

Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta informatiky a statistiky
Katedra informačních technologií

Student:	Michal Pěnka
Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Luboš Pavlíček
Oponent bakalářské práce:	RNDr. Radomír Palovský

TÉMA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Terminálová učebna s využitím LTSP

Rok: 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 30. 4. 2009

Michal Pěnka

Abstrakt

Účelem této práce je zjistit, jestli je možné nasadit v produkčních systémech jako jsou školy, kanceláře atd. Linux Terminal Server Project (LTSP), open source systém pro distribuci linuxových operačních systémů na omezený počet tenkých klientů s využitím běžných TCP/IP sítí.

Pro instalaci, konfiguraci a otestování LTSP a dalšího podpůrného vzdělávacího software je vybrána malá síť v počítačové učebně, která je využívána převážně ke vzdělávacím účelům.

Po přečtení následujícího textu by měl mít čtenář zaprvé přehled o historii, budoucím vývoji a možnostech využití LTSP a zadruhé by měl být schopný nainstalovat, nakonfigurovat a implementovat podobné řešení v sítích TCP/IP.

Abstract

The purpose of this work is to find out whether it is possible to implement the Linux Terminal Server Project (LTSP) on production systems such as schools, offices etc. LTSP is an open sourced system for distributing the Linux-based operating systems to limited number of thin clients using common TCP/IP networks,

Small computer laboratory network, used mainly for educational purposes, is chosen for the installation, configuration and testing of the LTSP and the additional subsidiary courseware.

After reading following text, reader should be informed firstly about the history, future development and use cases of the LTSP and secondly should be able to install, configure and implement similar solution in TCP/IP networks.

Poděkování

Děkuji vedoucímu této práce Ing. Luboši Pavlíčkovi za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále děkuji Odborné střední škole podnikatelské v Kolíně za zapůjčení výpočetní techniky, jmenovitě Mgr. Ludmile Bílé a Mgr. Daniele Dalecké. Stejně tak děkuji technickému správci školní sítě, panu Zdislavu Fantovi, za užitečné rady.

Velmi si vážím jazykové korektury svojí manželky Bc. Jany Pěnkové.

V neposlední řadě děkuji uživatelům z IRC kanálů irc.freenode.org pro Debian, LTSP a Virtualbox, kterými jsou i Michael Blinn, Pierre Baco a Jordan Erickson. Na jejich poznatky se v tomto dokumentu odvolávám.

Děkuji komunitě OpenOffice.org za skvělý textový editor, ve kterém jsem mohl svou bakalářskou práci napsat. Upřímné poděkování patří i celé OSS komunitě za její dílo.

Obsah

Prohlášení.....	2
Abstrakt.....	3
Abstract.....	4
Poděkování.....	5
Úvod.....	8
1 Popis projektu Linux Terminal Server.....	9
1.1 Historie a vývoj projektu.....	9
1.2 Popis technologie distribuce OS.....	11
1.3 Nastínění možností LTSP.....	14
1.4 Výhody a nevýhody.....	14
1.5 Důvody nasazení.....	16
1.6 Případy využití.....	16
2 Nasazení LTSP v počítačové učebně.....	18
2.1 Současný stav sítě.....	18
2.2 Navrhované úpravy.....	20
2.3 Instalace a konfigurace serveru.....	22
2.4 Konfigurace distribuovaného systému.....	24
2.4.1 Chroot.....	24
2.4.2 Uživatelské profily.....	25
2.4.3 Dodatečné služby.....	27
2.5 Konfigurace klientů.....	29
2.6 První spuštění a ladění.....	30
2.6.1 Nastavení jednotlivých klientů.....	30
2.6.2 Povolení uživatele root v chroot.....	32
2.6.3 Synchronizace času pomocí protokolu NTP.....	32

2.6.4 Automatické zapnutí a vypnutí klientů.....	34
2.6.5 Ukončení procesů po odhlášení.....	37
3 Podpora výuky v terminálové učebně s LTSP.....	39
3.1 iTalc.....	40
3.2 Sugar.....	42
4 Otestování výkonu.....	43
Zhodnocení a závěr.....	45
Přílohy.....	46
4.1 Příloha 1 – Obraz VirtualBox.....	46
4.2 Příloha 2 – Apache mod_userdir.....	47
4.3 Příloha 3 – Skript crontab pro vypínání systému.....	47
4.4 Příloha 4 – Testovací skript.....	48
Seznam obrázků, tabulek, příkazů a kódů.....	49
Seznam zdrojů.....	51

Úvod

LTSP, Linux Terminal Server Project, je velmi rychle rozvíjející se technologie, která se snaží řešit nedostatky moderního IT. Těmi jsou především zvyšující se náročnost na výpočetní výkon a paměť, vysoké a opakovaně vynaložené náklady na pořízení hardware a softwarových licencí. Dále je to složitá implementace, konfigurace a údržba software, nedostatečné sdílení výpočetních kapacit a v neposlední řadě i zvyšující se kriminalita v počítačových sítích, a tedy nedostatečný důraz na bezpečnost, vysoká spotřeba energie atd.

V dnešní době firmy nemohou investovat do nového hardware a obnovovat či nakupovat nové softwarové licence. Naopak je nutné náklady snižovat. Tuto práci píše právě proto, že by LTSP tento problém mohlo vyřešit a myslím si, že technologie tenkých klientů a distribuce operačních systémů má v sobě i dnes obrovský potenciál. Motivací je tedy osobní zaujetí touto technologií.

Tato práce si klade za cíl nejen vysvětlit technologii LTSP, ale i předvést její aplikaci v reálném prostředí, kterým jsem pro účely této práce vybral jednu běžnou školní počítačovou učebnu. Tu mi na několik dní ochotně povolila užívat Odborná střední škola podnikatelská v Kolíně.

Výsledkem této práce by mělo být ověření, zda je LTSP v takovém prostředí použitelné, dále seznámení čtenáře s instalací a konfigurací serveru a tenkých klientů (distribuovaného systému) a možnostmi LTSP.

Předpokládám, že lze tuto práci použít i jako příručku při budování či přestavbě podobných sítí, jako jsou internetové kavárny, hotelové terminály, informační kiosky, školící učebny a kanceláře ve firmě, škole či jiném zařízení.

1 Popis projektu Linux Terminal Server

LTSP je technologie umožňující distribuci a provozování operačního systému pomocí TCP/IP sítě ze serveru na bezdiskové stanice. Je to balík software pro GNU/Linux operační systémy, který má otevřený kód. Kromě původních zakladatelů, firmy Dynamic Results Inc. a její následné divize DisklessWorkstations.com, je vyvíjen komunitou a dalšími firmami.

1.1 Historie a vývoj projektu

V této kapitole čerpám z článku [1], který detailně popisuje práci původních vývojářů na tomto projektu.

Vývoj odstartovala v roce 1996 společnost Binson's Hospital Supplies (dále BHS), která najala firmu Dynamic Results Inc. (dále DRI), aby snížila tzv. per-seat náklady. To jsou především náklady na pořízení hardware a software, dále náklady na implementaci, konfiguraci a údržbu tohoto software. Toto vše je pak vztaženo na jednoho zaměstnance.

BHS, která měla v té době přibližně 280 zaměstnanců, pracovala ve smíšeném prostředí s terminály AS/400 a Unixem. To byl výchozí bod zadavatele.

DRI provedla několik výzkumů a došla přes jednoduché TCP/IP terminály, MS Windows 95 a další TCP/IP terminály až k řešení, ve kterém hrál důležitou roli Linux.

Díky již stávající podpoře zavádění systému přes síť pomocí technologií Netboot a Etherboot, TCP/IP, klienta BOOTP a TFTP se dostalo vzniku novému projektu, na kterém začal pracovat Jim McQuillan z DRI. Jeho cílem bylo rychle zkompilovat a distribuovat systém na velké množství počítačů, kterými byly dnes již legendární počítače 486/33 s 16 MB RAM a síťovou kartou NE2000. Nastavil server, ze kterého se pomocí NFS a BOOTP protokolu distribuoval základní operační systém. Po dalších úpravách se mu dokonce podařilo distribuovat i grafické rozhraní X-Windowing systému. V třítý-

denní testovací fázi se mu díky otevřenému kódu podařila opravit většina chyb. Došlo k nasazování na produkční stroje a firma DRI měla o výdělek vystaráno.

Po přednášce v roce 1999 na Michigan Unix User Group dostala firma DRI několik nabídek na zhotovení tenkých klientů na míru. DRI si začala uvědomovat, že díky novým implementacím jejich technologie a poskytování podpory mají zajištěny dostatečné peněžní příjmy, a tak se rozhodla nabídnout komunitě svůj software otevřením zdrojového kódu. Zvolená licence GNU/GPL umožňovala vývoj projektu.

