jaká má být IP adresa (servery typicky mívají statickou IP adresu),
- jakým způsobem chceme instalovat – sedět přímo u stroje nebo použít bezobslužnou instalaci (typicky když máme instalovat hodně serverů najednou),
- jakým způsobem chceme využít disk (či pole disků) – bude rozdělen na oddíly (zřejmě ano, je vhodné vyčlenit podle verze a velikosti prostoru cca 30–40 GB na systém a zbytek pro serverové aplikace a databáze),
- jaké role bude instalovaný systém plnit?

Během instalace nebo po ní je třeba zadat *Product Key* (PID), stejně jako u desktopového systému. Tento identifikační řetězec plně určuje edici systému, kterou jsme si zaplatiti. Je možné instalací projít bez zadání klíče, ale v tom případě musíme ručně zvolit edici – samozřejmě podle toho, jakou jsme si pořídili. PID můžeme zadat později, ale pozor – je třeba zadat PID té edice, kterou jsme určili při instalaci, dodatečná změna edice není možná (bylo by nutné systém přeinstalovat).

Některé verze Windows Server jsou dostupné pouze v angličtině (případně čínštině), ale nikoliv v češtině.

Pokud ručně vypínáme server, Windows se nás všetečně zeptají, proč to děláme, a ukončení systému dovolí, až odpovíme. Stačí vybrat jednu možnost ze seznamu a systém může být vypnut.

Pozor – pokud chceme používat serverovou virtualizaci (Hyper-V), je třeba zapnout virtualizaci v BIOSu (ideálně před instalací, i když i později to jde).

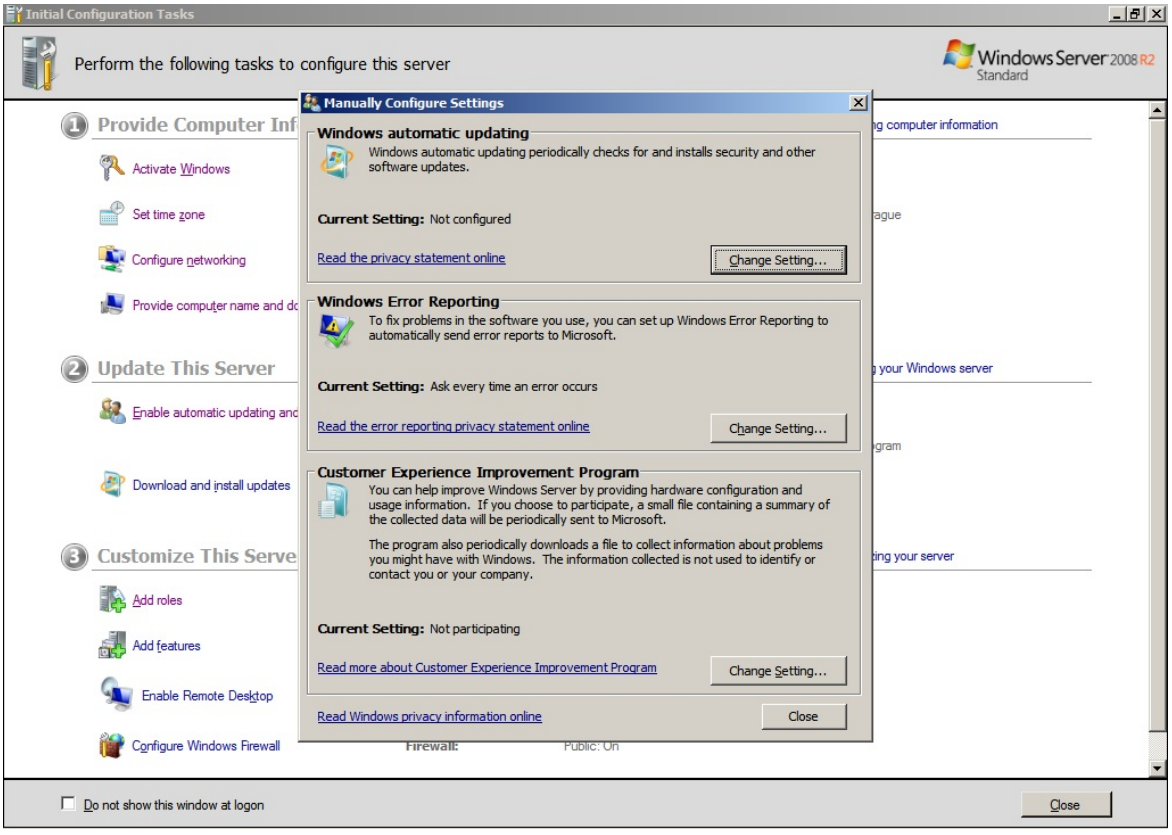
8.1.4 Prvotní konfigurace Windows Server 2008 R2

Systém Windows Server 2008 R2 má stejné jádro jako Windows 7 (Windows Server 2008 má stejné jádro jako Windows Vista). Rozdíl je v nastavení některých vlastností (nastavení jádra a jeho modulů, položky v registru, nastavení vlastností síťového rozhraní), zásad zabezpečení, a také ve vybavenosti některými nástroji.

