

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**



**Operační systém MINIX**

Bakalářská práce

**Radek Jirků**

Školitel: Mgr. Jiří Pech, Ph.D.

České Budějovice 2012

## Bibliografické údaje

Autor, Jirků R., 2012: Operační systém MINIX.

[Operating system MINIX Bc.. Thesis, in Czech.] – 43 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

## Anotace:

Tato bakalářská práce seznamuje čtenáře s operačním systémem MINIX, který byl použit jako vzor při tvorbě OS Linux. Pojednává o historii a vývoji tohoto systému a seznamuje s jeho jádrem a souborovým systémem. Dále řeší instalaci a konfiguraci MINIX na virtuální počítač v jednotlivých krocích a zabývá se spory, jež měl tvůrce MINIXu s tvůrci Linuxu. V závěru porovnává MINIX s Linuxem a shrnuje jeho výhody a nevýhody a použití tohoto operačního systému v současnosti.

## Abstract:

This thesis introduces readers to the MINIX operating system, which was used in the creation of the Linux OS. It discusses the history and development of the system and explains its core and the file system. Also solves MINIX installation and configuration of the virtual machine at each step and deals with disputes that had a creator of Minix creator of Linux. In conclusion, compared with Linux MINIX and summarizes the advantages and disadvantages and the use of the operating system at present.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10. 12. 2012

-----  
Jirků Radek

### **Poděkování**

Chtěl bych zde poděkovat především Mgr. Jiřímu Pechovi, Ph.D. za vedení této práce a jeho cenné připomínky. Poděkování patří i mé rodině a přítelkyni, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia i psaní této bakalářské práce.

## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Slovníček pojmů .....	3
4. Metodika .....	5
5. Rešerše .....	7
6. O MINIXu .....	10
6.1 Andrew S. Tanenbaum .....	10
6.2 Vývoj OS MINIX .....	11
6.3 Porovnání jednotlivých verzí a jejich změn .....	11
7. Popis jádra a souborového systému .....	14
7.1 Jádro a jeho vrstvy .....	14
7.2 Souborový systém .....	15
8. Rozdíly mezi MINIXem a Linuxem .....	16
8.1 Vlastní testy .....	17
9. Spory mezi tvůrci MINIXu a Linuxu .....	21
9.1 Linus vs. Andy .....	21
9.2 Samizdat: And Other Issues Regarding the 'Source' of Open Source Code .....	24
10. Využití MINIXu v současnosti .....	26
10.1 Korespondence s profesorem Andy Tanenbaumem .....	26
11. Závěr .....	28
12. Přílohy .....	29
Instalace, konfigurace a řešení problémů .....	29
Instalace na virtuální počítač .....	29
Konfigurace nainstalovaného systému .....	31
Instalace balíčků pro MINIX: .....	32
13. Přehled literatury a ostatních zdrojů .....	34

# 1. Úvod

Operační systémy patří v informatice mezi základní programové vybavení všech počítačů, tím pádem existuje mnoho druhů systémů založených na různých architekturách. Vývoj těchto systémů byl rozdílný a také jejich licence jsou rozdílné. Podle statistik provedených na stránkách W3Schools, který se řadí mezi jedny nejrozsáhlejší weby zaměřené na statisticky pro vývojáře, jsou zde vidět statistiky použití operačních systémů za posledních 10 let.[30] Na prvním místě v použití operačních systémů je samozřejmě Microsoft, jehož systémy WinXP, Vista nebo Win7 používá 80% všech uživatelů. Dalším v pořadí je operační systém Mac od firmy Apple s průměrem 9% použitím, dále je zde Linux a jeho distribuce s 5% užitím. Shodně po 2% mají mobilní operační systémy Android, iOS a kategorie WinNT pod kterou se nacházejí serverové operační systémy jako Windows 2000, Windows Server 2003 and 2008. Zbývá kategorie ostatní, ve které se právě nachází MINIX. Tento systém patří do skupiny systémů, které jsou k dispozici jako svobodné operační systémy založené na architektuře UNIXu. Ten pro svoji jednoduchost a přehlednost určitě má místo mezi všemi zmiňovanými systémy.

Tato práce se soustředí na historii a vývoj samotného systému MINIX jeho tvůrce profesora Andrew S. Tanenbauma. Objasňuje příčiny a okolnosti při vzniku tohoto systému. Dále se pak zaměřuje na jeho srovnání s největším konkurentem Linuxem z několika zvolených hledisek. Objasňuje i spory které vedly oba tvůrci těchto systémů a které se výrazně zapsaly do dějin problematiky operačních systémů. Dalším výsledkem této práce je zodpovězení otázky týkající se použití MINIXu jak v současnosti tak jeho budoucí vývoj. V neposlední řadě se tato práce zaměřuje na instalaci a konfiguraci operačního systému MINIX a jejich podrobný postup.

## **2. Cíle práce**

- Představit MINIX, jeho instalaci a konfiguraci
- Srovnat MINIX s Linuxem
- Popsat spory mezi tvůrci MINIXu a Linuxu
- Zjistit využití MINIXu v současnosti a budoucnosti

### 3. Slovníček pojmů

#### **Mikrojádru**

Je to typ jádra operačního systému, které je velmi malé a obsahuje jen nejzákladnější funkce (typicky správu paměti a podporu pro plánování procesů a meziprocessové komunikace), čímž se minimalizuje objem běžícího kódu v privilegovaném režimu. Ostatní potřebné části jádra jsou řešeny v uživatelském prostoru jako běžné procesy (resp. démoni, u mikrojadra se označují servery), například správa souborového systému, ovladače zařízení, podpora protokolů pro počítačové sítě a další.[22]

#### **Monolitické jádro**

V monolitickém jádru všechny služby operačního systému běží spolu s hlavním vlákem jádra a tedy i ve stejné oblasti paměti. To umožňuje neomezený a efektivní přístup k hardware. Hlavní nevýhodou je závislost mezi systémovými komponentami - chyba v libovolném ovladači zařízení může shodit celý systém - a fakt, že velká jádra mohou být těžko udržovatelná.[23]

#### **POSIX**

Ze zkratky (Portable Operating System Interface) je to přenositelné rozhraní pro operační systémy, standardizované jako IEEE 1003 a ISO/IEC 9945. Vychází ze systémů UNIX, a určuje, jak mají POSIX-konformní systémy vypadat, co mají umět, co se jak dělá apod. POSIX zahrnuje různé aspekty operačních systémů, např. správu procesů, práci se soubory, meziprocessovou komunikaci, základní programy (ed, awk, Korn Shell apod.), síťové záležitosti atd. - celkem se jedná o 15 dokumentů. GNU/Linux je od základu navržen podle POSIX, a zajišťuje tedy dobrou přenositelnost z a na jiné systémy splňující tento standard.[24]

#### **API**

Zkratka pro (Application Programming Interface), která označuje rozhraní pro programování aplikací. Je to tedy je sada příkazů, funkcí a protokolů, které mohou programátoři použít při vytváření software pro konkrétní operační

system. API umožňuje programátorům používat předem definované funkce pro interakci s operačním systémem.[25]

## **GNU**

GNU je zkratka pro "GNU is Not Unix", rekurzivní definice. Je to svobodný operační systém vytvořený v roce 1984 Richardem Stallmanem, aktivistou svobodného softwaru. GNU je sponzorována nadací Free Software Foundation, neziskové organizace se sídlem v Bostonu státu USA.[26]



## 4. Metodika

Z důvodu vytvoření bezpečného prostředí a v souladu s cílem práce byl použit při instalaci virtualizátor Vmware. Bylo na výběr z několika jiných jako je VirtualPC nebo VirtualBox, ale po předchozích zkušenostech ze školních praktik s VMware například při virtualizaci systémů jako Debian nebo Ubuntu byl zvolen právě již zmíněný VMware. K rozhodnutí také vedlo to, že v manuálu MINIXu se uvádí větší podpora pro VMware. Pro instalaci byla zvolena verze MINIX 3.2.0, sice za stabilní verzi se považuje 3.1.8, ale po jejím nainstalování se přišlo na to, že zde není taková podpora balíčku a nejsou zde nové aktualizace jako ve verzi 3.2.0.

Před samotnou instalací virtuálního stroje nainstalujete VMware 4.0.2, který je dostupný na domovské stránce vmware.com.

### **Hostitelský počítač:**

Operační systém: Microsoft Windows 7 Professional 64-bit

Processor: Intel Core 2 Duo P7350 s frekvencí 2 GHz 3 MB L2 cache 1066 MHz

Operační paměť: 3 GB, DDR2 667 MHz

Pevný disk: 250 GB, 5400 otáček

Grafická karta: NVIDIA GeForce 9200M GS s 256 MB vlastní paměti

Zvuková karta: Integrovaná kompatibilní zvuková karta 3D Sound Blaster Pro

### **Virtuální PC byl konfigurován takto:**

Processor: Intel Core 2 Duo P7350 s frekvencí 2 GHz 3 MB L2 cache 1066 MHz

Operační paměť: 1 GB, DDR2 667 MHz

Pevný disk: 10 GB, 5400 RPM

Grafická karta: VMware graphic adapter

Zvuková karta: VMware sound adapter

### **Minimální hardwarové požadavky pro MINIX 3.2.0:**

Paměť: minimální 64MB ale doporučuje se aspoň 400MB

Disk: aspoň 10GB, pro možnosti instalaci balíčků

Sít': MINIX podporuje tyto síťové karty:

- 3com 501/503/509
- AMD Lance (PCI)
- Attansic/Atheros L2
- DEC 21140
- Intel Pro/100
- Intel Pro/1000
- Orinoco Prism-based (Wi-Fi)
- Realtek 8139
- Realtek 8169
- NE2000-class, like NS DP8390, WD8003E, Realtek 8019 or 8029

Pro účely této práce bylo použito AMD Lance(VMware), který je určen přímo pro potřeby VMware.

Naopak MINIX nepodporuje USB ani firewire, a jenom část periferních zařízení.[1]

Pro benchmarkové testy rychlosti byl použit testovací nástroj UnixBench 5.1.2 stažený z internetu .[31] Benchmarkové testy byly prováděny několikrát na obou porovnávaných systémech a hodnoty v grafu jsou zprůměrovány.