V době psaní tohoto textu přešlo LTSP ze stabilní verze 4 na verzi 5 a obsahuje mnoho změn, novinek, vylepšení a oprav. V roce 2005 byl totiž projekt rozšířen o podporu firmy Canonical, která stojí za dnes jednou z nejoblíbenějších linuxových distribucí Ubuntu. V podobě jejího derivátu, Edubuntu, umožňovala LTSP jednoduše instalovat a provozovat. Dnes je možné LTSP nainstalovat na Ubuntu (verze s grafickým prostředím GNOME), Kubuntu (s prostředím KDE), Xubuntu (s prostředím XFCE) i Edubuntu^A přímo z tzv. alternate CD^B. Tím se LTSP dostalo do povědomí mnoha vývojářů a podle mého názoru je to zásluha právě firmy Canonical, že se LTSP tak rychle vyvíjí. Na stránce [2] nalezneme srovnávací tabulku, která popisuje rozdíly mezi verzí 4 a 5.

	Verze 5 (Ubuntu)	Verze 4 (LTSP.org tarball)
Export GUI	ssh -X	XDMCP
Vzdálené přihlášení	KDM/GDM	LTSP Display Manager
Metoda distribuce	Nativní distribuce (APT)	LTSP tarball
Autentizační server	SSH server	XDMCP server

Tabulka 1: Srovnání verzí 4 a 5 LTSP

SSH (šifrovaný kanál pro připojení ke vzdálenému terminálu) nabízí oproti XDMCP^C vyšší bezpečnost díky již implementovanému šifrování a možnost přenášet grafické aplikace. Vzdálené přihlášení je nahrazeno moderními správci přihlášení, které známe z běžných linuxových i unixových operačních systémů. Instalace a správa software včetně distribuce probíhá pomocí nástroje APT. Ten šetří síťový provoz a v kombinaci s repositáři^D software Ubuntu tvoří výkonný nástroj pro administrátory a vývojáře software.

1.2 Popis technologie distribuce OS

Z předcházejícího textu je zřejmé, že se v síti nachází dva typy počítačů – *tencí klienti*^E a *server*, který tyto klienty obsluhuje.

Tenký klient byl v počátcích projektu, ale často i dnes, nějaký dosluhující počítač s již nedostatečným výkonem pro novější a náročnější software, kterému byl odebrán pevný disk a zůstalo mu tak jen to nejdůležitější – procesor, paměť, síťová karta, monitor, klávesnice a myš.

Dnes k tomuto účelu lze zakoupit i tenkého klienta vyrobeného sériově přímo na míru tak, aby podporoval buď LTSP, nebo jiné konkurenční technologie, např. Microsoft Terminal Services nebo SUN Ray Server. Tito moderní tencí klienti obsahují opět jen ty nejdůležitější komponenty, jsou optimalizovány pro nízkou spotřebu elektrické energie a některým přibyly případné nadstandardní porty – čtečky paměťových a čipových karet, USB a podobně. Zmenšily se i rozměry a celková velikost se tak bez monitoru a jiných periférií dá srovnávat s velikostí krabice od bonboniéry. Moderním trendem je integrovat tyto klienty přímo do monitorů, ostatně dnešní ceny tohoto levného hardware tomu jen pomáhají.

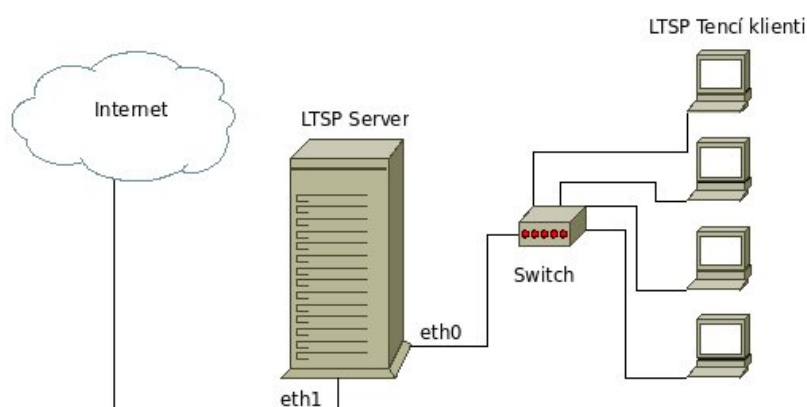
Nevýkonní tencí klienti jsou zpravidla připojeni přes *switch* k serveru. Server je naopak relativně výkonný počítač, který má, na rozdíl od tenkých klientů, disků většinou hned několik, ideálně zapojených do *pole RAID*^F tak, aby se snížilo riziko ztráty dat v důsledku poškození či opotřebení disku. Systém a data, se kterými jednotliví uživatelé pomocí tenkých klientů pracují, jsou totiž uloženy právě na tomto serveru. Disky by měly být nejen zajištěny zmiňovaným polem, ale jsou na ně kladeny i další nároky. Vhodné je zvolit větší kapacitu disků, tu lze odhadnout podle počtu klientů připojených k serveru. Minimální velikost disku je v případě operačního systému Ubuntu s instalací LTSP alespoň 4 GB a pro uživatelské adresáře teoreticky stačí několik desítek MB. Zároveň je téměř nutností zvolit dostatečnou rychlost disků. Dnešní běžné SATA disky dosahují dobrých výsledků při 7 200 nebo lépe 10 000 otáčkách za minutu. Budoucnost však přeje tzv. SSD^G diskům, které kromě absence pohyblivých částí slibují právě i několikanásobný výkon.

Server má i větší kapacitu *paměti RAM*, která se odvíjí od počtu současně připojených klientů. Díky jádru operačního systému, kterým je v tomto případě Linux, je však nárok na paměť RAM nižší než u ostatních typů proprietárních operačních systémů. Na druhou stranu aplikační vrstva, která nad tímto jádrem leží, může obsahovat i některé paměťově náročné programy, například některé CAD, matematický nebo grafický software apod. Zdroj [3] uvádí konfiguraci serveru alespoň $256 \text{ MB} + (192 \text{ MB} * \text{počet klientů})$.

Srdcem serveru je *procesor*, jeho výkon by se měl opět odvíjet od současně připojeného množství klientů a jejich způsobu práce. Dnešní ceny hardware však zpřístupňují nadstandardní výpočetní výkon v podobě vícejádrových procesorů na bázi Intel Core, Intel Xeon či AMD Opteron, stejně tak se stává dostupná i jejich vysoká výpočetní frekvence, která přesahuje 3 Ghz. Stejný zdroj jako v předchozím odstavci uvádí, že 2 Ghz procesor by měl obsloužit s minimálním zpožděním asi 20 tenkých klientů.

V neposlední řadě bych rád upozornil na často opomíjený *zdroj energie*. Ceny dnešního hardware nám dovolí nakoupit a sestavit supervýkonný počítač, který však budeme muset draze napájet elektrickou energií. Serverové zdroje mají příkon od 350 W do několika kW. Dříve než tedy hardware nakoupíme, stojí za to položit si otázku, nakolik je nutné mít tento server předimenzovaný, a snížit tak tento přebytek jen na potřebnou rezervu. Je třeba vybrat kvalitní zdroj s vysokou účinností, aby příkon nebyl o mnoho vyšší než výkon.

V následující části vysvětlím, jak funguje komunikace mezi klienty a serverem. Zmínil jsem, že klienti jsou připojeni k serveru přes switch. To znázorňuje obrázek 1.



Obrázek 1: Schéma běžné síťové topologie při použití LTSP

Na tomto obrázku lze vidět tenké klienty zapojené do switchu, do kterého je připojen přes jedno síťové rozhraní (eth0) i LTSP server. Většinou klienti potřebují přistupovat do sítě Internet, která je velmi často dostupná právě přes druhé síťové rozhraní serveru (eth1). Je tak možné určit, kteří klienti přístup do Internetu či jiné sítě mají a kteří nikoliv. LTSP server tak zároveň funguje jako firewall a router.

Lze se však v praxi setkat i s připojením do Internetu přímo přes switch, pak je většinou bezpečnost a oprávnění regulováno jiným počítačem či zařízením v síti připojeným přes tento switch. Toto druhé řešení bývá velmi oblíbené v případě, že se ve firemní, školní či jiné síti nachází i jiné počítače a zařízení.