Při prvním spuštění instalovaného systému se zobrazí okno *Initial Configuration Tasks Wizard* (Úlohy počáteční konfigurace, viz obrázek 8.1). Tento průvodce je novinkou právě od verze 2008 R2, jeho účelem je nabídnout hned po instalaci souhrn všech nástrojů, které se typicky právě po instalaci používají. Především nástroje v první skupině bychom měli hned použít – aktivace, nastavení časového pásma (u nás GMT+01:00, pak se automaticky spraví i datum a čas), nastavení sítě, určení názvu počítače, případně i domény, pokud ji už máme stanovenou, a samozřejmě aktualizace.

V okně dole najdeme zatrhávací pole *Do not show this windows at logon*. Dokud si nebudeme zcela jisti, že už toto okno nebudeme potřebovat, necháme ho nezatržené.

Jak na serveru nastavit *aktualizace*? Obecně se nepovažuje za vhodné nechat na serveru aktualizace instalovat zcela automaticky, protože ne všechny mohou mít pouze pozitivní důsledky. Je lepší zvolit automatické stahování s tím, že samotná instalace musí být vždy odsouhlasena. Taky je možné zvolit

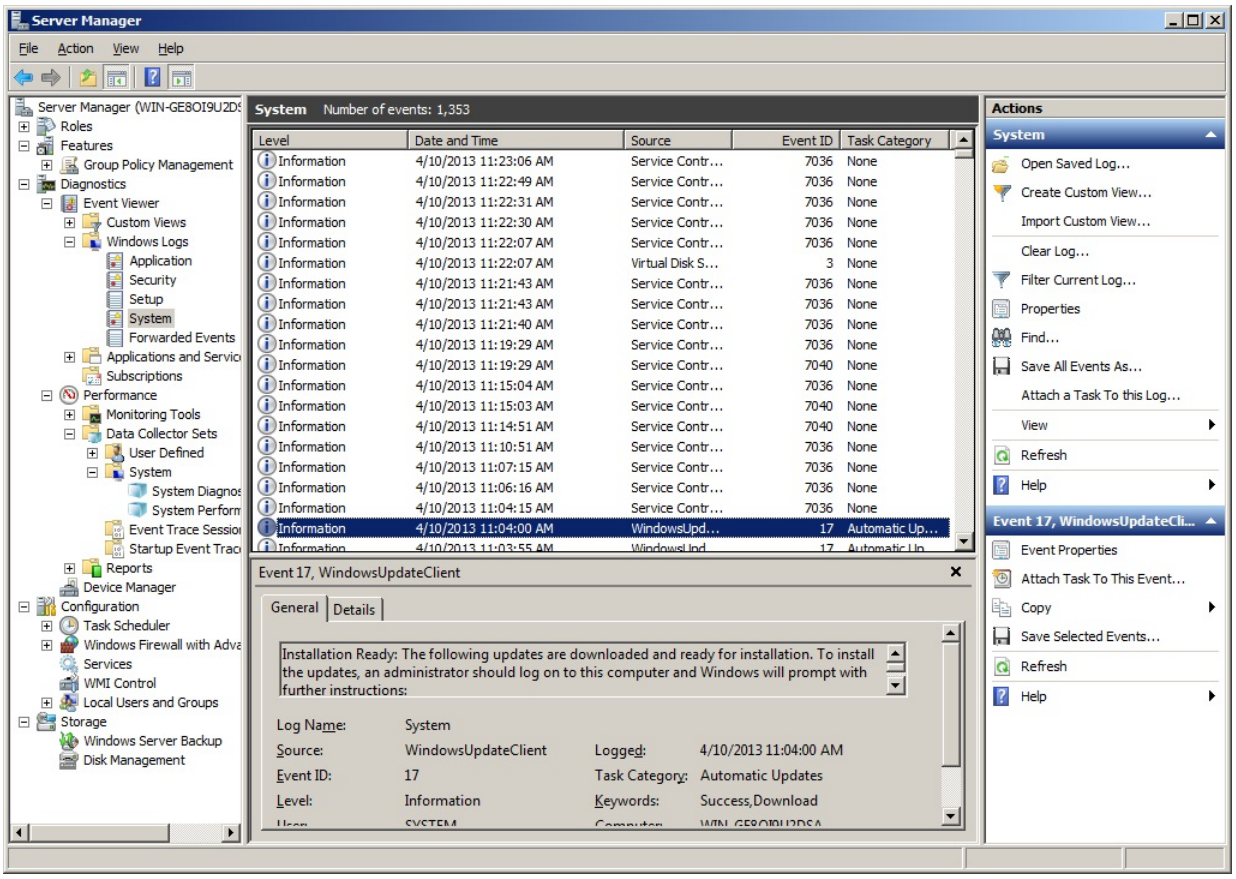


Obrázek 8.1: Zapnutí aktualizací přes Initial Configuration Tasks Wizzard, Windows Server 2008 R2

lokální aktualizace pomocí *WSUS* (Windows Server Update Services) – v tom případě potřebujeme v síti WSUS server, který stahuje aktualizace klasickým způsobem, pak jsou otestovány, a teprve potom jsou tyto (otestované) aktualizace distribuovány na jednotlivé počítače v síti.