## 5. Rešerše

OS MINIX je tedy UNIXový operační systém postavený na architektuře mikrojádra, navržený, aby byl vysoce spolehlivý, flexibilní a bezpečný. Obsahuje reinkarnační server, který zvyšuje jeho stabilitu. Jméno MINIX je odvozeno ze slov minimal a UNIX.

Autorem je Andrew S. Tanenbaum, který využíval jeho první dvě verze při výuce a také tím inspiroval vývojáře Linuxového jádra. Otázkou je, jestli se tvůrci Linuxu pouze inspirovali, nebo některé části MINIXu zkopírovali, o tomto se pojednává v dalších kapitolách. Až třetí verze je považována za plnohodnotný operační systém a tato verze budu zde popisována nejvíce a také instalována na virtualizátor. V neposlední řadě se tato práce také zabývá konfigurací MINIXu, a přizpůsobení potřebám budoucích uživatelů, kteří by měli zájem používat tento systém jako alternativu.

Tento OS je velmi malý, je spustitelný na jádře o velikosti pod 6000 řádků. Celý systém běží v uživatelském režimu, který je rozdělen do malých modulů, dobře navzájem od sebe izolovaných a z toho vyplývají jeho výhody, o kterých se budu zmiňovat později. Všechny ovladače zařízení běží jako samostatné procesy, tudíž chyba ovladačů nemůže narušit chod celého systému. Také například selhání ovladačů nevyžaduje zásah uživatele nebo restart. Všechny tyto vlastnosti a další aspekty způsobují jeho vysokou spolehlivost.

Při hledání zmínek o OS MINIX bylo zjištěno několik zdrojů, které se zmiňují o tomto systému. Například v knize Linux: Kompletní příručka administrátora [18] kde je tato zmínka:

Linux vznikl v roce 1991, jako osobní projekt Linuse Torvaldse, finského vysokoškolského studenta. Původně tento projekt plánoval jako odnož operačního systému MINIX, což byl modelovaný OS. Jehož autorem byl Andrew S. Tanenbaum. Linux ale vyvolal v celém světě velký zájem a toto jádro začalo brzy žít svým vlastním životem.

Dalším zdrojem kde se autor zmiňuje o MINIXu byla kniha: Používáme Linux[19], kde byla zmíněna prvoplánová myšlenka od Linuse Torvaldse, když začal uvažovat o tvorbě svého nového systém:

Pan Linus původně napsal Linux jako studentský projekt. Byl inspirován systémem MINIX, což je malý OS typu UNIX. První diskuze o Linuxu proběhly v rámci zájmové skupiny Usenetu comp.os.minix. Cílem těchto diskuzí byl vývoj malého akademického

systemu typu UNIX, který by poskytoval uživatelům MINIXu více služeb. Linus citace: „Začal jsem se zabývat megalomanskou myšlenkou vytvořit lepší MINIX než MINIX. “ V té době dal k dispozici verzi 0.01 v srpnu 1991, která nebyla příliš funkční. Avšak od té doby byl rozhodnut nepřestat s vývojem, dokud nevyhodí ze sedla právě předchozí OS MINIX. Další výrok Linuse z diskuzního fóra comp.os.minix: „ Stýská se vám po prvních krásných systémech MINIX 1.1, kdy si každý musel psát vlastní ovladače zařízení? Nemáte nic zajímavého na práci a lámete si zuby na přizpůsobení vašeho OS vašim potřebám? Jste zklamání, když ve vašem MINIXu něco nefunguje? Pak je tento dopis určen právě vám. Jak jsem pře měsícem oznámil, pracuji na volně šiřitelné verzi systému podobnému MINIXu pro počítače AT-386. “

V knize Operační systémy [20] od Ondřeje Čady autor popisuje MINIX jako:

MINIX – jednoduchý školní OS, dostupný ve zdrojových textech. Autor této knihy neměl možnost jej přímo studovat, na základě informací z druhé ruky se však zdá, že je hůře navržen než XINU (unixový operační systém vyvinutý Douglasem Comerem), který jsem používal pro výklad zde.

Dále je k dispozici zajímavý rozhovor [21] s Andy Tanenbaumem, kde zodpovídá otázky redaktora, které se týkají operačního systému MINIX:

Andy Tanenbaum má mnoho úspěchů, včetně psaní některé vynikajících učebnic, výuky, a je také designový guru MINIXu.

Otázky:

Redaktor: *Můžete upřesnit svoji roli v rámci procesu rozvoje MINIX3?*

A.T: *Já jsem spíše průvodce světlem a příležitostně také kontroloji disciplínu. Snažím se držet našeho cíle v zaměření na budování vysoce spolehlivého systému. Moje Ph.D studenti, magisterští studenti, a profesionální programátoři dělají skutečnou práci.*

Redaktor: *MINIX kdysi měl tradiční roli jako nástroj pro výuku ve vysokoškolském prostředí, máte nějakou představu o tom, jak je široce MINIX využit v současné době ?*

A.T: *Nemyslím si, že tento zájem povoluje, prodej vázané verze textu v angličtině nikdy neklesl pod 10.000 výtisků ročně po dobu 20 let, a to bylo zveřejněno v místech, jako je Indie, kde se prodalo kolem 100.000 výtisků. A kniha byla přeložena do tuctu jazyků. Počet*

*studentů, kteří studovali MINIX podrobněji se blíží k půl milionu a stále narůstá. Z webu [www.minix3.org](http://www.minix3.org) web v současné době probíhá stahování asi 1100 - 1400 denně a bylo tam bylo více než 100.000 stažení CD-ROM verze v uplynulém roce. Vzhledem k tomu, že přichází licence BSD, průmysloví uživatelé, kteří upravují systém pro své potřeby, nemusí hlásit změny zpět k nám, takže toho moc nemůžeme zjistit o vývoji systému.*

*Redaktor: MINIX3 byl navržen jako produkt pro vestavné počítače a také pro počítače s nízkými zdroji. Byl MINIX přijat do průmyslu v současné době?*

*A.T: MINIX 3 Nebyl v používání dost dlouho, aby získal pevnou uživatelskou základnu v průmyslu, a jak jsem řekl, společnosti nemají povinnost, aby nám řekli, že ho používají, takže opravdu nemohu posoudit.*

*Redektor: Co vidíte v blízké budoucnosti za rozvojové cíle MINIXu?*

*A.T: Takže je to self-healing, myslím, že s verzí 3.1.3 by mělo být možné spustit dlouhý přenos souborů po síti, pak opakované zastavení ovladače disků a Ethernet ovladače pro simulaci jejich selhání a tento postup provést bez chyb. Přestože ovladače jsou automaticky nahrazeny při chodu během provozu. To jiné systémy nedělají tak dobře, když jim selžou, ovladače jdou okamžitě břichem nahoru.*

*Redaktor: Co vidíte jako dlouhodobé cíle MINIX?*

*A.T: Důkaz, že můžete vytvořit malý, přijatelně rychlý, vysoce spolehlivý systém z malých, modulárních komponent.*

## 6. O MINIXu

### 6.1 Andrew S. Tanenbaum

Andrew Stuart „Andy“ Tanenbaum je profesorem informatiky na Svobodné univerzitě Vrije Universiteit v Amsterdamu v Nizozemsku. Je autorem MINIXu volně šiřitelného UNIXového operačního systému, jako učitel a autor mnoha knih z oblasti informatiky, které jsou považovány za základní texty ve svém oboru.

Tanenbaum se narodil v New Yorku a vyrostl v jeho příměstské části White Plains. Titul bakaláře získal ve fyzice na Massachusetts Institute of Technology (MIT) v roce 1965. Titul Ph.D. ve fyzice získal v roce 1971 na University of California Berkeley. Poté se odstěhoval do Nizozemska, odkud pochází jeho žena, avšak zachoval si občanství USA. V současné době je zaměstnán na Svobodné univerzitě v Amsterdamu, kde přednáší teorii počítačů a operační systémy a vede studenty Ph.D.[5]

Jeho knihy byly přeloženy do 20 jazyků ve více jak 120 edicích a používají se na univerzitách na celém světě, nejvýznamější jsou například:

- Operating Systems: Design and Implementation [7] - která se stala spolu s MINIXem inspirací pro vytvoření Linuxu, který vytvořil Linus Torvalds
- Modern Operating Systems (Moderní operační systémy) [16]
- Distributed Operating Systems (Distribuované operační systémy)[27]
- Structured Computer Organization (Strukturovaná organizace počítačů)[28]
- Distributed Systems: Principles and Paradigms (Distribuované systémy: Principy a paradigmaty, spoluautor Maarten van Steen)[29]

Tanenbaum také vedl mnoho Ph.D. studentů, kteří se později stali známými výzkumníky v oblasti informatiky: Henri Bal (profesor na univerzitě Vrije Universiteit v Amsterdamu, Frans Kaashoek (profesor na MIT), Sape Mullender (výzkumník v Bell Labs), Robbert van Renesse (profesor na Cornell University), Leendert van Doorn (společník v AMD Corporation) a Werner Vogels (ChiefTechnology Officer v Amazonu).

Nakonec bych chtěl zmínit, že se Tanenbaum stal 12. května 2008 čestným doktorem (Doctor honoris causa) Polytechnické Univerzity v Bukurešti v Rumunsku (University Politehnica of Bucharest). Titul získal od komory akademického senátu a poté zde přednášel o svých vizích o budoucnosti počítačů. Doktorát vyjadřuje uznání za svou práci včetně zhruba 150 publikací, 18 knih přeložených do 20 jazyků a za vytvoření

velkého množství software jako je Amsterdam Compiler Kit, Amoeba, Globe a MINIX[5].

## 6.2 Vývoj OS MINIX

Prof. Tanenbaum původně zamýšlel MINIX jako svobodný systém, vydavatel knihy jej distribuoval se zákazem kopírování za poplatek (69\$), který byl připočten k ceně knihy. Takže jednotlivé verze operačního systému byly vždy přílohou jeho nové knihy. První verze MINIX 1.0 byla původně vyvíjena pro počítače IBM PC. Poté v roce 1991 vznikla revize 1.5, která nabízí podporu pro systémy IBM PS/2 a architektury Motorola 68000 a SPARC.