Úplně v závěru je ještě nutné zmínit možnost vyvažování zátěže mezi několika LTSP serverů v případě, že je spuštěno velmi mnoho současně připojených tenkých klientů a jeden server by je tak nebyl schopný obsloužit. Jednou z metod je vytvoření seznamu serverů seřazených od nejméně zatíženého. Když se uživatel na tenkém klientovi přihlašuje, vybere si (nebo to za něj udělá systém automaticky) první server z tohoto seznamu. Pomocí skriptů lze pak zjišťovat aktuální zatížení všech dostupných serverů a seznam v reálném čase přepisovat. Popsat detailněji, jak se takové vyvažování nastavuje, by však bylo nad rámec této práce a já se jím tedy nebudu zabývat.

Nyní se zaměřím na princip fungování LTSP. Již jsem naznačil, že se po síti přenáší operační systém včetně aplikační vrstvy. Celý proces je však o něco složitější a o mnoho detailněji ho popisuje dokument [3].

V první fázi, kdy je zapnut klientský počítač, proběhne vlastní test hardware a systém si vybírá médium, ze kterého bude zavádět operační systém. V případě LTSP je to PXE^H. To je technologie, která je dnes podporována většinou výrobci síťových karet.

V druhé fázi PXE zažádá DHCP server o přidělení unikátní IP adresy. Každý klient tak bude mít v síti jednoznačnou identifikaci pro případ další komunikace.

Ve třetí fázi DHCP server přidělí IP adresu a pošle další parametry tenkému klientovi. Ten stáhne souborový systém jádra systému (Linux^l) a dodatečných aplikací (GNU^l) ve formě souborového obrazu (tzv. *image*) do své paměti RAM. To se děje díky TFTP, odlehčenému protokolu, který je účelem podobný například FTP pro přenos dat po síti.

V závěrečné fázi klient začne zavádět systém ze staženého souborového obrazu, detekuje hardware a připojuje se k LTSP serveru, který zasílá další parametry pro nastavení konkrétního klienta. Pokud jsou tencí klienti nastaveni k použití grafického prostředí, připojují se pomocí různých aplikací, např. LDM^K, k serverovému X-Serveru^L.

Operační systém v tenkém klientovi obsluhuje hardware klienta a připojená zařízení (včetně klávesnice, myši, monitoru, tiskáren či výměnných médií) a zároveň se stará o spojení se serverovým operačním systémem. Ostatní úkony uživatele obsluhuje především LTSP server, včetně přihlašování, přístupu k účtu uživatele a software atd.

1.3 Nastínění možností LTSP

Tenký klient, připojený k LTSP serveru, se chová téměř stejně jako počítač, na který je nainstalován operační systém GNU/Linux.

LTSP však asi nikdy nebude použitelné např. v nahrávacích studiích, protože tam aplikace potřebují mít rychlý nízkolatenční přístup k hardware. To síťová komunikace pomocí TCP/IP zatím neumožňuje¹. Stejně tak se asi neuplatní v případě, že uživatel přechází do jiných sítí, které nejsou bezprostředně nebo jakkoliv přijatelnou rychlostí propojeny.

LTSP se ale hodí do sítí s mnoha klientskými počítači, které poskytují obdobné služby jako jsou kanceláře, školní sítě, informační kiosky, internetové kavárny a další. Více o případech využití píše v samostatné kapitole.

1.4 Výhody a nevýhody

LTSP šetří per-seat náklady, ostatně kvůli tomu ho firma DRI v devadesátých letech začala vyvíjet. Pořízení tenkého klienta je levnější než pořízení klasického počítače. Tenkého klienta lze zakoupit přibližně od 1500 Kč, nejlevnější kancelářský počítač pak za cenu přibližně 4500 Kč. Ani v jednom případě nejsou uvažovány periferní zařízení a monitor. Další výhodou je zvýšená doba využití tenkého klienta, kterou odhaduji na maximálně 10 let, klasické PC zastarává už za 2 až 4 roky. Do určité míry je to opotřebením, hlavní příčinou je ale rychlý technologický vývoj (uvažuji aktualizovaný software s rostoucími hardwarovými nároky), a tím pádem zastarávání komponent.

¹ Software llcon pro mix audia po síti má však paradoxně velmi slušné výsledky

Tím, že se na mnoho klientů distribuuje jediný systém, lze ušetřit i na údržbě a instalaci software. Administrátor připraví, spravuje, aktualizuje a udržuje jediný obraz systému, který je poté načítán všemi klienty. Toto tvrzení je však trochu zavádějící, protože lze připravit i mnoho obrazů systému na jednom LTSP serveru.

Pokud v jednu chvíli používají dva klienti stejný program, např. OpenOffice.org či webový prohlížeč Firefox, je spuštěna na serveru vždy jen jediná instance sdílených knihoven tohoto programu. Díky tomu se výrazně šetří nárok na výkon a hlavně paměť RAM serveru. V praxi se tak lze setkat se serverem o výpočetním výkonu ne příliš se lišícím od výkonnějšího osobního počítače.

LTSP šetří náklady na elektrickou energii, protože neplatí rovnice „souhrnný příkon určitého počtu počítačů bez LTSP se musí rovnat příkonu serveru, jenž poskytuje službu LTSP plus stejnému počtu tenkých klientů“. Jak již bylo zmíněno, server mnohdy nemusí být o mnoho výkonnější než běžný osobní počítač. U tenkých klientů je úspora energie značná. Po odmyšlení si disku u tenkých klientů tvořených ze starších počítačů či pokud by byl uvažován moderní na míru vyrobený¹ tenký klient, je zde rozdíl v energetické náročnosti markantní. Běžný kancelářský počítač konzumuje okolo 80 Wh, nepočítám-li spotřebu monitoru a jiných periférií. Nejnovější tencí klienti dokáží tuto spotřebu snížit na několik málo jednotek Wh.

Po srovnání spotřeby 10 kancelářských počítačů o příkonu 80 Wh ($80 \text{ Wh} * 10 = 800 \text{ Wh}$) se spotřebou serveru o příkonu 350 Wh plus 10 tenkých klientů o příkonu 10 Wh ($350 \text{ Wh} + 10 \text{ Wh} * 10 = 450 \text{ Wh}$) je zřejmé, že absolutní rozdíl 350 Wh se bude zvyšovat s rostoucím počtem uvažovaných tenkých klientů, respektive kancelářských počítačů. Opět neuvažují spotřebu monitorů.

Neméně důležitou výhodou LTSP je bezpečnost. Je však nutné říci, že záleží na instalovaném software a znalostech administrátora systému.

Víceuživatelský přístup je dědictvím vzoru systému Linux, kterým je Unix. Je tak možné přecházet mezi tenkými klienty bez ztráty osobního účtu a rovněž je zajištěn přístup k systému odkudkoliv.

¹ Například počítače z již zmiňované firmy DisklessWorkstations.com

LTSP má velmi propracovanou dokumentaci a vytvořil si kolem sebe mnoho příznivců a samostatnou komunitu, která je na Internetu aktivní. Tato aktivita zahrnuje internetová fóra, IRC kanály, mailing listy a další diskuse.

LTSP se nehodí pro uživatele, který často přechází mezi různými nepropojenými sítěmi. V případě, že má uživatel přenosný počítač nebo jiné zařízení, lze však využít nástrojů pro synchronizaci, a mít tak data přístupná odkudkoliv.

Jak je vidět, výhod je opravdu mnoho. Ne vždy se však dá LTSP použít.

Příkladem může být potřeba nízkolatenčního přístupu k hardware, použití platformně závislého software nebo všeobecné nepřijetí systému uživateli. To může určitě odradit mnoho lidí, kteří LTSP zvažují nasadit.

Velmi paměťově náročné aplikace, jako například animační software, jsou pro LTSP stále za pomyslnou hranicí možností. Podobné je to i u software typu hry, protože ty zase nadměrně vytěžují grafickou kartu a procesor.

1.5 Důvody nasazení

Nyní bych rád shrnul, proč by měla firma, škola či jiné zařízení chtít nasadit LTSP. Tím nejsilnějším důvodem bude jednoznačně snížení nákladů na softwarové licence na běžně používaný proprietární operační systém, případně další software, dále snížení nákladů na pořízení nového a upgrade stávajícího hardware. Konečně spotřeba energie celé sítě s LTSP se markantně liší od té bez ní.

Aplikační vrstva GNU dnes obsahuje mnoho software, který běžnému uživateli postačuje, navíc nabízí i takový software, který je unikátní a v některých odvětvích naprosto zásadní. Mám na mysli různý podpůrný výukový software, kterým lektor nabízí žákům nový způsob studia, nebo specializovaný software pro zrakově či pohybově handicapované uživatele.