Pokud okno *Initial Configuration Tasks Wizard* zavřeme, otevře se další užitečné okno – *Server Manager* (Správce serveru, viz obrázek 8.2). V tomto okně (vpodstatě grafické konzole) najdeme „zkratky" ke všem nejpotřebnějším nástrojům pro konfiguraci. Kromě toho jsou k dispozici klasické cesty – *Control Panel* (Ovládací panel) a další nástroje přístupné přes nabídku *Start* nebo na Příkazovém řádku a v PowerShellu.

Server Manager může být samozřejmě spuštěn i kdykoliv později.



Obrázek 8.2: Server Manager – oblast *Diagnostics*

8.1.5 Instalace funkcí a rolí ve Windows Server 2008 R2

Funkce (features) jsou (víceméně) jednoduché programy zajišťující funkčnost systému. Jsou to například funkce související s rozhraním .NET Framework, fukce pro správu zásad skupiny, funkce pro správu a provoz sítí (například pro vyrovnání zatížení sítě nebo SMTP server), funkce související s Active Directory nebo třeba zálohováním.

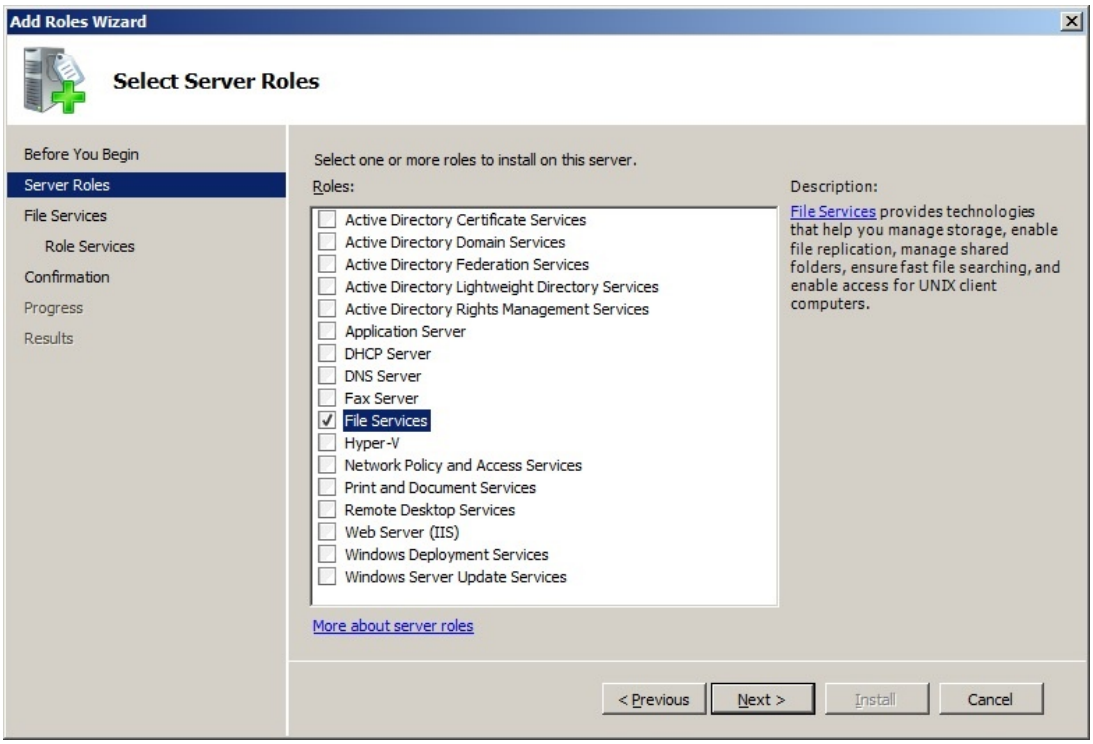
Role (roles) jsou komplexní sdružení funkcí určené pro konkrétní účel. K rolím patří například Aplikační server, DHCP server, Tiskové služby, Terminálová služba, Webový server a další, jak bylo uvedeno i v předchozím textu.

Každá role má své *služby role*. Například role *Souborová služba* (File Services) poskytuje služby role Souborový server, Systém souborů DFS, Služba Windows Search a další.

Ve Windows Server 2008 R2 instalujeme funkce a role buď v nástroji *Initial Configuration Tasks Wizard*, který se zpočátku spouští hned po spuštění systému, a nebo v nástroji *Server Manager*.

Poznámka:

Je sice možné instalovat více rolí či více funkcí najednou, ale v tom případě silně vzrůstá pravděpodobnost, že poté bude systém restartován. Je to zvláštní, ale po instalaci jediné role či funkce je pravděpodobnost nutnosti restartu téměř nulová (i v případě, že jsme na možnost vynuceného restartu upozorněni), kdežto při sdružení tří či čtyř rolí může být až 50 procent (podle toho, o jaké role a funkce jde).