Dále k druhému vydání knihy Operating Systems profesor Tanenbaum přikládá MINIX 2.0, který podporuje 32bitovou architekturu počítačů 386 a novějších. Dále podporu POSIX. (ze zkratky Portable Operating System Interface), což je označení standardu používaného hlavně UNIXovými operačními systémy. Jeho úkolem bylo vytvořit jednotné rozhraní, které mělo zajistit přenositelnost programů mezi různými hardwarovými platformami. Definiuje rozhraní nejen pro programátory (tzv.API), ale i pro uživatele (v podobě utilit pro příkazový řádek). Další novinkou druhé verze MINIXu byla podpora sady protokolů TCP/IP. K MINIXU 2 vznikla neoficiální varianta nazývaná MINIX-vmd, která implementovala některé další funkce jako virtuální paměť a podporu okenního systému X11. Ale od nástupu MINIXu 3 ztrácí MINIX-vmd smysl, protože již zmiňovaná třetí verze MINIXU již obě tyto funkce obsahuje. V dubnu 2000 se MINIX stává svobodným systémem pod licencí BSD (Berkeley Software Distribution, též Berkeley UNIX) představující odvozeninu Unixu distribuovanou Kalifornskou univerzitou v Berkeley. Při třetím vydání Tanenbaumovy knihy 24. října 2005 je jako podklad vydána poslední verze MINIX 3.[7]

## 6.3 Porovnání jednotlivých verzí a jejich změn

Operační systém MINIX 1.1 byl součástí první Tannebaumovy knihy, ale mohl být zakoupen zvlášť na sadě dvanácti disket od Prentice-Hall. Licence dovolila bezplatné distribuce, jen pro vzdělávací účely pro studenty. Tato verze MINIXu neposkytovala podporu pro pevný disk nebo síťový provoz, ale mohla běžet na první generaci IBM-PC s pouhými 256 KB paměti a jednou disketovou mechanikou (dvě byly doporučeny). Poté

byla vydána četná vylepšení pro MINIX 1, ale kvůli licenčním omezením kompletní aktualizace nebyly k dispozici na internetu. Roku 1991 byly prodávány dvě kompletní nové verze MINIX 1.3 a 1.5 opět od společnosti Prentice-Hall, doplněné referenční příručkou MINIX.

MINIX 1.5 (1991) se prodával na dvanácti 3,5", 720 KB disketách. Měl být nainstalován na pevném disku a zaváděl se z diskety. Ta byla k dispozici ve verzích pro IBM PC, AT, 386 a PS-2 (ačkoli běžel jen v 16-bitovém režimu na 386), tak i pro Atari ST, Commodore Amiga, Apple Macintosh a Sun SPARC. Tištěný výpis zdrojového kódu byl dodáván v referenční příručce, a většina kódu jádra a další součásti systému zůstali podobné. Tyto záznamy z roku 1987 v textové podobě byly praktické pro výuku.

Oficiální MINIX verze 1.5 zpočátku podporoval Tanenbaumův systém zvaný Amoeba, ale ta nepodporovala IP síť. Nicméně, síťový kód napsaný Michaelem Temari, známý jako TNET byl brzy dostupný na internetu, a mohl být přidán s opravdu minimálními opravami do hlavní části MINIXu pro procesory Intel.

MINIX 2.0.0, která vyšla roku 1997 byla k dispozici již na disku CD-ROM. Nová licence povolovala neomezené kopírování z disku, a tato licence byla zpětně rozšířena i na starší verze MINIX. Druhá verze byla určena pro první generace počítačů IBM-PC a mohla běžet i bez pevného disku, to bylo mimochodem velmi nepraktické. Tato verze již byla snadno spustitelná v tzv. dual nebo triple bootu s konfigurací s Windowsem nebo Linuxem. To znamená, že mohl být na samostatném oddílu na pevném disku.

Další verze MINIX 2, jako byla 2.0.2 vyšla v roce 1998 a obsahovala důležitou část a to DOSMinix. Toto rozšíření bylo velmi důležité pro výuku MINIXu a umožňovala nízko-úrovňový přístup pro MS-DOS disky k MINIXovému oddílu, který je vlastně jen velký soubor v adresáři FAT na MS-DOS nebo Windows systému.

Důležité rozšíření přišlo s verzí 2.0.3 v roce 2001, které bylo zaměřené na práci se síťovými protokoly. Byla zde možnost přidání síťového serveru, při které není potřeba překompilovat jádro MINIXu. Také tato verze nabízela bezpečnější konfiguraci síťového rozhraní, které umožňovalo omezit připojení k síti podle typu připojení a IP adresy. Poslední vydání MINIX 2 byla verze 2.0.4 vydaná na konci roku 2003 a byly zde opraveny hlavně adresáře. A také se začala rozšiřovat podpora pro virtualizátory jako je například můj použitý VMware, protože v té době byl vypuštěn jako volný produkt.

V roce 2006 byla k dispozici verze 3.1.0 také již na CD-ROM, většina částí systému se shodovaly s předchozími verzemi, hlavním zlepšením bylo to, že všechny



ovladače se staly nezávislými procesy. V této verzi ovladače nesdílejí kód nebo data s jádrem a v mnoha případech fungují nezávisle na jádře. V dalších verzích například 3.1.2 byla přidána podpora instalaci balíčků pomocí příkazu Packman. Ve verzi 3.1.3 je nejdůležitější rozšíření v podobě VFS neboli virtual file systemu. Podpora pro virtuální paměť přišla s verzí 3.1.4 a také byl MINIX více přizpůsoben pro virtualizaci. Dále došlo k dalším změnám, které by zabraly několik stran a dají se snadno dohledat v dokumentaci MINIXu například na internetu. [11] V těchto verzích došlo ke zlepšení spolehlivosti a stability systému a zlepšila se výrazně podpora pro VMWare, VirtualBox, Qemu a Bochs. Veškeré podrobnosti o jednotlivých verzích jsem čerpal z internetové stránky.[6]

## 7. Popis jádra a souborového systému

### 7.1 Jádro a jeho vrstvy

Z předchozích informací vyplývá že MINIX je založen na koncepci mikrojádra, to znamená, že hlavní myšlenkou je učinit jádro co nejmenší, tak že zbylé funkce operačního systému jsou přesunuty do uživatelského prostoru, kde tyto procesy běží jako samostatné programy. Samotné mikrojádro pak tvoří podpůrnou vrstvu a slouží jako manažer.

Právě toto oddělení ovladačů zařízení od jádra má velkou výhodu v tom, že dojde-li k chybě na ovladači, je minimalizován dopad chyby na ostatní části systému a tato chyba by neměla způsobit pád celého systému.[7]

Výhody mikrojaderné architektury:

- Modularita – již zmiňované rozdělení na jednotlivé programy, dělá tento systém lépe přehledný, co se týče zdrojového kódu, a také se tyto programy mohou vyměnit a aktualizovat přímo za běhu
- Robustnost – Je zde možnost znovuoživení ovladače, který selže a to zvláštním procesem zvaný "reincarnation server", který se pravidelně dotazuje na stav jednotlivých ovladačů, pokud od ovladače neobdrží odpověď, kterou čekal, proces ovladače odstraní a restartuje jej. Tímto způsobem lze opakovaně spustit např. i ovladač pevného disku a to z kopie ovladače uložené v ramdisku. Díky tomu můžeme nazvat MINIX jako samoopravitelný operační systém z angl. Self- healing.
- Bezpečnost – jsou zde mechanismy, které omezují programům přístup do paměti a omezuje je na vlastní přidělený adresový prostor.

Tento systém je tvořen 4 vrstvami jak je vidět zde na obrázku:

4. vrstva	<b>Uživatelské procesy</b>	Shell	Démoni	Webové klienti	<i>Uživatelský mód</i>
3. vrstva	<b>Serverové procesy</b>	Souborový systém	Manažer procesů	Síťový a reinkarnační server	
2. vrstva	<b>Ovladače hardwaru</b>	Vstupní a výstupní zařízení			
1. vrstva	<b>Jádro</b>	Časovač	Manažer systémových volání	<i>Mód jádra</i>	

Obr.1 Vrstvy mikrojádra

- 1. Vrstva:** Na té se nachází samotné jádro, dále pak časovač a manažer systémových volání. Časovač neboli Clock Task je ovladač hardwaru který vytváří časové signály. Manažer systémových volání neboli System Task je manažer mezi mikrojádrem a servery.
- 2. Vrstva:** Zde se nachází ovladače hardwaru, které se dotazují na systémový manažer, při vykonávání vstupních a výstupních operací.
- 3. Vrstva:** Na této vrstvě se nacházejí servery, jako např. Souborový systém, Manažer procesů, který se stará o uživatelské procesy, dále Síťový server a Reinkarnační server.
- 4. Vrstva:** Na poslední vrstvě se nachází uživatelské procesy jako rozhraní pro uživatele zvané shell, démoni nebo webový klienti.[4]

## 7.2 Souborový systém

Tento souborový systém je nazván podle celého operačního systému tedy MINIX, má základní strukturu UNIXových souborových systémů. Je velice jednoduchý a podobný Unix V7 FS. V podstatě jde velký program napsaný v jazyku C běžící v uživatelském prostoru. Používá bitmapy místo zřetěžených seznamů a je rozdělen do 6 částí:

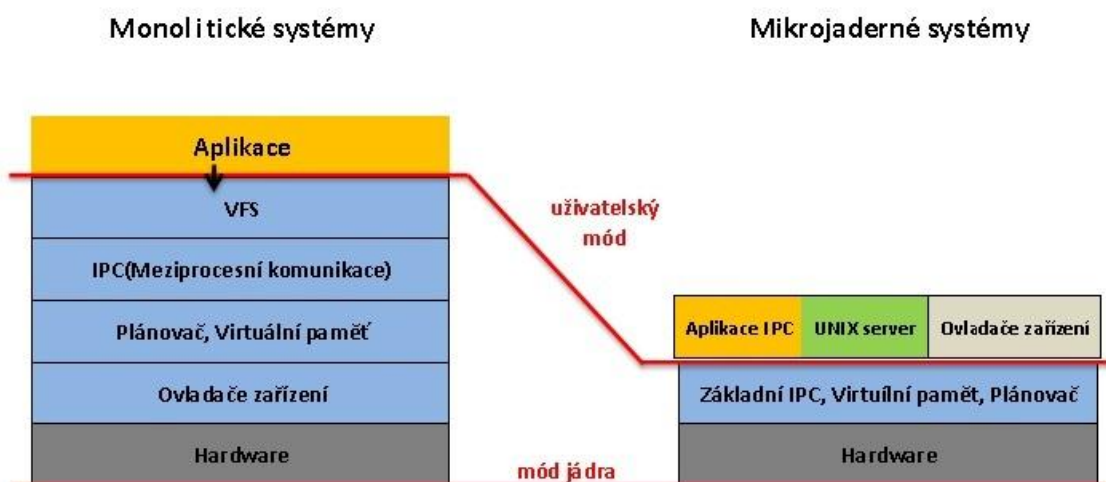
- 1.** Zaváděcí blok, který načítá a spouští operační systém při startu.
- 2.** Superblock který ukládá data o souborovém systému, a umožňuje operačnímu systému najít a rozpoznat jiné struktury souborového systému.
- 3.** Inode bitmap je mapa inodů, což jsou datové struktury uchovávající metadata o souborech a adresářích, kde se sleduje, které z nich se používají
- 4.** Zone bitmap, stejné datové struktury jako u inod, ale sledují zóny
- 5.** Inodes area je oblast inod, které reprezentují soubory a adresáře pomocí již zmíněných metadat typu (soubor, adresář, blok), identifikátorů uživatelů, tři časových údajů jako čas posledního přístupu nebo čas modifikace. V této oblasti je seznam adres, které adresují na datovou oblast.
- 6.** Datová oblast je největší oblast, zde jsou uloženy soubory a adresáře.[3]

## 8. Rozdíly mezi MINIXem a Linuxem

Jak je známo, existuje spousta distribucí Linuxu, které se od sebe podstatně liší. Takže srovnání těchto systémů, bylo provedeno obecně a na základě vlastního pozorování a zkušeností.