1.6 Případy využití

V následujících čtyřech odstavcích uvádím různé situace a prostředí, ve kterých nachází LTSP uplatnění – firmy, školy, internetové kavárny a informační kiosky.

Firma, která má mnoho zaměstnanců pracujících s počítači, může zásadně snížit své náklady a nabídnout svým zaměstnancům nový způsob práce. Zaměstnanci totiž nejsou vázáni na svá pracoviště, ale mohou pracovat se svým uživatelským účtem kdekoliv ve firmovní síti. Sdílení souborů probíhá v rámci jednoho operačního systému, a tak je zaručen přímý a rychlý přístup k dokumentům, který může přinést efektivní způsob spolupráce¹. V případě poruchy tenkého klienta může být téměř okamžitě nahrazen novým bez jakýchkoliv dalších úprav software.

Školní učebny jsou přímo stvořené k nasazení LTSP, protože škola nemá mnoho finančních prostředků na nákup licencí a hardware, není možné udržovat jednotlivé systémy na tolika počítačích atd. Studenti mají možnost využít podpůrného software na sdílení obrazovek během práce, učitelé mají možnost své žáky pomocí stejné technologie sledovat a navádět při výuce. Administrátor sítě se stará o jeden obraz systému, díky kterému je systém pravidelně aktualizovaný a instalace software probíhá taktéž pouze v rámci jednoho obrazu. Školní síť však většinou potřebuje i platformně závislý software, a tak je nutné udržovat i samostatnou část sítě s MS Windows či jiným OS.

Internetové kavárny vytvoří malý obraz systému s prohlížečem a jen minimálním množstvím potřebného software, a tak sníží náklady nejen na hardware, ale i na softwarové licence. Každý klient je rovnocenným a plnohodnotným počítačem pro každého návštěvníka. Lze využít podpůrného software pro handicapované lidi jako je systém pro čtení obrazovky či zvětšovací nástroje.

Informační kiosky, například ty, které jsou umístěny v muzeích či zoologických zahradách, jsou jednoduše vzdáleně ovladatelné a obraz systému je speciálně vytvořen tak, aby se po startu spustil určitý program, např. prohlížeč s přednastavenou webovou nebo lokální HTML stránkou. Ta poskytuje jednoduchého průvodce pro všechny návštěvníky. I zde lze využít specializovaného software pro handicapované uživatele.

¹ V mnoha firmách je tento přístup možné zavést nejen se systémem terminálů, lze využít řešení například Novell Netware či sítí MS Windows se zapojením v doméně

2 Nasazení LTSP v počítačové učebně

Druhá část této práce se zaměřuje na reálné nasazení technologie LTSP. Díky laskavému svolení Odborné střední školy podnikatelské v Kolíně jsem měl možnost vyzkoušet provoz na několika počítačích, které tvořily tenké klienty.

Server jsem předinstaloval předem na mnou zvolený hardware a do sítě v této vybrané učebně jsem ho zapojil do switchu. Celé zapojení tak odpovídalo obrázku 1 na straně 12 včetně připojení do sítě Internet přes bezdrátovou síťovou kartu.

2.1 Současný stav sítě

Začnu serverovou částí. Z praktických důvodů jsem zvolil svůj osobní laptop HP Compaq 6510b ve své relativně výkonné konfiguraci.

Jako procesor slouží Intel Core 2 Duo T7250, který dokáže přepínat frekvenci dle zátěže ve stupních od 800 Mhz až do 2 Ghz.

Počítač má 4 GB RAM. Toto množství paměti je na notebooku sice neobvyklé, při provozu LTSP se však může hodit, zejména se zvyšujícím se počtem tenkých klientů.

Dalším důležitým prvkem je gigabitová síťová karta (v tomto případě eth0), která však není využita naplno, protože všechny počítače v síti jsou propojeny přes 100 Mbit switch. Druhým rozhraním (wlan0), které tento počítač má, je bezdrátová karta Intel 3945 a/b/g připojená přes 802.11g do sítě Internet.

V neposlední řadě bych rád podotkl, že notebook disponuje sice malým (80 GB) diskem, ten se však točí rychlostí 7 200 otáček za minutu. Nabízí tak vyšší výkon. Jsou to většinou totiž právě pevné disky, které snižují celkový výkon počítače. Jedná se o běžný 2,5“ SATA-2 disk.

Na serveru byl zvolen 64-bitový systém Ubuntu 9.04 s kódovým označením Jaunty Jackalope. LTSP server jsem se však rozhodl provozovat virtualizovaně při využití OSS

VirtualBox, jehož vývoj sponzoruje a aktivně se na něm podílí společnost SUN Microsystems.

Virtualizované řešení není optimální z hlediska výkonu, nejen pro účel této práce má však zásadní výhodu, a to že lze celý obraz systému snadno zkopírovat. Rozhodl jsem se ho proto připojit k výtisku této práce, DVD by mělo být přilepeno v rámci sekce Přílohy. Další výhodou virtualizovaného řešení je, že lze samostatně administrovat hostující i hostitelský systém. V mém případě, kdy notebook používám k osobním účelům, je výhodné oba systémy oddělit. Určitá redundance služeb a běžících procesů by měla být vykompenzována nízkou výpočetní náročností linuxových operačních systémů. K popisu nastavení virtuálního stroje se dostanu v kapitole Instalace a konfigurace serveru.

Do virtuálního stroje byl zvolen stejný systém, tedy Ubuntu 9.04 Jaunty Jackalope, tentokrát však v 32-bitové verzi.

Nyní se přesunu na klientskou část. Síť tvoří 11 počítačů sestavy HP compaq d530SFF a podle informací administrátora sítě je tento počítač osazen procesorem Intel Celeron 2,4 GHz, chipset je pak i865G. Počítač disponuje dvěma moduly 256 MB RAM zapojených v dual channelu. Frekvence těchto modulů je pouze 266 MHz. Grafickou kartou je Intel Extreme Graphics 2, počítač má integrovanou zvukovou kartu, konektory na mikrofon a výstup na sluchátka či stolní reproduktory. Dva USB konektory jsou vyvedeny do předního panelu, zbylé čtyři je pak možné použít vzadu. Integrovaná síťová karta má rychlost 100 Mbit/s. Výhodou je i zabudovaná DVD-ROM a FDD mechanika. Disk by měl být 40 GB, rychlost otáček se však nepodařilo zjistit, protože výrobce tuto informaci neudává. Na disku se nachází instalace Windows XP. Celý počítač je napájen 185W zdrojem napětí.

Ke většině počítačů jsou připojeny monitory Eizo FlexScan L465, tedy 16“ úhlopříčka nabízející nativní rozlišení 1280 bodů na 1024 řádek. Monitor je připojen pomocí VGA konektoru, integrované reproduktory však připojeny k počítači nejsou, zřejmě z praktických důvodů, aby se v učebně studenti navzájem nerušili. Tento monitor v klidovém stavu spotřebuje pouze 1-2 W, v provozu však konzumuje až 45 W, což na první pohled není mnoho. Pokud si ale uvědomíme, že je to až 5x tolik, co spotřebuje vyvážený tenký klient (viz například nabídka firmy DisklessWorkstations.com), určitě to pak není zanedba-

telné. Parametry monitoru nejsou dnes již nijak oslňující – svítivost 250 cd/m^2 a kontrast 400:1. Odezva je 10 ms a pozorovací úhly jsou 160° v horizontálním směru a 130° ve směru vertikálním.

Ke třem počítačům jsou připojeny starší CRT monitory DELL s rozlišením 1024 bodů na 768 řádek.

2.2 Navrhované úpravy

Je patrné, že zvolená konfigurace není ani z jedné strany ideální.

Notebook lze samozřejmě jako server použít, přicházíme však o možnost lepšího chlazení či diskového pole. Na druhou stranu se nemusíme starat o UPS, tedy náhradní zdroj napájení, protože notebook disponuje baterií. Pro zvolený počet tenkých klientů výpočetní výkon pravděpodobně stačí, stejně jako velikost paměti RAM.

Za zvážení by stálo, zda je virtualizované řešení výhodné, a pokud ano, zda je VirtualBox zvolen správně. Osobně si myslím, že pokud by byl zvolen samostatný počítač, který by neměl jinou funkci než poskytování serverových LTSP služeb, bylo by vhodné od virtualizace upustit.

Diskutabilní je i výběr architektury operačního systému v případě nevirtualizovaného řešení, tedy fyzického hardware serveru. Je otázkou, nakolik 64-bitová verze systému pomůže při provozování virtualizovaného 32-bitového serveru LTSP na 32-bitových klientech.