Obrázek 8.3: Instalace rolí serveru – výběr rolí

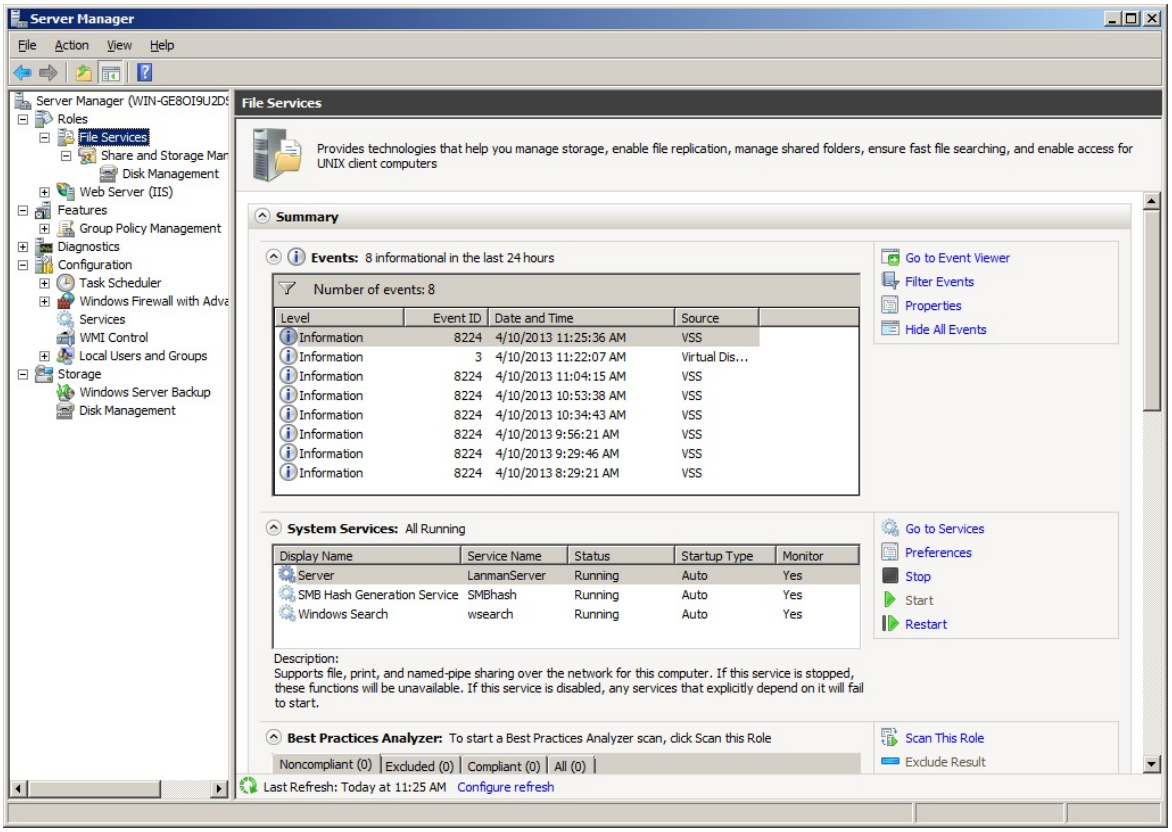
Instalace nové role:

- klepneme na příslušnou volbu v jednom z výše zmíněných nástrojů,
- zvolíme roli, kterou chceme instalovat, v menu vlevo stanovíme služby role, které se mají doinstalovat, případně další volby podle konkrétní role,
- potvrdíme, počkáme.