Pokud jde o rozdíly mezi těmito systémy, tak první a zásadní je v architektuře. MINIX je založen na architektuře mikrojádra, více v kapitole 4. Naopak Linux je monolitický systém, to znamená, že všechny služby tohoto systému běží současně s hlavním vláknem jádra. Tyto služby běží i ve stejné oblasti paměti, takže poskytují efektivní přístup k hardware. Naopak nevýhodou tohoto řešení je to, že chyba v jakémkoliv ovladači může způsobit pád celého systému, protože velká jádra se těžko udržují. Naopak u MINIXu tento problém řeší jiná architektura a také jak už jsem mluvil reinkarnační server.[23]

Zde je schéma obou systémů:



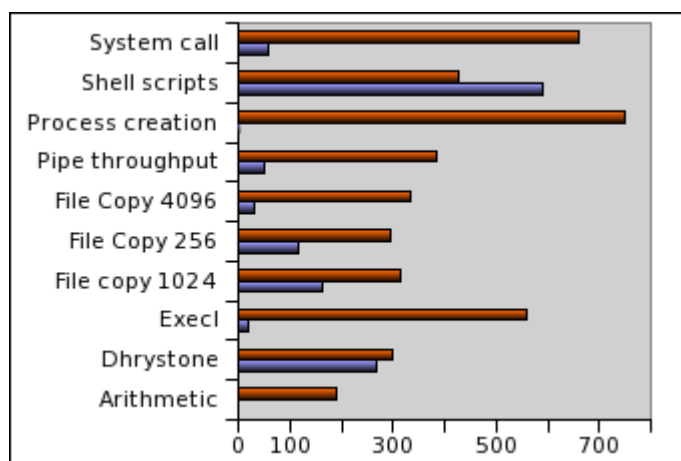
Obr. 5 Rozdíly jader

Dalším rozdílem je použití souborových systémů, MINIX používá dříve zmiňovaný MINIX file systém, naopak Linux používá mnoho různých file-systémů jako ext2, ext3, JFS, XFS, pak další síťové jako Samba, NFS. Jelikož vývoj Linuxu probíhal v prostředí MINIXu, bylo jasné, že do Linuxového jádra byl implementován souborový systém MINIXu, ten ale dříve používal 16bitové adresy a byl omezen na maximálně 64MB dat a neumožňoval názvy souborů delších 14 znaků. Kvůli tomu se také začali vyvíjet nové souborové systémy pro Linux.

Co se týká spolehlivosti, zde má MINIXu navrch oproti Linuxu viz [22], kde je to odůvodněno jako vlastnostmi architektury tak díky mechanismům, které omezují programům přístup do paměti a omezuje je na vlastní přidělený adresový prostor, to vše způsobuje větší spolehlivost a stabilitu MINIXu. Mimo jiné je důvodem lepší stability právě to, že tento systém byl vytvořen, aby byl jednoduchým a stabilním, na rozdíl od Linuxu, který byl spíše vytvořen pro větší škálu počítačů. Dalším pozitivním faktorem pro MINIX je to, že je, co se týče velikosti zdrojového kódu nesrovnatelně menší. Jeho zdrojový kód jádra je okolo 10 tisíc řádků naopak Linuxové jádro tvoří 6 milionů řádků. Zde platí čím více řádků kódu tím více problémů, které mohou nastat.

## 8.1 Vlastní testy

Co se týče výkonu, nejsou k dispozici detailnější testy, které by srovnávaly výkon obou systémů. Několik testů bylo provedeno na starších verzích MINIXu i Linuxu.[32]. Zde jsou výsledky testů mezi Debianem 2.6.17 a MINIXem 1.4:



Debian představuje červené hodnoty, z toho je patrné, že dosahuje vyšších hodnot benchmarku a je tedy až na jeden případ rychlejší. Jediná hodnota kde MINIX dosahuje lepších výsledků je tvorba skriptů.

Vzhledem k tomu, že jsou tyto testy staré, bylo provedeno nové testování zaměřené na rychlosti stejných parametrů. Pro testování obou systémů byla použita nejnovější verze MINIXu a to 3.2.0 a pro srovnání Linuxová distribuce Debian 6 bez grafického prostředí, aby se co nejvěrohodněji porovnaly odpovídající systémy. Při konfiguraci byla přidělena oběma systémům stejná operační paměť a to 1GB a stejný diskový oddíl 8GB. K testům byl použit program Unix Bench 5.1.2. Pro instalaci na Debian je potřeba nainstalovat potřebné balíčky a to příkazem :

```
apt-get install build-essential libx11-dev libgl1-mesa-dev
```

```
libxext-dev.
```

A poté dalšími příkazy provedeme stáhnutí, instalaci a spuštění UnixBench v prostředí Debianu:

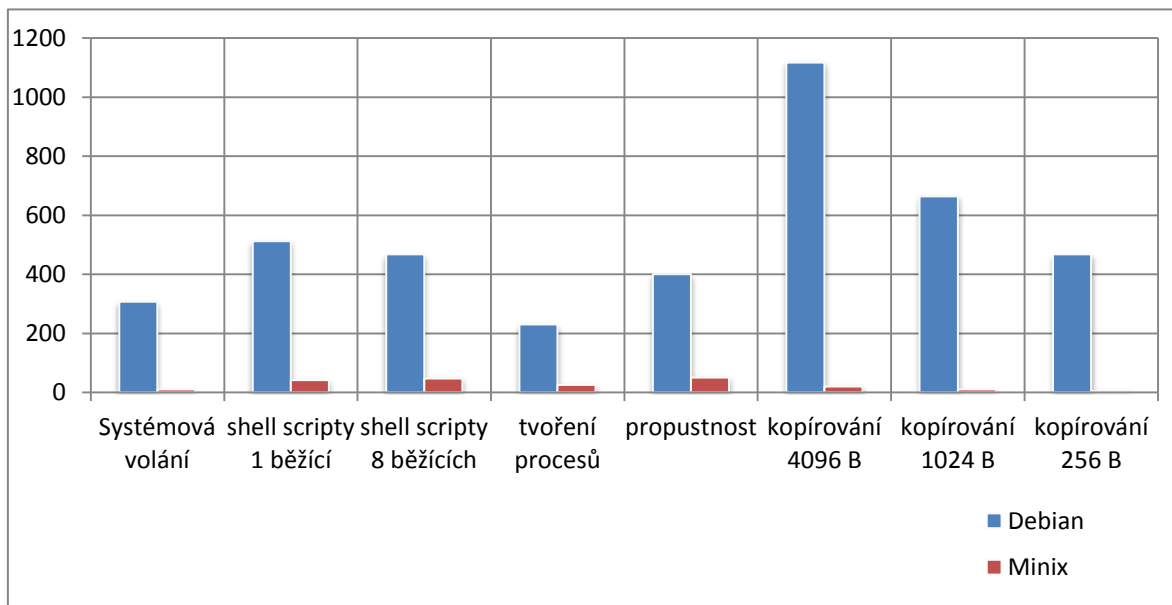
```
wget http://byte-unixbench.googlecode.com/files/unixbench-5.1.2.tar.gz
tar xvfz unixbench-5.1.2.tar.gz
cd unixbench-5.1.2
./Run
```

Instalace do MINIXu je jednodušší díky tomu že ve verzi MINIXu 3.2.0 je UnixBench součástí systému, pro jeho spuštění stačí přejít do složky /usr/src/benchmarks/unixbench-5.1.2 kde spustíme benchmarkový test příkazem:

```
./Run.
```

Výsledky testů najdeme v obou systémech v adresáři programu UnixBench ve složce results kde se vygenerují dva soubory ve formátu log a html.