Další otázkou je výběr varianty systému Ubuntu. LTSP bylo implicitně nabízeno při instalaci varianty Edubuntu, od verze 8.04 je však již součástí Ubuntu. Jakákoliv varianta však LTSP umožňuje nainstalovat dodatečně. Záleží proto jen na vkusu administrátora a zde bych úpravu ze subjektivních důvodů nemohl ani doporučit, ani vyloučit. Softwarové části se budu podrobně věnovat v následující kapitole.

Dále se dostávám ke switchi, který je, bohužel, omezen přenosovou rychlostí 100 Mbit/s. Zde bych viděl úzké hrdlo celého systému, a proto bych navrhoval investovaci do gigabitového (tedy 1000 Mbit/s) switchu. Pokud však uvažuji poměr cena/výkon, asi

bychom byli nuceni, z důvodu přílišné nákladnosti¹ dnešních gigabitových switchů, s touto investicí několik měsíců a možná i let počkat.

Tencí klienti jsou zbytečně předimenzovaní. Samozřejmě je to tím, že současný stav sítě je postaven na „klasické“ bázi, tedy plnohodnotný operační systém je instalován na každém počítači, a proto musí být tento počítač výkonný. V síti s LTSP by bylo vhodné úplně odstranit pevné disky, protože zbytečně zvyšují spotřebu elektrické energie celého systému. Zároveň je to spolu s chladičem aktivní prvek, který provádí mechanický pohyb. Proto může dojít k opotřebení. Chladič bych navrhol vyměnit za větší a pasivní, abychom omezili hlučnost i spotřebu. Dle mých osobních zkušeností dokáže 12cm chladič spotřebovat při 1000 otáčkách za minutu celou 1 Wh.

Použitý procesor je dnes již zastaralý, paradoxně je však zbytečně výkonný. Navíc není příliš energeticky úsporný. Výměnou bychom opět dokázali snížit spotřebu. Dnešní tencí klienti „na míru“ často obsahují energeticky nenáročné procesory VIA Eden či modernější Intel Celeron, ty nejnovější pak Intel Atom. Spotřeba těchto procesorů je od 2 Wh a nepřesahuje 10 Wh.

Síťová karta podporuje standard TCP/IP a PXE, je však omezena ve smyslu přenosové rychlosti na 100 Mbit/s. Pokud bychom chtěli co nejvýkonnější zapojení, opět by bylo vhodné zakoupit gigabitovou síťovou kartu. Naštěstí cena těchto komponent není tak vysoká jako v případě switche. Je však zřejmé, že kombinace klientů s gigabitovými síťovými kartami propojenými přes 100 Mbitový switch nebude mít na výkon celé sítě takový vliv jako kombinace gigabitového switche (a serveru) a 100 Mbitových síťových karet tenkých klientů. Gigabitových síťových karet by bylo vhodné využít v případě přenosu velkých dat mezi klienty či streamování multimédií s vysokým datovým tokem.

Počítač je vybaven dostatečným počtem USB portů, zvukovými konektory a dokonce i optickou a disketovou mechanikou, což se může uživatelům velmi hodit.

Monitor, pokud pomineme tři staré CRT monitory, je vhodný. Spotřeba 45 Wh je však vysoká, bohužel je to jedna z nevýhod technologie LCD. Rozlišení 1280x1024 je při zvolené úhlopříčce příjemné, protože nabízí relativně velkou pracovní plochu. V tuto chvíli by bylo asi nevýhodné tyto monitory obměňovat.

¹ 16 portový 100Mbit switch lze zakoupit od 500 Kč bez DPH, 16 portový 1000Mbit switch od 4500 Kč bez DPH.

Tím jsem u konce s výčtem doporučených změn. Je však třeba zdůraznit, že tyto změny jsou pouze „kosmetického“ charakteru. LTSP by měl jít v této síti bezproblémově provozovat. Úpravy bych doporučil v případě zájmu o snížení spotřeby sítě, případně dodatečného zvýšení výkonu sítě v podobě gigabitového zapojení všech síťových komponent. Největší doporučení pro změnu lze samozřejmě očekávat u serverového hardware. Server je vhodné zakoupit samostatný.

2.3 Instalace a konfigurace serveru

Začnu konfigurací virtuálního stroje. VirtualBox je ve verzi 2.1.4_OSE. Vytvořen byl samozřejmě nový stroj. V obecné konfiguraci jsem nastavil typ systému Linux/Ubuntu. Následuje přidělení fyzických zdrojů – 2048 MB RAM a 64 MB video paměti. ACPI, IO APIC a VT-x/AMD-V je povoleno. Naopak Nested Paging a PAE/NX je zakázáno. 3D Akcelerace je zapnuta pro případ, že bychom chtěli využít 3D efekty systému.

Pro virtuální stroj jsem založil dynamicky se zvětšující 8GB disk.

Velmi důležité je nastavení síťové konfigurace. Virtuální stroj má dvě síťová rozhraní. Obě simulují model síťové karty Intel PRO/1000 MT Desktop. První rozhraní je bridgováno^M na fyzické rozhraní eth0 notebooku, tedy ethernet, pomocí kterého bude notebook propojen přes switch síťovým kabelem s jednotlivými klienty. Druhé virtuální rozhraní bude pomocí NAT^N namapováno na fyzické rozhraní wlan0, tedy bezdrátovou síťovou kartu, pomocí které bude server (notebook i virtuální stroj v něm) připojen do sítě Internet.

Při prvním spuštění bude systém nabíhat z instalačního ISO obrazu systému Ubuntu 9.10 Jaunty Jackalope, tentokrát v 32-bitové verzi, který lze zdarma stáhnout ze stránek <http://www.ubuntu.com> nebo z některého zrcadla.

Zvuk je virtualizován pomocí ovladače Pulseaudio pro fyzické zařízení Intel ICH AC97.

Při prvním spuštění by měl systém naběhnout ze zmiňovaného instalačního ISO souboru. V prvním okně lze vybrat jazyk, v našem případě jsem zvolil češtinu. Další kroky jsou intuitivní, jako uživatelské jméno jsem zvolil „ltsp“, heslo „ltsp“ a název počítače „ltsp-server“. Instalace trvá přibližně deset minut v závislosti na výkonu počítače, resp. přidělených prostředcích virtuálního stroje, z optického média může trvat až dvakrát déle.

Po instalaci je třeba vypnout virtuální stroj, odpojit instalační ISO soubor a systém nainstalovat. Od této chvíle již tento ISO obraz není potřeba.

Do systému se lze přihlásit pomocí výše zvoleného jména a hesla. V první řadě je vhodné nainstalovat všechny dostupné aktualizace systému. K tomu je samozřejmě zapotřebí připojení k Internetu.

Přestože jsou dnešní linuxové distribuce vybavené mocnými GUI nástroji, osobně preferuji pro určité postupy použití terminálu. V základu systému je nainstalován GNOME Terminál. Lze ho spustit z menu *Aplikace/Příslušenství/Terminál*.

Vraťme se ale k aktualizacím. Nabídka k aktualizaci systému by měla uživatele upozornit hned po přihlášení v samostatném okně. Toto okno lze samozřejmě kdykoliv vyvolat, nicméně v terminálu celý aktualizací proces provedu pomocí dvou příkazů, při kterých je třeba zadat heslo uživatele `lts`, tedy opět „`lts`“.

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Příkaz 1: Aktualizace systému

Pro příjemnější práci s virtualizovaným systémem je vhodné nainstalovat tzv. VirtualBox additions. V okně, ve kterém běží obrazovka virtualizovaného stroje, je třeba klepnout na *Zařízení/Instalovat přídatky pro hosta*. Ve virtualizovaném systému se automaticky připojí virtuální CD médium obsahující instalační soubory s těmito přídatky. Nainstalovat je je pak velmi snadné. Po spuštění následujícího příkazu je třeba restartovat celý systém.

```
sudo /media/cdrom/VBoxLinuxAdditions.run
sudo reboot
```

Příkaz 2: Instalace přídatků pro hosta

Pomocí příkazu `ifconfig` lze dále zjistit, že virtuální rozhraní jsou pojmenována `eth0` korespondující s fyzickým `eth0` a `eth1`, které je spojeno s fyzickým `wlan0`.