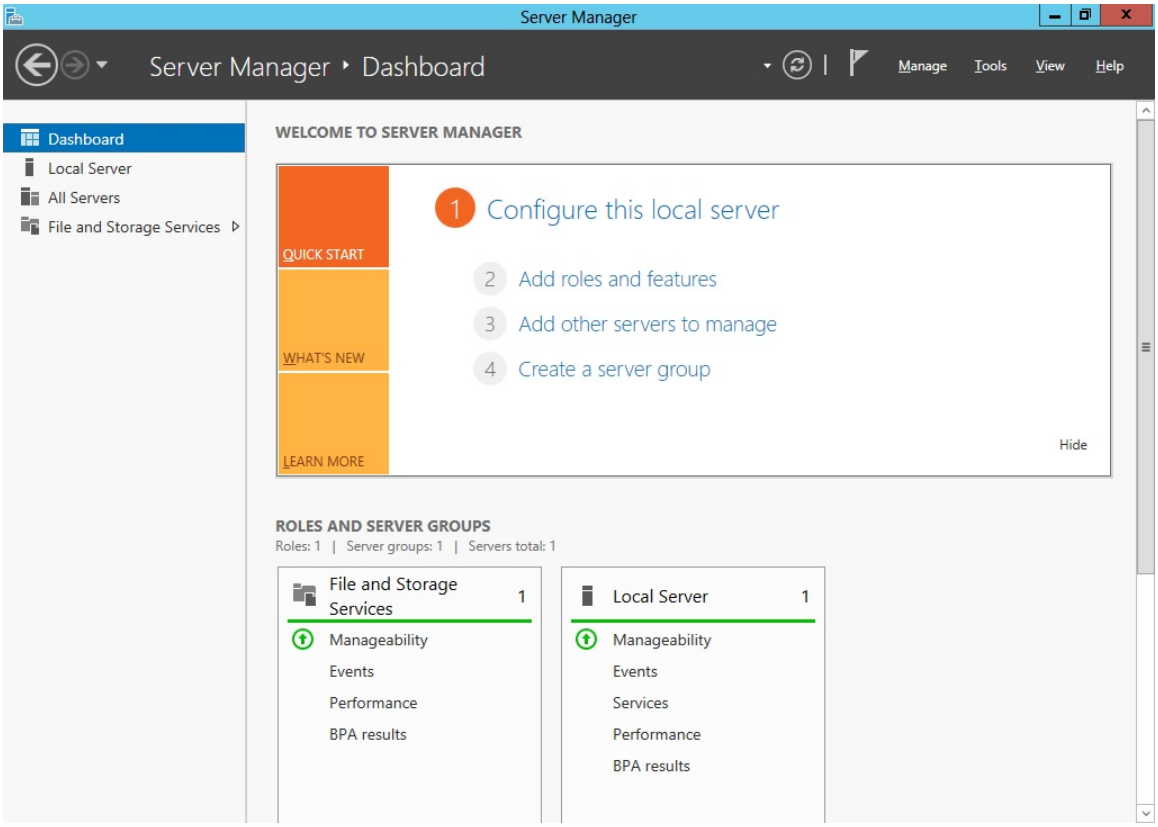
Instalace nové funkce probíhá podobně – zvolíme, dále obvykle musíme schválit instalaci dalších funkcí, na kterých ta vybraná závisí, potvrdíme, počkáme.

8.1.6 Windows Server 2012

Systém Windows Server 2012 má stejné jádro jako Windows 8, opět s podobnými rozdíly jako u předchozích verzí. Instalace je podobná jako u desktopu, jen ještě „utahanější“, po několika restartech