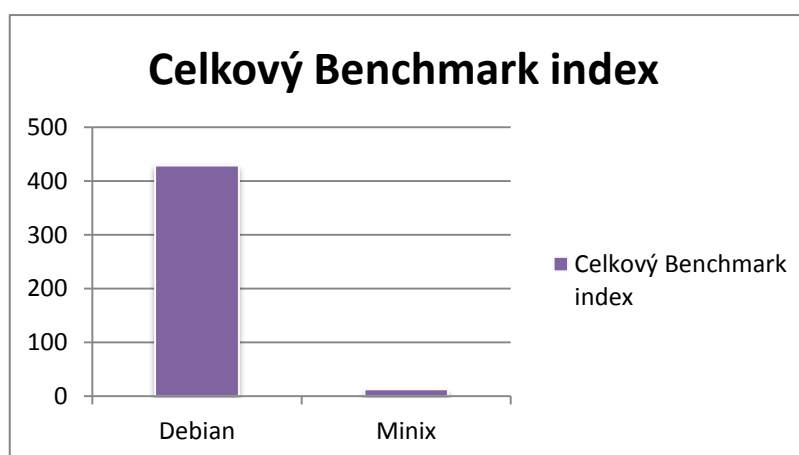
Předpoklad, že zde musí jednoznačně zvítězit MINIX se brzy vyvrátil. Na tomto grafu jsou vidět výsledky benchmarku, kde dolní osa ukazuje bodové ohodnocení výsledků:



Obr.6 Výsledky testů

Vzhledem k architektuře byly očekávány jiné výsledky měření. Jak je patrné z grafu, tak v žádném z testů nebyl MINIX rychlejší. MINIX dopadl nejhůře při kopírování

souborů, kde byl několik set krát pomalejší než Linux. Tento výsledek vyplývá z toho, že u MINIXu jsou vysoké časové nároky na přepínání z uživatelského režimu na režim jádra. Dále jsou vysoké náklady na přepínání procesoru mezi dvěma uživatelskými procesy. Tyto náklady se mohou zdát malé, ale je jich prováděno ohromné množství za vteřinu a tím zpomalují systém. Celkový benchmarkový index jednoznačně ukazuje převahu Debianu ve všech testech.[32]



Obr.7 Celkový index

Dále stojí za zmínku poukázat na rozdíly týkající se grafického prostředí. U MINIXu, je podpora X windows a prostředí zvaného TWM (tab window manager), které vypadá jednoduše. Podpora EDE (Equinox Desktop Environment), které už vypadá vzhledově o hodně lépe, zde není, nepodařilo ho nainstalovat z důvodu, že ho správce balíčků nepodporuje. Podle dokumentace ve verzi MINIXu 3.2.0 není podpora tohoto prostředí (byla pouze do verze 3.1.7). Tato verze je nevyhovující, kvůli ostatním nárokům jako byla podpora pro VMware a ostatní aktualizacím které zde chybějí. Naopak u Linuxu je k dispozici řada prostředí jako Gnome, KDE atd. V dnešní době je významná nevýhoda MINIXu oproti Linuxu to, že MINIX nepodporuje USB a firewire. To se týká samozřejmě i periferních zařízení, které používají tuto sběrnici. Proto spoustu zařízení nebylo možno otestovat. Žádné externí disky, tiskárny fungující přes USB nelze v MINIXu použít. Oproti tomu u Linuxu tento problém není.

I přes všechny tyto rozdíly mají tyto dva systémy společné rysy. Oba tyto systémy jsou POSIX kompatibilní, jejich jádra jsou napsána v jazyku C. První verze Linuxu byly vyvíjeny v prostředí MINIXu. Každý ze systémů byl navrhován za jiným účelem. Cíl MINIXu byl dosáhnout co největší stability a měl být použit ve výuce operačních systémů pro svoji srozumitelnost. Linux byl reakce na chybějící podporu nových procesorů a byl vytvořen jako obecná platforma, proto nemůže dosahovat takové spolehlivosti. Teoreticky

by měl mít MINIX navrch nad Linuxem, ale prakticky se to ukázalo naopak.

Srovnávací tabulka obou systémů:

	<b>MINIX</b>	<b>Linux</b>
Architektura	Mikrojádru	Monolitické jádro
Souborové systémy	MINIX FS	ext2, ext3, XFS
Zdrojový kód	10 tis. řádků	6 mil. řádků
Grafické rozhraní	TWM, EDE (do 3.1.7.)	GNOME, KDE aj.
Rychlost	viz testy	



## 9. Spory mezi tvůrci MINIXu a Linuxu

### 9.1 Linus vs. Andy

Tento spor začal mezi dvěma tvůrci operačních systémů a to Andy Tanenbaumem a Linusem Torvaldsem. Zpočátku bylo jen vyjádření profesorem Tanenbaumem roku 1992 v diskusní skupině *Usenet comp.os.minix*[16] o tom, že Linux je zastaralý, a že mikrojaderná architektura MINIXU je v každém směru lepší, než monolitická architektura Linuxu. Poté následovala odpověď Torvaldse a díky ostře zvoleným slovům obou účastníků a hlavně také po přispění ostatních uživatelů vzniklá dlouhá debata v angličtině tzv. „flamewar“, která se dá přeložit jako úmyslná nepřátelská výměna názorů. Tuto celou diskuzi lze najít v knize *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*[17], kde je i celá emailová komunikace mezi oběma hlavními účastníky. Takže se pokusím shrnout a nastínit tuto problematiku hlouběji.

Zde je první vyjádření profesora Tanenbauma, které to vše odstartovalo:

„From: ast@cs.vu.nl (Andy Tanenbaum)

Newsgroups: comp.os.minix

Subject: LINUX is obsolete

Date: 29 Jan 92 12:12:50 GMT

Organization: Fac. Wiskunde & Informatica, Vrije Universiteit, Amsterdam

*I was in the U.S. for a couple of weeks, so I haven't commented much on LINUX (not that I would have said much had I been around), but for what it is worth, I have a couple of comments now.*

*As most of you know, for me MINIX is a hobby, something that I do in the evening when I get bored writing books and there are no major wars, revolutions, or senate hearings being televised live on CNN. My real job is a professor and researcher in the area of operating systems.*

*As a result of my occupation, I think I know a bit about where operating are going in the next decade or so. Two aspects stand out:[16]*

Poté se vyjadřoval o těchto dvou aspektech. První byl o tom že většina starých operačních systémů byli monolitické a že to byl v podstatě jediný a.out soubor který běžel v kernel módu. Jako příklad těchto systémů uvádí UNIX, MS-DOS, VMS, OS/360 a MULTICS. Jako alternativu uváděl mikrojaderné systémy kde všechny komponenty běží v samostatných procesech oddělené mimo jádro, komunikují mezi sebou pomocí zasílání zpráv a úkolem jádra je zpracovat ty to zprávy, přerušení těchto požadavků. A příkladem jsou mu systémy jako RC4000, Amoeba, Chorus, Mach a v té době ještě nevydaný Windows NT.

Tento argument zvýraznil tím, že napsal: „ *LINUX is a monolithic style system. This is a giant step back into the 1970s. That is like taking an existing, working C program and rewriting it in BASIC. To me, writing a monolithic system in 1991 is a truly poor idea.* “

Druhý aspekt, který kritizoval, byla portabilita neboli přenositelnost. Důvodem bylo, že jádro linuxu bylo blízko vázané na x86 procesory, což je podle něho nevhodné pro budoucí vývoj, v případě že tato architektura bude nahrazenou jinou.

Odpověď od Torvaldse přišla hned druhý den, který začala takto: “ *Well, with a subject like this, I'm afraid I'll have to reply. Apologies to minix-users who have heard enough about linux anyway. I'd like to be able to just ignore the bait,"but ... Time for some serious flamefesting!* “

Poté se pustil do MINIXU tím že řekl, že má designové chyby jako chybějící multitasking (neboli schopnost operačního systému provádět několik procesů současně), ale současně přiznal, že mikrojaderné systémy jsou z teoretického a estetického hlediska kvalitnější. Dále pak podotkl, že on vyvíjel linux specificky pro Intel 80386 také kvůli tomu aby lépe poznal tuto architekturu. Zdůraznil, že jeho systém vyvíjel jen tak ve svém volném čase a nabízí ho zadarmo, tím narážel na to, že v této době nebyl MINIX zadarmo, jak je již patrné z úvodu mé práce. A díky všem těmto argumentům tvrdil, že je jádro Linuxu méně portabilní než jádro MINIXU, ale že to byl záměr, se kterým jeho design počítal, a to vše bylo vyřešeno s API (neboli Application Programming Interface) což označuje rozhraní pro programování aplikací. A nakonec tedy vyvrátil tvrzení o portabilitě a poznamenal, že Linux je přenositelnější než MINIX.

Následující odpověď argumentoval Tanenbaum, tím že i limitace MINIXU souvisí

s tím, že jako profesor navrhoval MINIX tak, aby měl co nejmenší požadavky a aby byl schopný tento MINIX běžet na rozdílném hardwaru. Důležitá také byla pro něj cena, aby si každý student mohl dovolit právě pořídit tento systém. V té době to tak skutečně bylo, protože linux byl, jak už jsem dříve zmínil konstruován v té době pro silnější, ale zato dražší procesory. Dále poznamenal, že o rok dříve byli k dispozici dvě verze MINIXU jedna pro PC na disketách a druhá pro 286/386 jak jsem zmiňoval v kapitole vývoj OS MINIX. A právě verze pro PC se prodalo dvakrát více než pro 286/386. Tímto poznamenal, že i když byl Linux zadarmo, stejně nemohl konkurovat MINIXU kvůli tomu že by si právě studenti nemohli dovolit drahý hardware, který Linux vyžadoval. Naopak MINIX mohl bez problému běžet na tu dobu normálním 4,77 MHz PC a ještě k tomu bez harddisku.

Do tohoto sporu se zapojilo mnoho účastníků, jako například Kevin Brown, uživatel Usenetu, který vytkl Tanenbaumovy to samé jako Torvalds a to, že by si neměl stěžovat na svázanost Linuxu na 386 procesory, a znovu řekl, že to byl záměr, jejímž cílem bylo využít možností této architektury. Měl pravdu v tom, když poznamenal, že vytvářet operační systém specificky pro laciný hardware může zapříčinit problémy s portabilitou v budoucnosti.

Tanenbaum reagoval tím, že x86 architektury budou překonány jinými designy v budoucnosti, ještě poznamenal, že za 5 let budou všichni používat GNU (svobodný operační systém projektu GNU) na architekturách MIPS nebo SPARC, a tím jádro Linuxu ztratí svoji funkci.

Torvalds se pokusil ukončit tuto diskuzi omluvou, že přehnaně reagoval na Tanenbaumovy původní výroky a že mu napíše omluvný mail, ale nijak se nebrání další diskuzi. Ale jak doufá ve svém podpisu: *Linus thy first, and hopefully last flamefest*" Torvalds, už to nebude tak na hraně.

I přes spory které mezi sebou měli a jak tyto debaty vypadaly, mají mezi sebou Torvalds a Tanenbaum dobré vztahy. Torvalds chtěl, aby bylo jasné, že necítí žádnou nenávisť k Tanenbaumovy. A ten zdůraznil, že neshody a názory týkající se technických záležitostí by se zásadně neměli brát osobně.