Virtuální rozhraní `eth0` bude třeba nastavit na statickou IP adresu. To lze udělat buď za pomoci grafického nástroje `NetworkManager`, jehož ikona je umístěna na horním panelu vedle hodin, nebo zapsáním následujícího kódu do souboru `/etc/network/interfaces`.

```
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.0.1
    netmask 255.255.255.0
    network 192.168.0.0
    broadcast 192.168.0.255
    gateway 192.168.0.1
```

Kód 1: Nastavení pevné IP adresy

Nyní už konečně uvádím samotnou instalaci systému LTSP. Naštěstí je to otázka několika mála minut, díky hotovému balíčku `ltsp-server-standalone` v repositáři. Zároveň je třeba nainstalovat SSH server, opět to lze díky předkompilovanému balíčku `openssh-server`.

```
sudo apt-get install ltsp-server-standalone openssh-server
```

Příkaz 3: Instalace LTSP a SSH serveru

Správce balíků APT si sám zkontroluje závislosti a navrhne je doinstalovat. Celkově je pak třeba stáhnout 1170 kB archivů. Po rozbalení těchto archivů pak na disku ubude místo pouze 4346 kB.

2.4 Konfigurace distribuovaného systému

2.4.1 Chroot

Software je nainstalovaný, síťové prostředí také. Nyní následuje vytvoření LTSP chroot^o prostředí, které bude společné pro všechny LTSP klienty. K tomu slouží nástroj `ltsp-build-client`, který lze volat s dodatečnými parametry. Tyto parametry přepisují nastavení v konfiguračním souboru `/etc/ltsp/ltsp-build-client.conf`. V tomto případě však můžeme použít implicitní nastavení. Za zmínku ale stojí jeden parametr `--arch`, ve kterém lze specifikovat architekturu klientského počítače. Tento parametr je dokonce nutné uvést v případě, že serverový hardware má jinou architekturu než hardware tenkého klienta.

```
sudo ltsp-build-client
```

Příkaz 4: Vytvoření chroot prostředí

Po spuštění příkazu se začne vytvářet prostředí a stahují se balíčky (například X server atp.) potřebné k běhu tenkého klienta. Všechno ostatní (například GNOME a aplikační software) poběží ze serveru. Vytváření trvá několik minut a je závislé na výkonu serveru a rychlosti připojení k Internetu (pokud není vybrán lokální mirror).

Vrátím se ještě k nastavování IP adresy a vůbec celého DHCP serveru (viz kód 1). V případě, že už je vytvořené chroot prostředí a následně je měněno adresování, je třeba vždy spustit následující příkaz, aby server zaznamenal změnu:

```
sudo ltsp-update-sshkeys
```

Příkaz 5: Oznámení změny v adresování

2.4.2 Uživatelské profily

Před vytvářením samostatných uživatelských účtů je dobré zodpovědně navrhnout, jaká oprávnění tito uživatelé budou mít. Pro účely této práce bude stačit jedna skupina „student“, do které budu všechny nové uživatelské účty přiřazovat. Oprávnění pak budu nastavovat pouze této skupině, nikoliv jednotlivým studentům zvlášť. Zároveň je vhodné ještě před založením účtů vytvořit mnou zvaný *univerzální uživatelský profil*, který bude příslušet nově vytvořeným uživatelům.

Uživatelský profil je zapisován do souborů v domovském adresáři uživatele (například `/home/michal` v GNU/Linuxových a Unixových operačních systémech). Tento domovský adresář obsahuje nejen dokumenty, obrázky, multimédia atp. příslušného uživatele, je zde ale i mnoho konfiguračních souborů, které přísluší pouze danému uživateli. Nejlépe to lze ukázat na příkladu – pokud si ve webovém prohlížeči uživatel uloží nějakou internetovou stránku do oblíbených nebo si uloží heslo do klíčenky v prohlížeči, je to ihned zaznamenáno do příslušného souboru. V případě prohlížeče Firefox je to v domovském adresáři podadresář `.mozilla/firefox`. Stejně tak má svůj podadresář kancelářský balík OpenOffice.org, komunikační program Pidgin, e-mailový klient Evolution, ale i celé GNOME (`.gconf`). Pod uživatelským profilem tedy není myšlen obecný profil ze souboru `passwd`, kdy je specifikována cesta k domovskému adresáři, shell atp.

Univerzální uživatelský profil pak bude v tomto případě takový uživatelský adresář, který bude vytvořen s přednastavenými hodnotami v určitých konfiguračních podadresářích. Například bude-li třeba nastavit domovskou stránku v prohlížeči všem novým uživatelům, lze tak učinit v tomto univerzálním profilu.

Cest k tomuto cíli existuje ale několik. Je možné pomocí skriptu procházet postupně jednotlivé domovské adresáře (resp. podadresáře) a zapisovat do příslušných konfiguračních souborů samostatné hodnoty. Jednodušším řešením je použití nástroje *Sabayon*. Dokumentaci k tomuto software lze získat ze zdroje [4].

Bohužel Sabayon v repositáři Ubuntu Jaunty Jackalope 9.04 není příliš funkční, naštěstí byl vytvořen vývojáři Sabayonu osobní^P repositář, pomocí kterého lze získat novější balíček^Q. Tento repositář je třeba zapsat do konfiguračního souboru instalačního správce APT, potom je možné balíček nainstalovat pomocí následujícího složeného příkazu:

```
sudo echo "deb http://ppa.launchpad.net/sbalneav/ppa/ubuntu
jaunty main" |sudo tee -a /etc/apt/sources.list; sudo apt-
key adv --recv-keys --keyserver keyserver.ubuntu.com
0xf5751395807f3b866e777f2f3375ae0bdada3cf5; sudo apt-get
update; sudo apt-get install sabayon
```

Příkaz 6: Instalace balíku sabayon

Sabayon je program s GUI, takže je velmi jednoduché ho používat. Lze jej spustit z menu *Systém/Správa/Editor profilů uživatele*. Protože tento software zasahuje do profilů ostatních uživatelů, je nutné mu při spuštění zadat heslo privilegovaného uživatele (nejspíše *lts*). V tomto případě je heslo „*lts*“. Zde je možné vytvořit několik univerzálních profilů, já jsem vytvořil pouze jeden - „*student*“. Tento profil později přiřazuji jednotlivým uživatelům. Stisknutím tlačítka *Upravit* tento profil zobrazí samostatné sezení (*session*), které lze snadno modifikovat.

V tomto případě jsem změnil pouze pozadí a téma vzhledu. Bylo by samozřejmě vhodné tento profil přizpůsobit více a účelněji.

Poté jsem přidal uživatele. V terminálu k tomu slouží příkaz *useradd* resp. *adduser*, v GNOME lze nové uživatele přidat v grafickém nástroji, který je možné spustit z menu *Systém/Správa/Uživatelé a skupiny*. Vytvořený uživatel „*student1*“ má heslo „*student1*“.

Za pozornost stojí položka Profil při vytváření pomocí grafického nástroje. Tento profil (ponechávám Desktop User) je profil oprávnění, nikoliv domovský profil.

Tohoto studenta jsem zároveň přidal do nové skupiny „student“, abych měl případně v budoucnu snadnější práci s administrací oprávnění.

Teprve nyní lze studentovi přiřadit univerzální uživatelský profil student, který byl v Sabayonu vytvořen.

2.4.3 Dodatečné služby

Je vhodné uživatelům poskytnout co největší pohodlí při práci. Toho lze docílit přidáním dodatečných služeb, na které jsou zvyklí firemní uživatelé i studenti ze školních sítí.

První velmi potřebnou službou je sdílený adresář, který je přístupný všem uživatelům v síti. Vzhledem k tomu, že tuto síť vlastně tvoří jeden operační systém, je řešení velmi jednoduché. Stačí kdekoliv v systému vytvořit adresář, přidat ho do skupiny (například „student“) a nastavit dostatečná oprávnění pro čtení a spouštění, případně i zápis. V systému Ubuntu je dokonce v domovském adresáři každého uživatele složka Veřejné, která ostatním uživatelům nabízí právo čtení a spouštění.

Pokud by byla tato síť rozšířena o další počítače se samostatnými operačními systémy, bylo by vhodné nainstalovat některý software určený pro sdílení adresářů v síti. Nejpoužívanějším je rozhodně svobodná implementace protokolu CIFS a SMB, Samba. Stejně tak je ale možné použít i jiné protokoly, například SFTP (resp. SSHFS) či NFS. Instalace tohoto software není složitá, ale v této práci ji nebudu rozebírat.

Druhou službou, kterou uživatelé zajisté ocení, je mail. V Linuxu existuje velmi mnoho poštovních serverů – například Postfix, Exim, Qmail či Sendmail. Bohužel je instalace mailového serveru natolik obtížná, že rozsah této práce nestačí k vysvětlení ani základní problematiky. Navíc stojí za zvážení, zda je vhodné poštovní server instalovat na server s tolika uživatelskými účty (resp. s takovým vytížením). Dnes není problém zakoupit samostatný serverový hardware, který by mailový server obsluhoval.