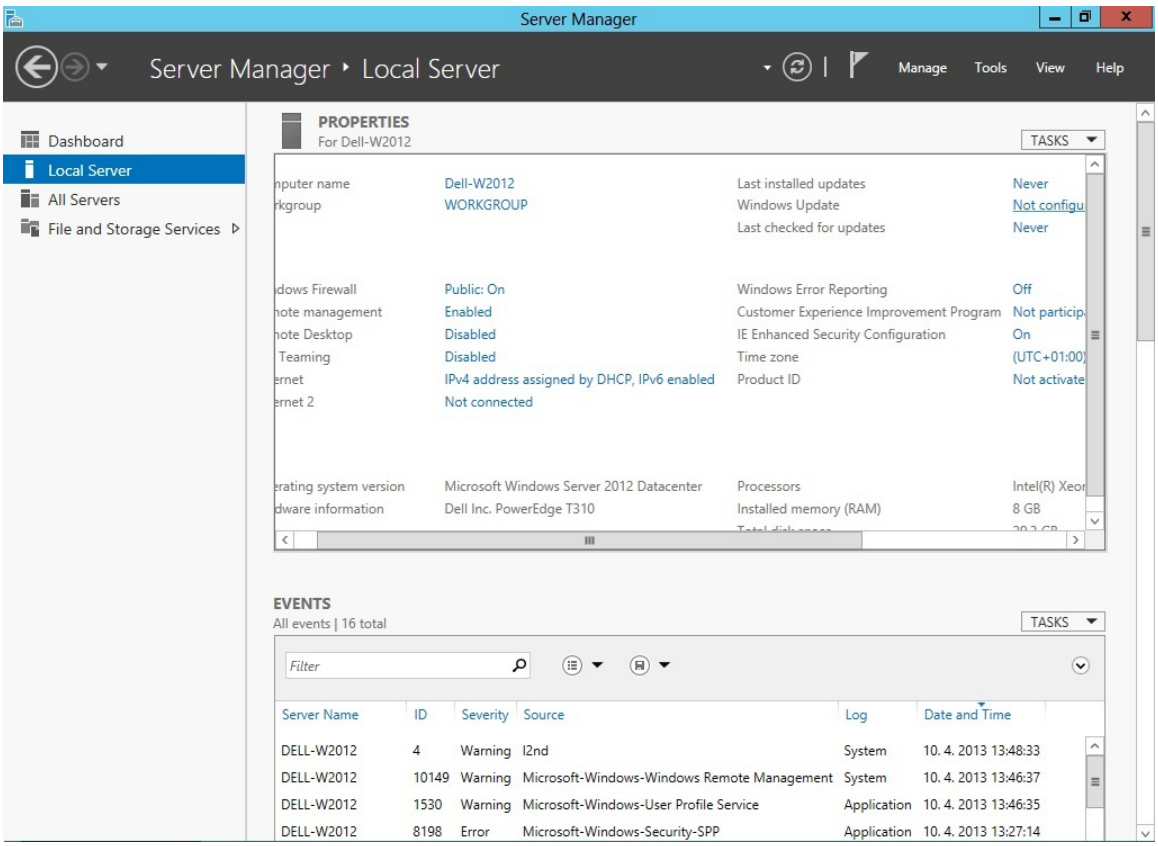


Obrázek 8.4: Server Manager ve Windows Server 2008 R2 – role serveru



Obrázek 8.5: Server Manager ve Windows Server 2012

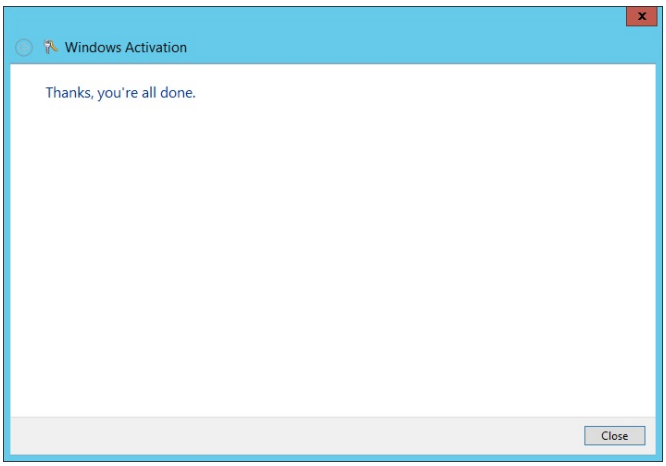
a přihlášení se dostaneme do rozhraní Metro. Žádné tlačítko *Start*, jen klepnutím k levému okraji hlavního panelu („hot corner“) získáme Metro nabídku.



Obrázek 8.6: Server Manager ve Windows Server 2012 – *Local Server*

Po instalaci už bohužel nemůžeme očekávat nástroj *Initial Configuration Tasks Wizard* – v této verzi je (nepříliš povedeně) už integrován do nástroje *Server Manager*. Na časové pásmo jsme dotázáni už během instalace, ostatní konfigurujeme v nástroji *Server Manager*, v levém menu položka *Local Server* (klepneme na položku, kterou chceme změnit), položky jsou ve více sloupcích.

Aktivace se provádí v nástroji *System* – vlastnosti prvku *Computer* (přes „složku“ na hlavním panelu, spustí se Průzkumník).



Obrázek 8.7: Aktivace se povedla

Vzhledem k tomu, že na *Start* ⇨ *Spustit/Run* můžeme zapomenout, měli bychom vědět, jak se dostat k jednotlivým nástrojům, které nejsou přístupné přes nástroj *Server Manager*.

Předně je tady Metro nabídka (Start) – myší do rohu „hot corner“, vlevo na panelu nástrojů. Zde se dostaneme k tomu, co je přišpendleno na Panelu nástrojů, dále je zde *Control Panel* (Ovládací nástroje), *Computer* (Počítač), *Task Manager* (Správce úloh) a *Administrative Tools* (Nástroje pro správu). Pokud jsme instalovali další aplikace, zřejmě zde taky budou mít svou ikonu (vlastně dlaždici).

Další důležitý „roh“ je pravý dolní, přes který se dostaneme k ikoně *Setttings/Nastavení* (můžeme nastavovat síť, rozložení klávesnice nebo třeba vypnout či restartovat počítač).

Po instalaci se zřejmě také v *Action Center* setkáme s varováním o vypnuté funkci *SmartScreen*. Tato funkce má zabránit spouštění „neznámých“ aplikací. Na serveru je vhodné zvolit kompromis – spouštět tyto aplikace s povolením.

Ve Windows Server 2012 je třeba v nástroji *Server Manager* vpravo nahoře najít tlačítko *Manage*, tam najdeme volbu *Add roles and features*. Určení rolí a verzí je vpodstatě podobné jako v předchozích verzích, jen je složitější se k některým volbám dostat a k některým je třeba jít do jiných nástrojů.

Další informace:

- Lowe, S.: Ten first steps with Windows Server 2012. TechRepublic, September 18, 2012. URL: https://www.techrepublic.com/article/ten-first-steps-with-windows-server-2012/
- https://openclassrooms.com/en/courses/7710301-manage-windows-server/7803261-understand-roles-and-features
- Alternatives to Windows Roles: https://jumpcloud.com/blog/top-windows-server-roles-alternatives

8.1.7 Webový server

Ve Windows Server máme k dispozici webový server *IIS*, ale není řečeno, že ho musíme využít. Pokud tedy z nějakého důvodu nechceme IIS, typickou volbou bývá kombinace Apache+MySQL+PHP (popřípadě jiný databázový systém či jazyk) – WAMP (Windows, Apache, ...). Jednotlivé součásti lze instalovat zvlášť, ale existují i balíčky obsahující všechny tři části, například XAMPP. Tyto balíčky bývají většinou volně ke stažení a šířeny pod licencí GNU GPL, tedy jejich použití je právně bezproblematické. Pokud se rozhodneme pro některý balíček, měli bychom se předem přesvědčit, zda v něm najdeme aktuální verze jednotlivých produktů.