Dnes už víme, že spoustu tvrzení, které Tanenbaum předpovídal, nebyly v budoucnu uskutečněny. Už jenom to, že právě procesory 386, které tak Tanenbaum kritizoval, se stali nejrozšířenějšími čipem spolu s 486 ve vyšší kategorii počítačů a naopak 286 se čím dál více stávaly zaostalejšími a nebyli používány. Další výrok, který Tanenbaum

zmínil a nesplnil se, byl ten o tom, že za 5 let bude všechno běžet na free GNU, software inspirovaný operačními systémy Unixového typu. Podle názvu, který je odvozen z GNU's Not Unix nemá s UNIXem nic společného.

Také další faktory jako byl konkurent Linuxu a to 4.4BSD-lite, který vedl dva roky soudní proces s USL, kde proti sobě stály AT&T Unix System Laboratorie proti Berkeley Software Design. Právě BSD si nárokovalo vlastnictví související s Unixem. Tyto spory zpomalily vývoj svobodného softwaru BSD, a proto získal Linux, který neměl problémy s legálností více podpory. Právě dohoda mezi USL a BSD byla dosáhnuta až roku 1994 a až poté vyšel první 4.4BSD. Některé produkty na něm založené jsou udržovány dodnes jako například FreeBSD, OpenBSD a NetBSD.

## **9.2 Samizdat: And Other Issues Regarding the 'Source' of Open Source Code**

Název knihy napsané Kennethem Brownem [9], vydána v březnu 2004. V této knize autor poukazuje na to, že Linuxové jádro bylo vytvořeno nelegálně a že bylo zkopírované podle MINIXU. Kniha byla poté vyvrácena mnohými důkazy jako zpochybněním použitých zdrojů. Již podle názvu samizdat (což je forma jakou občanští aktivisté obcházejí cenzuru v represivních režimech, zejména v zemích východního bloku v době Studené války). Již první verze této knihy byla vyřazena z distributorské sítě a nikdy nebyly vydány práva na její zveřejnění, ačkoliv dodnes je tato verze k dispozici v PDF na internetu. Kniha napadá Linuse Torvaldse z toho, že použil zdrojové kódy z MINIXU a že jako student nemohl napsat celý Unixový systém sám bez pomoci. Dále autor v této knize uvádí, že vláda by neměla nikdy podporovat licence pod svobodné GNU ale měla by licencovat jenom systémy pod BSD, které byly vytvořeny na univerzitách a vysokých školách. A tyto systémy by měli mít podporu podle něho skutečných open-source projektů a ne hybridních projektů jako GNU nebo Linux. Vláda by měla podpořit tento program 5 miliardami dolarů do rozpočtu na více než 10 let, aby se vytvořili volné zdrojové projekty ve spolupráci s IT průmyslem a dalších zemí. Toto úsilí by bylo přínosem pro akademický a soukromý sektor a IT hospodářství, zde tvrdí.

Jak sem ji zmínil na začátku metodika i reference této knihy byly vážně zpochybněny a to i těmi kteří byly v této knize citováni. Jako třeba profesorem Tanenbaumem, další se kdo se postavil proti, byl Dennis Ritchie, jeden z tvůrců Unix nebo Richard Stallman, vedoucí projektu GNU. Vyjádřil se i Alexey Toptygin, podřízený

Kennetha Browna, který měl na starosti, aby našel podobnost mezi systémy MINIX a Linux 0.01. Toptygin nenašel žádnou podobnost pro tuto teorii, že Linux byl zkopírován z MINIXU. A zdůraznil, že jeho studie nebyla uvedena v knize. Zde je jeho citované vyjádření: “ *I ended up doing about 10 hours of work, comparing early versions of Linux and Minix, looking for copied code. To summarize, my analysis found no evidence whatsoever that any code was copied. When I called him to ask if he had any questions about the analysis methods or results, and to ask if he would like to have it repeated with other source comparison tools, I was in for a bit of a shock. Apparently, Ken was expecting me to find gobs of copied source code. He spent most of the conversation trying to convince me that I must have made a mistake, since it was clearly impossible for one person to write an OS and 'code theft' had to have occurred.*”[9]

Ačkoliv pro tvorbu Linuxu 0.01 byl vzorem MINIX, žádný kód z MINIXU nebyl použit. Linux 0.01 byl vytvořen jako unikátní systém, který se později vyvíjel dále. Kritici samizdatu poukazují na to, že vydavatel této knihy byl přímo financován od roku 1999 společností Microsoft, která v té době vydala konkurenční operační systém Microsoft Windows 98 a domnívají se, že právě viděla hrozbu konkurence v Linuxu.

Po téměř měsíci výsměchu vůči této knize odborným tiskem, ji také Microsoft zapudil již v polovině června, s dodatkem, že to je neúčelné rozptýlení od toho, co je důležitější. Také není známá žádná vyjádření nebo komunikace ze strany Linuse Torvaldse, a tudíž jeho vyjádření k celé kauze.

## 10. Využití MINIXu v současnosti

Při orientačním šetření využití MINIXu v současnosti bylo dotazováno celkem 52 osob, jestli znají tento operační systém nebo něco o něm, bohužel znalosti byly nulové. Hlubší výzkum neměl smysl. Jen asi desetina, kterou tvořili lidé, jako správci sítí znala MINIX jako vzdáleného předchůdce Linuxu, ale žádný z nich neměl praktické zkušenosti s tímto systémem. I když tento systém byl stvořen na výuku operačních systémů, z důvodů o kterých jsem mluvil, tak i mezi učiteli jsem nezjistil, že by ho někdo z mého okolí používal ve výuce.

Z tohoto důvodu se může zdát, že je tento systém mrtvý, ale to není pravda. Už jenom to že poslední verze, kterou byla instalována a testována v této práci vyšla v únoru 2012. Počet stažení na oficiálních stránkách MINIXu [13] je kolem 1000 denně. Na těchto stránkách MINIXu jsou vidět projekty a publikace, které souvisejí s tím, že tento projekt není zdaleka mrtvý. Jsou zde projekty, jako Live update mnohé další. Dále jsem se setkal s převážně studentskými projekty, které se týkali MINIXU a to například využití tohoto systému jako firewall [14], webový server a ostatní.[15] Všechny tyto projekty sloužily k názornému zobrazení jednoduchosti systému a vyplývají z toho, že MINIX byl vlastně stvořen pro účely výuky operačních systémů.

### 10.1 Korespondence s profesorem Andy Tanenbaumem

Zkusil jsem kontaktovat tvůrce MINIXu profesora Andrew S. Tanenbauma, abych dostal objektivní informace. Ptal jsem ho na jeho budoucí vývoj systému a i na vztahy, které má s jeho dřívějším rivalem Linusem Torvaldsem. Odpověď přišla velmi stručná, co se týče vývoje tak v současnosti plánuje se svými studenty přenést MINIX na architekturu procesorů ARM, které se využívají v mobilních zařízeních, takže můžeme počítat využití MINIXu v tomto druhu zařízení. Co se týče jeho vztahů s Linusem Torvaldsem, o tom se zmínil pouze odpovědí, že ho 10 let neviděl.

Zde je korespondence:

*Dear Profesor Mr. Tanenbaum, my name is Radek Jirků and write their bachelor thesis about the operating system Minix. I would like to learn more from you about this system. I am interested in the future and what you plan and what most places on the development. Furthermore, I wonder how you evaluate the use Minix OS at present. Also I would like to*

*ask you how do along with Linus Torvalds due to previous conflicts that you had. And last but not least what literature would you recommend to me.*

Odpověď:

Andy Tanenbaum (ast@cs.vu.nl)

*We are working on a port to the ARM.*

*I haven't seen Linus in probably 10 years*

*Andy Tanenbaum*

## 11. Závěr

Na závěr bych uvedl, že tato bakalářskou uvedla mnoho informací ať už z historie nebo ze současnosti operačních systémů. Zpočátku byly obavy s tímto systémem pracovat, ale čím více došlo k průzkumu možností, které MINIX nabízí, tak tím více se systém ukázal jako přehledný a hlavně spolehlivý. Za celou dobu práce a testování tohoto systému se ani jednou nestalo, že by systém spadl nebo se zasekl. Jak se ukázalo, už kvůli několika nedostatkům, MINIX nemůže v dnešní době konkurovat ostatním komerčním i nekomerčním operačním systémům. O použití systému v současnosti bylo zjištěno, že tento systém je velmi málo používán, důvody jsou uvedené ve studii. Faktem je, že na jeho vývoji se podílí jen hrstka vývojářů a programátorů na rozdíl od jiných systémů a byl vytvořen pro účely výuky operačních systémů. Při srovnáním s Linuxem byly zjištěny a popsány rozdíly mezi těmito systémy a také zdůvodněny spory, které mezi sebou jeho tvůrci měli. Co se týče výsledků testů rychlosti, které byly prováděny ve srovnání s Linuxovou distribucí Debian. Předpokládaný výsledek vzhledem k mikrojaderné architektuře MINIXu a jeho jednoduchosti o tom, že se projeví ve vyšší rychlosti MINIXu se nepotvrdil. Tyto výsledky byli velmi překvapující. Na závěr byl vytvořen tutoriál pro instalaci systému v jednotlivých krocích. Dále pak další tutoriál k nastavení a přizpůsobení systému.



## 12. Přílohy

### Instalace, konfigurace a řešení problémů

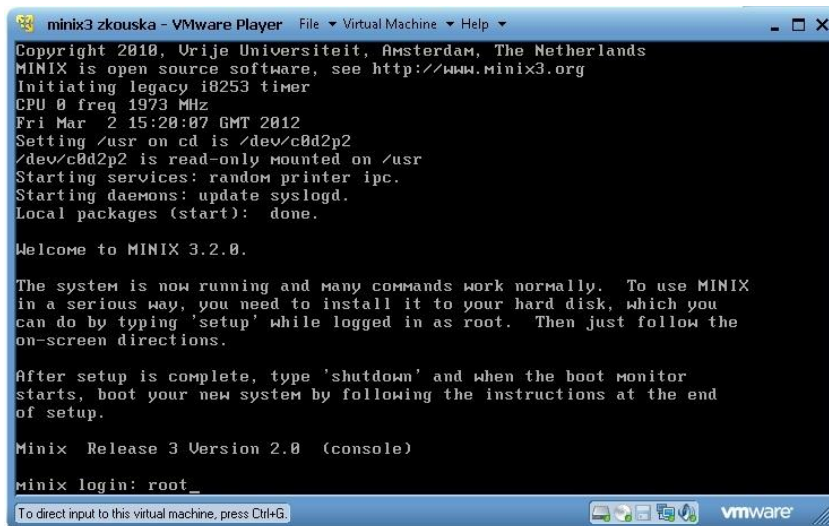
#### Instalace na virtuální počítač

Po spuštění VMware musíme nakonfigurovat parametry nového virtuálního stroje, jako je například kolik paměti bude VMware používat, jak velký bude virtuální pevný disk a jiné nastavení.