Třetí, a v poslední době velmi rozšířenou službou, je výměna rychlých zpráv na principu chatu. Existuje mnoho protokolů, které jsou vhodné pro spolupráci. Jedním z nejpoužívanějších je například IRC, který funguje na bázi konferenčních místností. Dalším je na-

příklad protokol XMPP, známý spíše jako Jabber. Oba protokoly fungují decentralizovaně, tozn. že uživatel má účet na jednom serveru, aby ale mohl komunikovat s uživatelem z druhého serveru, není nutné se na tomto druhém serveru znovu registrovat. XMPP se dnes těší velké oblibě, například proto, že ho společnost Google využila ve svém produktu Google Talk, a jeho budoucímu masivnímu rozšíření nahrává i jeho další připravovaná služba Google Wave. XMPP server lze na Linuxovém systému provozovat opět relativně snadno, dobré zkušenosti mám například se softwarem eJabberd, který se nachází ve stejnojmenném balíku v repositáři Ubuntu.

Další službou je určitě sdílená tiskárna a skener. To rozhodně není problém. Přestože se tiskárna nechá sdílet v rámci sítě pomocí již zmiňovaného software Samba, v rámci jednoho systému je to dokonce jen otázka oprávnění. Lze tak koupit i tu nejlevnější tiskárnu a připojit ji pomocí USB či jiného konektoru k serveru¹. Se skenerem je to podobné, dokonce je možné celou akci zautomatizovat tak, že po stisknutí tlačítka na skenovacím zařízení se uloží naskenovaný dokument do určité složky. Tuto složku lze buď sdílet nebo jednoduše přiřadit oprávnění a vytvořit na ni všem uživatelům symbolický odkaz, aby k ní mohli jednoduše přistupovat.

V poslední řadě bych rád zmínil webový server. V univerzitním prostředí je často zvykem, že má každý uživatel ve vlastní domovské složce adresář, do kterého lze umístit zdrojové soubory (HTML, PHP či jiné) svých webových stránek. Přístup ke stránkám tohoto uživatele pak bude probíhat pomocí URL podobné této: <http://domena.tld/~student1/index.html>. K tomu slouží jednoduchá konfigurace webového serveru (například Apache nebo Lighttpd). Uvádím ji v druhé příloze k této práci.

Takto bych mohl pokračovat ještě několik dalších odstavců. Důležité je si uvědomit, že v repositářích Ubuntu je dnes přes 26 000 balíčků. To už je opravdu mnoho možností a záleží na každém administrátorovi, jaký software nainstaluje. Zároveň je třeba říci, že dnešní linuxový operační systém, alespoň tak, jak jej prezentuje Canonical, dokáže uspokojit většinu uživatelů. V základu nabízí snadno použitelné grafické prostředí, kancelářské balíky, prohlížeče, e-mailové klienty, grafický a multimediální software atd.

¹ V případě virtualizovaného řešení to však problém bude, protože virtuální stroj většinou nemá přístup k USB zařízením a sdílení tiskárny se tak pravděpodobně nevyhne .

2.5 Konfigurace klientů

V této fázi mohu konečně bootovat z tenkého klienta. Díky VirtualBoxu existuje možnost vyzkoušet boot i z virtuálního stroje (virtuálního klienta). Vytvořil jsem proto nový virtuální stroj, přidělil mu 256 MB RAM. Vytvářet disk samozřejmě není nutné. Důležité je nastavení sítě. Bude se opět jednat o bridge, tedy síťový most. Jiné virtuální rozhraní by nemělo být třeba. V rámci pořadí bootování je nutné vybrat položku síť a dát jí prioritu přesunutím výše v seznamu dostupných zdrojů.

V tuto chvíli je možné zapnout virtuální server a následně i virtuálního klienta. Pokud je vše v pořádku, klient by měl získat pomocí PXE IP adresu z rozsahu 192.168.0.0/24, natáhnout jádro a do několika vteřin být připraven s výzvou k přihlášení. Za povšimnutí stojí i změněné grafické rozložení správce přihlašování, které naznačuje, že se jedná o LTSP sezení.

Nyní se lze přihlásit jako „student1“ a po krátké chvíli vidět pozměněný profil – pozadí a téma správce oken. Teď už lze se systémem plnohodnotně pracovat.

V případě fyzického klienta, obdobně jako v případě virtuálního klienta, je nutné nejdříve nastavit bootování ze sítě. Naštěstí mnou testovaní klienti podporují boot ze sítě pomocí PXE, takže v BIOS stačí najít příslušnou položku, pozměnit ji, uložit a systém restartovat. Většina dnešních moderních BIOS podporuje vícenásobné bootování. Je tak vhodné nastavit, ze kterých médií a v jakém pořadí má počítač bootovat. V případě učebny Odborné střední školy podnikatelské v Kolíně jsem pořadí nastavil následujícím způsobem:

1. Network,
2. USB,
3. HDD.

V případě, že nebude server nalezen, klient neobdrží IP adresu, nebude natahovat jádro atp. a přejde k bootování z USB klíčenky, která v této síti slouží pro servisní účely. Pokud systém nenajde ani USB klíčenku, přistoupí k obvyklému zavádění systému z pevného disku, na kterém je nainstalovaný MS Windows XP.

Notebook je, stejně jako tenčí klienti v této síti, připojen ethernetovým kabelem do switchu, virtuální LTSP server běží a já postupně startuji tenké klienty. Na všech se opravdu rozsvítí správce přihlašování. Fázi instalace lze tak ukončit a přesunout se do fáze ladění systému pro jednotlivé tenké klienty i systému jako takového.

2.6 První spuštění a ladění

2.6.1 Nastavení jednotlivých klientů

Když tenký klient nabíhá, stahuje si informace o tom, jak má prostředí po startu nastavit. K tomu slouží jednoduchý konfigurační skript, který je v souboru `/var/lib/tftpbboot/ltsp/i386/lts.conf`. `lts.conf` bude vypadat prozatím následovně.

```
[default]
    X_COLOR_DEPTH=16
    LDM_LANGUAGE=cs_CZ.UTF-8
    LOCALDEV=True
    SOUND=True
    XKBLAYOUT=cs
    SCREEN_02=shell
    SCREEN_03=shell
    SCREEN_04=shell
    SCREEN_05=shell
    SCREEN_06=shell
    SCREEN_07=ldm
    LDM_DIRECTX=True

[monitordell]
    X_COLOR_DEPTH=8
    X_MODE_0=1024x768
    X_VERTREFRESH=75
```

```
[00:0f:20:fb:0d:91]
    LIKE=monitordell
[00:11:0a:3b:f0:b9]
    LIKE=monitordell
[00:0f:20:fa:b6:f5]
    LIKE=monitordell
```

Kód 2: Ukázka souboru lts.conf

Každý konfigurační soubor musí začínat sekcí `[default]`. V té je uvedeno, jak má být klient nastaven v případě, že to nebude pozměněno či rozšířeno níže. Každý klient, který se v počítačové síti nachází, tedy bude zobrazovat s barevnou hloubkou 16 bitů. Přihlašovací okno bude v češtině. Umožněn je přístup k lokálním zařízením jako jsou mechaniky, USB disky či jiné. Zvuk je povolen, rozložení klávesnice bude české. Na tzv. virtuálním screenu 2-7, do kterého se lze přepnout combo klávesou CTRL+ALT+F2 až F7, se zobrazí klasický shell, tedy výzva k přihlášení bez grafického serveru. Na sedmém screenu pak naběhne LDM, grafický správce přihlašování. Poslední volba `LDM_DIRECTX` nemá krom jména nic společného s technologií společnosti Microsoft. Její možné hodnoty jsou True nebo False.

Již na začátku této práce jsem zmínil, že LTSP využívá šifrovaného spojení, které nabízí software SSH. Toto šifrování lze však vypnout právě pomocí výše zmíněné volby, přepnutím na True. V tom případě se využije nešifrovaného spojení TCP/IP. Paranoidní správci serveru většinou nastavují na False (neuvedení této vlastnosti v konfiguračním souboru implicitně nastavuje na False také), někdy je však výhodné šifrování vypnout. Potřebuje totiž určitý výpočetní výkon nejen na serveru, ale i na klientském počítači. Pokud server není příliš výkonný, případně je nevýkonný klientský hardware, je vhodné toto šifrování vypnout nastavením vlastnosti na True.

Následuje sekce `[monitordell]`. Toto nastavení budou mít všechny počítače, ke kterým je monitor připojen. Tato sekce však deklaruje pouze vlastnosti. Jedná se vlastně pouze o virtuální *skupinu vlastností*, kterou lze později přiřazovat jednotlivým klientským počítačům. Za povšimnutí stojí snižování barevné hloubky a nastavení rozlišení 1024x768. Obnovovací frekvence monitoru je nastavena na 75 Hz.