Další informace:

- *Srovnání WAMP serverů* (Windows, Apache, MySQL, PHP). Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_WAMPs
- *XAMP web page*. https://www.apachefriends.org/
- *WampServer*. https://www.wampserver.com/en/

8.1.8 Další servery

Pokud chceme na dotyčném serveru provozovat doménu Active Directory, musíme nejdřív zprovoznit roli DNS serveru (ne jen nainstalovat, ale i nakonfigurovat), pokud DNS server ještě nemáme. Abychom

mohli zprovoznit DNS server, potřebujeme statickou IP adresu – kdybychom adresu získávali dynamicky, DNS server by nebylo možné ani nakonfigurovat. Takže pořadí úkolů v konfiguraci je jasné.

Další informace:

- DNS (Domain Name System) zaměřeno na Microsoft. *Samuraj.com*, 2007. https://www.samuraj-cz.com/clanek/dns-domain-name-system-zamereno-na-microsoft/
- Windows Server 2012 Active Directory. *Samuraj.com*, 2012. https://www.samuraj-cz.com/clanek/windows-server-2012-active-directory/

8.2 Linux

8.2.1 Proč Linux na serveru

Linux je pro servery dobrou volbou. Podporuje hodně hardwarových architektur, je stabilní a škálovatelný, není třeba ho tak často restartovat jako Windows – kvůli aktualizaci či jakýmkoliv jiným manipulacím s moduly jádra většinou není nutné restartovat, při správné konfiguraci (!!!) a aktuálním stavu je velice bezpečný. Cena *TCO* (Total Cost of Ownership – celkové náklady na vlastnictví) je nižší než v ekvivalentně dimenzovaných edicích Windows (taky záleží na nákladech na školení obsluhy), třebaže Microsoft má jiný názor.

Pokud je třeba, dokážou linuxové servery vcelku bez problémů spolupracovat s windowsovskými klienty i jinými servery, včetně začlenění do Active Directory (v Linuxu je podporován protokol LDAP).

GNU Linux je na serverech čím dál častější, dokonce na nich bývá někdy předinstalován. Odhady konkrétního podílu se liší, typicky se s Linuxem setkáme hlavně na webových serverech (většinou v konfiguraci s LAMP – Linux, Apache, MySQL, PHP), ve velkých datových centrech a samozřejmě na superpočítačích (tam Linux kraluje, na TOP 10 má dokonce 100% podíl).

Další informace:

- https://introserv.com/blog/linux-server-vs-windows-server-original-performance/
- Exkluzivně: Linux je na 70 % českých serverů, Apache na 88 %. *Root.cz*, 2008. https://www.root.cz/clanky/exkluzivne-linux-je-na-70-serveru-apache-na-88/

8.2.2 Volba distribuce

Většina běžných distribucí Linuxu se hodí na server (dokonce existuje serverová instalace Ubuntu, ale to už lze považovat za extrém). Obvykle vybíráme podle toho, jakou distribuci už případně v síti používáme, jaké jsou typické požadavky serverových aplikací, které chceme na server instalovat, jaký balíčkovací systém nám vyhovuje, a v neposlední řadě podle svých preferencí. Důležitým kritériem může být i očekávaná podpora distributora a případně možnost snadného přechodu na komerční verzi (například CentOS je komunitní verze ke komerčnímu RedHat Enterprise Server).

Na serverech se často setkáváme s těmito distribucemi:

- *Debian* – velmi stabilní distribuce pro mnoho hardwarových architektur, čistě komunitní, nemá oficiální podporu (servis), místo toho obvykle najdeme řešení problému ve fórech, dokumentech how-to, diskusích,
- *Red Hat Enterprise Linux* – komerční distribuce s velmi dobrou podporou, část vývoje probíhá v Brně; komunitní odnože jsou CentOS a Fedora,
- *SUSE Linux Enterprise Server* (od Novellu) – taktéž komerční distribuce, komunitní odnoží je OpenSUSE,
- atd.

Další informace:

- https://www.debian.org/
- https://www.redhat.com/en/technologies/linux-platforms/enterprise-linux
- https://www.suse.com/

8.2.3 Instalace

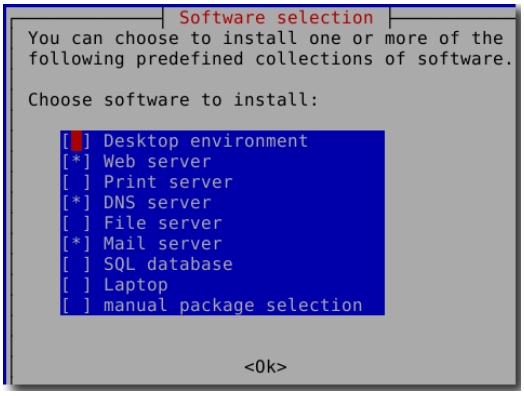
Instalace probíhá prakticky stejně jako na desktopu, jen bychom si měli více všímat rozdělení disku a jiných pokročilejších nastavení, včetně instalace typicky serverových nástrojů (pokud to instalační proces umožňuje). Rovněž na bezpečné heslo roota by měl být brán zřetel.