V hlavním menu VMware, vyberte *create new virtual machine* a zaškrtněte *i will install the operating system later*, to proto že se jedná jen o konfiguraci. Dále při volbě operačního systému zvolte *Other* a verzi také *Other*, protože MINIX zde není předvolen. Při dalším kroku zvolte název podle svého uvážení např. MINIX 3.2.0. Poté přiřadíte prostor tomuto virtuálnímu disku, kde bude MINIX nainstalován. Doporučená velikost je 2GB ta byla po instalaci všech rozšíření nedostatečná, tudíž zvolte alespoň 5GB. Následně zkontrolujete shrnutí, jestli je všechno správně zadané a dokončíte nastavení. Zbývá ještě upravit operační paměť, kterou bude alokovat tento virtuální stroj, to provedete označením nově vzniklého MINIX 3.2.0 a volbou *Edit virtual machine settings*, zde volbu *Memory* zvýšíte na 512MB to by mělo pro naše účely stačit.

Nyní připojíte ISO obraz operačního systému, který stáhnete z domovské stránky MINIXu [12]. Připojení provedete tak, že v menu kde jste nastavovali operační paměť, zvolíte záložku CD/DVD a zaškrtnete položku *use ISO image* a najdete cestu k ISO souboru, který jste stáhli.

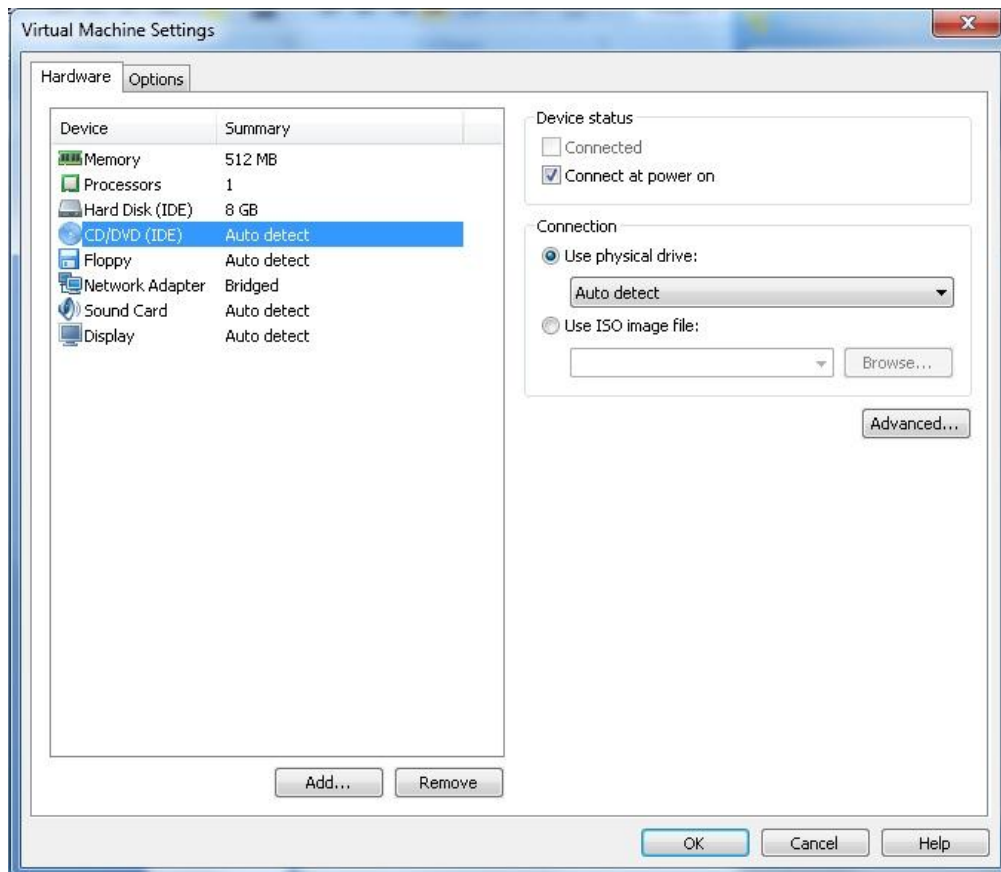
Teď k samotné instalaci. V dalším kroku zapnete virtuální stroj a po naběhnutí se přihlásíte s uživatelským jménem *root* a bez hesla, pro instalaci zadáte příkaz *setup* a pokračujete do dalšího kroku. Zde je vidět úvodní obrazovka MINIXu:



Obr.2 Úvodní obrazovka

Prvním krokem v instalaci je zvolení klávesnice takže vyberete *us-std* a pokračujete do dalšího kroku. Zde zvolíte defaultní nastavení pro partition, tak že zvolíte *automatic mode* a znovu potvrdíte. Následujícím krokem zvolíte disk, na který se bude MINIX instalovat, poté budete vyzváni, abyste potvrdili, že chcete nainstalovat systém právě na tento disk, a protože se jedná o nezvratnou akci, znovu potvrdíte pomocí *yes*. Další je velikost domácí složky, kterou následujícím krokem zvolíte, přednastavená velikost je 734MB. Dalším nastavením je *file block size*, které necháte přednastavené na 4kb. Po tomto kroku začne samotné kopírování souborů na harddisk. Samotná operace kopírování zabere nejdéle pár minut. Co se týče dalšího nastavení, posledním krokem bude nastavení ethernetového čipu a DHCP, čip nastavíte AMD LANCE (VMware) a DHCP ponecháte ve výchozím nastavení. Nakonec příkazem *shutdown* vypnete operační systém a příkazem *off* vypnete virtuální stroj.

Nyní jste nainstalovali MINIX 3 na virtuální stroj a první věc kterou musíte nastavit je, aby se operační systém zaváděl ze systému a ne z CD image. Takže v nastavení virtuálního stroje v záložce CD-Rom zvolíte *Use physical Drive* viz obrázek níže.



Obr. 3 VMware nastavení

## Konfigurace nainstalovaného systému

### Nastavení hesla pro root:

První věcí, kterou nastavíte, je heslo, které ještě nebylo definováno. Příkazem `passwd` budete vyzváni ke změně hesla k root účtu.

### Nastavení časové zóny:

UNIXové systémy vždy používají UTC čas neboli koordinovaný světový čas. Lze nastavit libovolnou časovou zónu a to příkazem:

```
echo export TZ=Europe/Prague>/etc/rc.timezone
```

### Přidání uživatele a skupiny:

Přihlašování jako root se obecně nedoporučuje, proto zde se budu věnovat tomu jak přidat uživatele do určité skupiny.

Pro přidání nové skupiny použijte příkaz:

```
groupadd nazev_skupiny
```

K přidání uživatele napíšete příkaz `user add` a ten má syntaxi:

```
useradd -m -g nazev_skupiny jmeno_uzivatele
```

Kde parametr `-m` slouží k vytvoření domácího adresáře, a parametr `-g` za kterým následuje jméno skupiny do které uživatel patří.

Pro změnu hesla zvolíte `passwd jmeno_uzivatele` a nastavíte nové heslo. Pro změnu jména slouží příkaz `chfn` a pro změnu shellu je příkaz `chsh`.

### Skupina operátorů:

Je zde také možnost přidat uživatele do již zmiňované skupiny `operator`, to je také dobrá varianta pro ovládání tohoto operačního systému jinak než přes rootovský účet, a zajištění bezpečnosti které jsou s tím spojeny. Protože tímto se z vás stane tzv. bin user a máte právo spouštět příkazy jako `su`, `install`, `shutdown` tudíž máte privilegia jako root. Operátoři mohou sdílet hesla i ze `shadow`, což je soubor ve kterém jsou zašifrována hesla.

Smazání uživatele nebo skupiny:

Důležité je také, jakými příkazy smažete nepotřebné uživatele nebo skupiny. To se provádí pomocí příkazů a to u uživatele:

```
userdel nazev_uzivatele
```

a pro smazání skupiny je příkaz:

```
groupdel nazev_skupiny
```

### Instalace balíčků pro MINIX:

Pro instalaci a správu balíčku slouží v MINIXu instalátor `pkgin`. Nahradil tak předchozího správce balíčků, kterým byl `packmann`. Samotný `pkgin` má mnoho parametrů které jsou třeba `list`, kterým slouží k vypsaní nainstalovaných balíčků, `available`, kterým zjistíte dostupné balíčky, `install` pro instalaci, `update` nebo `remove` pro správu. Celý seznam a jejich funkci si můžete prohlédnout samozřejmě v manuálu, pomocí `man pkgin`. První

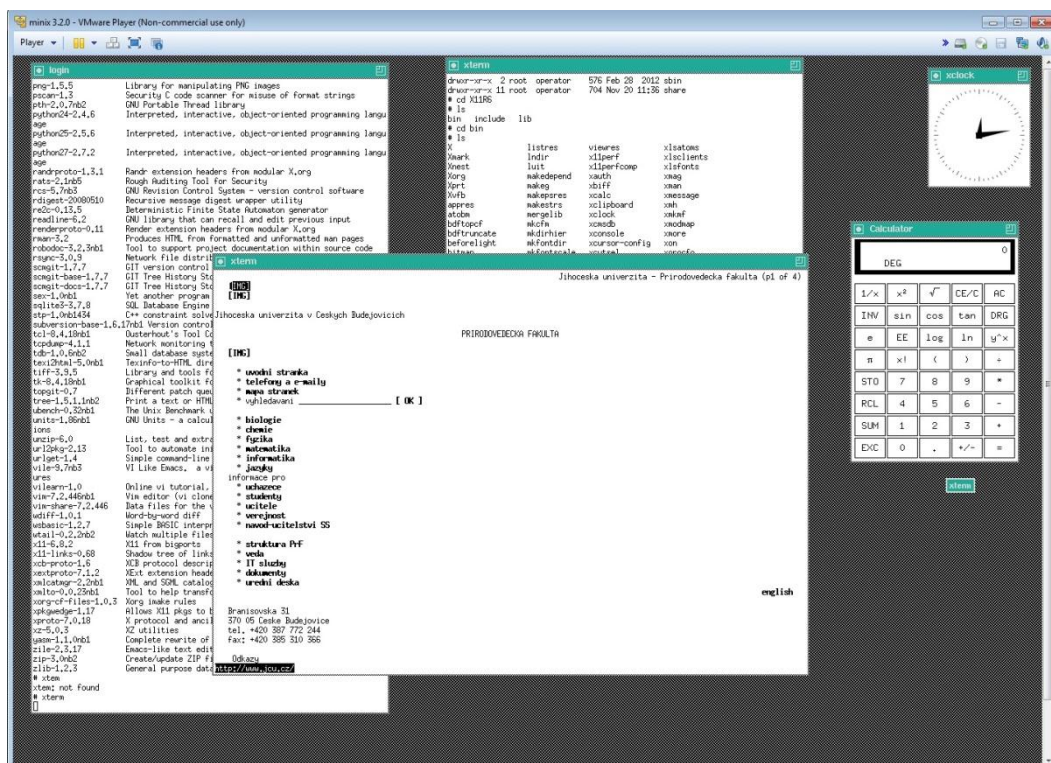
co uděláte je, že aktualizujete seznam dostupných balíčků pro MINIX a to provedete příkazem `pkgin update`. Balíčky můžete instalovat jednotlivě nebo hromadně pomocí:

```
pkgin install scmgit-base
pkgin install subversion-base
nebo pkgin install gcc44
```

kdy nám tyto příkazy nainstalují nepotřebnější balíčky. Je také možnost nainstalovat úplně všechny balíčky příkazem `pkgin in $( pkgin av | awk '{ print $1 }' )`, pokud jste si nastavili dostatečný prostor pro náš virtuální systém, tak můžete zvolit tuto možnost.

Co je neméně důležité, jsou instalace jednotlivých balíčků. První je instalace software, které umožní vytvořit grafického prostředí nazývaného X, nebo-li X11 a také X Window System. To se provádí pomocí `pkgin install x11`, kdy musíte po instalaci restartovat operační systém pro správné zavedení grafického prostředí a příkazem `xdm` provedete spuštění prostředí. Defaultní prostředí je TWM neboli Tab Window Manager.

Zde je ukázka jak toto prostředí může vypadat po konfiguraci:



Obr.4 Ukázka TWM

Je to jednoduché grafické prostředí, které má k dispozici mnohé aplikace, jako například `xclock`, `xcalc` a další které najdeme v manuálu X11 a samozřejmě `xterm` jakožto terminál. Jejich seznam najdete vypsany ve složce `/usr/pkg/X11R6/bin` a nebo můžete vyhledat na internetu.

Editaci například pozic těchto programů a nastavení různých dalších, tak aby byli spuštěné při startu grafického prostředí, nastavíte editací souboru `Xsession`, který se nachází ve `/usr/pkg/X11R6/lib/X11/xdm`. Do tohoto souboru připišete řádky s programy, které chcete, aby se spustili, přesněji je to do části `#Startup` skript a řádky vypadají takto:

```
/usr/pkg/X11R6/bin/ a zde nazev aplikace -geometry (+-) pozice a  
ukončíte &
```

Takže pro přidání hodin do horního levého rohu bude řádek vypadat takto:

```
/usr /pkg/X11R6/bin/xclock -geometry +0+0 &[10]
```

Další balíčky s programy instalujete podle potřeby. Příkazem `pkgin available` vypíšete všechny dostupné. Seznam dostupných programů pro příslušnou verzi MINIXU lze najít i v repozitářích na internetu. Mezi tyto programy, které budete potřebovat, patří například textový editor `vim` nebo `nano`. Na surfování na internet nainstalujete textový webový prohlížeč `Links`, ke kterému lze doinstalovat i jednoduché grafické rozhraní, které z něho neudělá sice grafický prohlížeč, ale pouze barevně zvýrazní okna. Další aplikace instalujete podle potřeby a podle popisu, který je vidět vedle jejich názvu po příkazu `pkgin available`. Nutností je jednou za čas aktualizovat všechny aplikace to provedete příkazem `pkgin full-upgrade`. Důležitý je také příkaz `pkgin remove`, jehož pomocí odinstalujete zvolený balíček. A v neposlední řadě, pomáhá při řešení různých problémů příkaz na smazání cache aplikací a to `pkgin clean`.

### 13. Přehled literatury a ostatních zdrojů

[1] MINIX 3 Hardware Requirements [online]. 2006 [cit. 2011-01-25]. Dostupné z WWW: <<http://wiki.minix3.org/en/UsersGuide/HardwareRequirements>>

[2] Some Notes on the "Who wrote Linux" Kerfuffle. In:[online]. 2004 [cit. 2011-01-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.cs.vu.nl/~ast/brown/>>

[3] File, file system, and memory size limits in MINIX. In:[online]. 2006 [cit. 2011-01-31]. Dostupné z WWW: <<http://MINIX1.woodhull.com/faq/filesize.html>>

[4] MEURS , Roger. Building Performance Measurement Tools for the MINIX 3 Operating System. [online]. 2006 [cit. 2011-01-30]. Dostupné z WWW: [http://www.minix3.org/doc/meurs\\_thesis.pdf](http://www.minix3.org/doc/meurs_thesis.pdf)

[5] Andrew Stuart Tanenbaum. In:[online]. 2005 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.bookrags.com/biography/andrew-stuart-tanenbaum-wcs/>>

[6] Minix versions and their use in teaching. In: [online]. 2006 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z WWW: <[http://minix1.woodhull.com/teaching/teach\\_ver.html](http://minix1.woodhull.com/teaching/teach_ver.html)>

[7] TANENBAUM, Andrew S a Albert S WOODHULL. *Operating systems: design and implementation*. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2006, 1054 s. ISBN 0131429388.

[8 ]TANENBAUM, Andrew S. *Modern operating systems*. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall, 2008, 1076 s. ISBN 0136006639.

[9] BROWN, Kenneth. *Samizdat: And Other Issues Regarding the Source"of Open Source Code*. The prerelease e-book. Alexis de Tocqueville Institution, 2004. Dostupné z WWW: <http://www.angelfire.com/linux/toussaint/samizdat/samizdat.pdf>

[10] Konfigurace operačního systému Unix. In: [online]. 2006 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z WWW: < <http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/ldp/01/010-09.htm>>

[11] Minix Releases. In:[online]. 2012 [cit. 2012-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://wiki.minix3.org/en/MinixReleases>>

[12] Minix 3 Download page. In:[online]. 2012 [cit. 2012-03-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.minix3.org/download/>>

[13] Minix Publications and Papers. In: [online]. 2012 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z WWW:

< <http://wiki.minix3.org/en/Publications> >

[14] Minix firewall. In:[online]. 2012 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z WWW:

< <http://wiki.minix3.org/en/SummerOfCode2010/Firewall> >

[15] Minix web server and others projects. In: [online]. 2012 [cit. 2012-03-26].

Dostupné z WWW: < <http://www.disi.unige.it/person/DoderoG/minix/links.htm>>

[16] Linus vs. Tanenbaum. In: [online]. 2006 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z WWW: < [http://groups.google.com/group/comp.os.minix/browse\\_thread/thread/c25870d7a41696d2/f447530d082cd95d?tvc=2](http://groups.google.com/group/comp.os.minix/browse_thread/thread/c25870d7a41696d2/f447530d082cd95d?tvc=2)>

[17] DIBONA, Chris a Sam OCKMAN. Open Sources: Voices from the Open Source Revolution. 1999. vyd. O'Reilly Media, January. 1st edition. ISBN 1565925823.

[18] NEMETH, Evi , SNYDER, Garth , HEIN, Trent R. . Linux : Kompletní příručka administrátora. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2004. 880 s. ISBN 80-722-6919-4



- [19] WELSH, Matt Používáme Linux. 2.vydání. Praha: Computer Press, 1997. ISBN 80-7226-001-4.
- [20] ČADA, Ondřej Operační systémy. Praha: Grada, 1994. ISBN 80-901507-0-5.
- [21] MINIX: What is it, and why is it still relevant?. BERG, Alan. Free software magazine [online]. 2007[cit.2012-11.02].  
Dostupné z: <http://www.freesoftwaremagazine.com/articles/minix>
- [22] About Microkernels. ERTOS. NICTA's Software Systems Research Group: NICTA [online]. 2011 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.ertos.nicta.com.au/research/14/microkernels.pml>
- [23] LE MIGNOT, Gael. Monolithic kernels and micro-kernels [online]. 2005 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://kilobug.free.fr/hurd/pres-en/abstract/html/node2.html>
- [24] POSIX. In: [Http://www.abclinuxu.cz](http://www.abclinuxu.cz)[online]. 2005 [cit. 2012-11-10]. Dostupné z: <http://www.abclinuxu.cz/slovník/posix>
- [25] API. In: [Http://www.techterms.com](http://www.techterms.com) [online]. 2012 [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <http://www.techterms.com/definition/api>
- [26] Definition of GNU. In: <http://cplus.about.com> [online]. 2012 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z: <http://cplus.about.com/od/introductiontoprogramming/g/gnudefn.htm>
- [27] TANENBAUM, Andrew Stuart. Distributed Operating Systems. ilustrované vydání. Pearson Education, 1995. ISBN 8177581791.
- [28] TANENBAUM, Andrew Stuart a Todd AUSTIN. Structured Computer Organization. 6, přepracované vydání. Prentice Hall, 2012. ISBN 0132916525.

[29] TANENBAUM, Andrew Stuart a Maarten VAN STEEN. Distributed systems: principles and paradigms. 2, ilustrované vydání. Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 0132392275.

[30] OS Platform Statistics: What is the trend in operating systems usage?. W3SCHOOLS. W3schools.com [online]. 2012 [cit. 2012-11-30]. Dostupné z: [http://www.w3schools.com/browsers/browsers\\_os.asp](http://www.w3schools.com/browsers/browsers_os.asp)

[31] Linux Benchmarking: Old UnixBench Versions. Hermit.org [online]. 2007, 12 October 2007 [cit. 2012-11-30]. Dostupné z: <http://www.hermit.org/Linux/Benchmarking/>

[32] Comparing Linux and Minix: Old UnixBench Versions. Lwn.net [online]. 2007 [cit. 2012-11-30]. Dostupné z: <http://lwn.net/Articles/220255/>