Existují různé strategie určování adresářů, pro které chceme samostatné oddíly, každý administrátor na to má svůj (odůvodněný) názor. Především je dobré zohlednit, že obsah některých adresářů může nekontrolovaně růst (pokud na to nemáme „kontrolní“ nástroje), takové by měly být v samostatných oddílech. Například `/var/log` obsahující systémové logy a logy služeb se může rychle rozrůstat, až tak, že začne ubírat místo ostatním adresářům a při prodlení by to mohlo špatně dopadnout.

Dalšími adepty na samostatné oddíly jsou adresáře, u kterých chceme použít určitá specifická nastavení, například adresář `/usr` není špatné připojovat pouze pro čtení, a jen když se provádí údržba, aktualizace apod., by se připojil pro zápis.

Nyní se zaměříme na instalaci Debianu. Instalátor může být buď s grafickým rozhraním nebo v pseudografickém režimu, jak vidíme na obrázku 8.8. Instalace je podobná jako u desktopu, ale během instalace bychom měli věnovat větší pozornost výběru sad softwaru (vpodstatě služeb, například File Server, Web Server apod.) – podle obrázku 8.8 jsme zatím vybrali Web server (tedy Apache), DNS server a Mail server.

To vše samozřejmě můžeme instalovat kdykoliv později (v Debianu třeba příkazem `apt-get`). Příkaz `tasksel` pomáhá pracovat s celými softwarovými sadami, tedy úlohami (tasks), metabalíčky složenými z více balíčků.



Obrázek 8.8: Volba rolí při instalaci Debianu (v pokročilém nastavení)

Příklad

Vypíšeme si seznam softwarových sad:

```
tasksel -list-tasks
```

```
i desktop               Desktop environment
i web-server            Web server
i print-server          Print server
u~dns-server            DNS server
u~file-server           File server
i mail-server           Mail server
u~database-server       SQL database
i ssh-server            SSH server
i laptop                Laptop
u~manual                manual package selection
```

Teď chceme zjistit, které balíčky jsou obsaženy v sadě (úloze) *mail-server*:

```
tasksel -task-packages mail-server
```

```
procmail
qpopper
spamassassin
mutt
exim4
sa-exim
mailagent
uw-imapd
```

Mohou existovat ještě komplexnější metabalíčky, například pro LAMP server (Linux, Apache, MySQL, PHP, přičemž Linux už máme):

```
apt-get install lamp-server^
```

Symbol „^“ na konci příkazu je nutný!

Poznámka:

V případě LAMP rozhodně nestačí jen samotná instalace, je třeba provést i konfiguraci, bez které je náš server zranitelný. Ve zdrojích níže je postup konfigurace podrobně popisován.

Další informace:

- https://www.youtube.com/watch?v=sJuJbqxxhos
- https://wiki.debian.org/LaMp (LAMP configuration)
- https://wiki.debian.org/SecurityManagement

8.2.4 Konfigurace

Konfigurace spočívá především v zprovoznění příslušných serverových rolí (DNS serveru, File serveru, Web serveru apod.), a také v nastavení typicky serverového chování zařízení, což kromě jiného znamená projít konfiguraci firewallu – filtraci příchozího a odchozího provozu. Je třeba si uvědomit, že zatímco

desktop obvykle nepřijímá požadavky na komunikaci zvenčí (funguje jako klient), u serveru jsou naopak příchozí požadavky ze sítě zcela běžné a nesmí být zahazovány.

Další věc, které je třeba si na serveru všímat důkladněji než na desktopu, je diagnostika, sledování a analýza log souborů, je vhodné mít nějaký dohledový systém.

Další informace:

- seriál Linux na serveru. *Root.cz* https://www.root.cz/specialy/linux-na-serveru/
- https://www.root.cz/specialy/linux-na-serveru/ochrana-pristupu/
  (vřele doporučuji projít si celý seriál, toto je jen jeden z jeho dílů)
- Správa linuxového serveru. Seriál na *LinuxExpres.cz*, 2009. https://www.linuxexpres.cz/praxe/sprava-linuxoveho-serveru
- Ubuntu – servery. *Ubuntu.cz*. https://wiki.ubuntu.cz/Servery
- Charles Aulds: *Linux – administrace serveru Apache*. Grada Publishing a.s., 2003. Dostupné na: http://books.google.cz/books?id=N-4_nOLUB0gC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r
- Eric Rosebrock, Eric Filson: *Linux, Apache, MySQL a PHP*. Grada Publishing a.s., 2005. Dostupné na: http://books.google.cz/books?id=Xo7PZIHypm0C&printsec=frontcover
- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_router_or_firewall_distributions