Následující sekce, které jsou uvozeny MAC^R adresou v hranatých závorkách a obsahují vlastnosti pro konkrétní počítače. V tomto případě tyto počítače obsahují vlastnost LIKE, která nese odkaz na vytvořenou skupinu „monitordell“ (viz stejnojmenná sekce výše). Kromě MAC adresy lze sekci uvést i IP adresou, je však velmi pravděpodobné, že se adresování bude v čase dynamicky měnit. Existuje však i tzv. statická IP adresa, kterou DHCP server přidělí určené síťové kartě, jež se identifikuje MAC adresou.

Kompletní výčet vlastností a hodnot souboru lts.conf je velmi přehledně zpracován ve zdroji [3].

2.6.2 Povolení uživatele root v chroot

V Ubuntu implicitně není povolen účet uživatele root. K vykonávání jeho oprávnění slouží příkaz `sudo`. Někdy je však nutné tento účet povolit (viz níže). Aktuální postup lze zjistit ze zdroje [5], ze kterého jsem sestavil následující návod.

V prvním kroku jsem povolil účet uživatele root.

```
sudo chroot /opt/ltsp/i386 passwd -u root
```

Příkaz 7: Povolení uživatele root v chroot

V druhém kroku, který však není nutný, jsem přidělil tomuto uživateli velmi silné heslo „!sP2uu9“.

```
sudo chroot /opt/ltsp/i386 passwd
```

Příkaz 8: Nastavení hesla uživatele root v chroot

V posledním kroku je třeba provést aktualizaci obrazu klienta.

```
sudo ltsp-update-image
```

Příkaz 9: Aktualizace obrazu klienta

2.6.3 Synchronizace času pomocí protokolu NTP

Z různých důvodů je vhodné, aby byl čas v síti synchronizován. Bude se to hodit například při vypínání počítačů (viz dále). K tomuto účelu slouží software a protokol `ntp`, který jsem na server nainstaloval a zkonfiguroval dle návodu na [6].

```
sudo apt-get install ntp
```

Příkaz 10: Instalace software ntp

V dalším kroku jsem vytvořil adresář `/opt/ltsp/i386/etc/ltsp`.

```
sudo mkdir /opt/ltsp/i386/etc/ltsp
```

Příkaz 11: Aktualizace obrazu klienta

Ve třetím kroku je třeba v tomto adresáři vytvořit skript `ntpdate`.

```
sudo gedit /opt/ltsp/i386/etc/ltsp/ntpdate
```

Příkaz 12: Aktualizace obrazu klienta

Obsah, kterým jsem jej naplnil, je uveden v následujícím kódu. Tento skript napsal Pierre Barco. V případě, že je v konfiguračním souboru `lts.conf` uvedena proměnná `TIMESERVER`, ji skript použije a bude aktualizovat čas s tímto serverem. Připomínám, že skript bude spouštěn na tenkém klientovi, takže se bude synchronizovat čas tenkého klienta se serverem. Pokud `lts.conf` proměnnou neobsahuje, bude se tenký klient synchronizovat se serverem `pool.ntp.org`.

```
#!/bin/bash
# P.Barco - Carlit.net
LTSP_TIMESERVER=$(getltscfg TIMESERVER)
if [ -n "$LTSP_TIMESERVER" ]; then
    ntpdate $LTSP_TIMESERVER &
else
    ntpdate pool.ntp.org
fi
```

Kód 3: Skript ntpdate

Dalším krokem je zajištění dostatečných práv ke spuštění skriptu.

```
sudo chmod +x /opt/ltsp/i386/etc/ltsp/ntpdate
```

Příkaz 13: Nastavení oprávnění skriptu ntpdate

V posledním kroku jsem upravil konfigurační soubor `lts.conf` a pod sekci `[default]` uvedl proměnnou `TIMESERVER`, kterou bude skript `ntpdate` číst. Vlastnost `RCFILE_0X` je nová. Jako hodnota se uvádí název skriptu, který bude spuštěn po startu tenkého klienta. Číslo této vlastnosti musí být unikátní, já jej zatím označím jako `RCFILE_01`.

```
[default]
TIMESERVER=192.168.0.1
RCFILE_01=/etc/ltsp/ntpdate
```

Kód 4: Proměnná TIMESERVER v lts.conf

V posledním kroku jsem aktualizoval obraz stejně jako v příkazu 9 a restartoval všechny klienty, kteří běželi.

2.6.4 Automatické zapnutí a vypnutí klientů

Zmínil jsem, že LTSP může provozovateli výrazně ušetřit elektrickou energii. Šetření je ale nutné dosahovat i tím nejběžnějším způsobem – vypínáním počítačů pokud nejsou využívány, např. přes noc.

Naštěstí existuje mnoho návodů jak automatického vypnutí a zapnutí docílit. V principu se jedná o cronem^s spouštěné skripty, které buď systém vypínají, nebo jej naopak pomocí WOL^T probouzejí. Oba problémy vyžadují účet uživatele root, který jsem nastavili v předchozí kapitole.

Nejprve začnu vypnutím systému, které je jednodušší. Tento návod jsem vytvořil dle zdrojové stránky [7].

V prvním kroku je třeba nastavit následující proměnou, díky čemuž se nebudou spouštět služby po instalaci na serveru. Tím bych měl zamezit vypínání serverového počítače.

```
export LTSP_HANDLE_DAEMONS="false"
```

Příkaz 14: Nastavení systémové proměnné

V druhém kroku jsem nainstaloval software cron ze stejnojmenného balíku. Protože budu přihlášeným uživatelům sdělovat, že se počítač vypne, je třeba nainstalovat i balík zenity.

```
chroot /opt/ltsp/i386 apt-get install cron zenity
```

Příkaz 15: Instalace software cron

V dalším kroku budu nastavovat systémovou tabulku cron, ve které je konečně uvedeno v kolik hodin, pod jakým uživatelem a co se má spouštět.

```
sudo gedit /opt/ltsp/i386/etc/crontab
```

Příkaz 16: Editace systémové crontab

Výsledek by měl vypadat například takto:

```
30 15 * * 1-5 root /sbin/halt
```

Kód 5: Tabulka cron

Každý všední den (pondělí – pátek) bude pod uživatelem root spuštěn příkaz `/sbin/halt` přesně v 15:30. Tento příkaz vypne počítač.

Na závěr je opět třeba aktualizovat obraz klienta tak, jak jsem to již dělal v předchozí kapitole (viz příkaz 9). Naneštěstí aktualizace obrazu trvá velmi dlouho a pokud znovu měníme časování, je třeba znovu provést i aktualizaci obrazu.

Existuje však druhá metoda (opět zdroj [7]), která má zásadní výhodu, že lze různé tenké klienty vypínat v různých časech, respektive přiřadit tabulku cron pro každého jednotlivého klienta zvlášť. Tyto časy lze pak měnit na serveru, tedy bez další opakované aktualizace obrazu.

Nejdříve je třeba vytvořit skript `/opt/ltsp/i386/etc/ltsp/crontab`. Tento skript napsal opět Pierre Baco a je i s vysvětlujícími komentáři připojen v sekci Přílohy. Je nutné tomuto skriptu přidat oprávnění ke spuštění.

```
sudo chmod +x /opt/ltsp/i386/etc/ltsp/crontab
```

Příkaz 17: Nastavení oprávnění skriptu

Nyní následuje aktualizace obrazu systému jako je to uvedeno v příkaze 9.

V posledním kroku jsem pomocí textového editoru upravoval soubor `/var/lib/tftpboot/ltsp/i386/lts.conf` tak, aby obsahoval následující kód (komentáře uvozené # nejsou nutné).

```
[default]
# Start the crontab creation script
RCFILE_02 = /etc/ltsp/crontab
# Crontab lines for the thin client root crontab
# First one will halt ALL the thin clients at 15:30
# monday to friday
```

```

    CRONTAB_01 = "30 15 * * 1-5 /sbin/halt"
[192.168.0.20]
    # This one will pop up a zenity info window at 15:25
    # on the thin client 192.168.0.20 display
    # (make sure zenity is installed in the chroot image)
    CRONTAB_02 = "25 15 * * 1-5 /usr/bin/zenity --info
-text=\\"Za 5 minut vypínám PC\\""
```

Kód 6: Ukázka volání skriptu crontab v lts.conf

Na závěr je třeba restartovat všechny klienty. Tím by bylo vypínání vyřešeno.

Opačný problém, tedy probouzení klientů, je o něco složitější. K tomu slouží balík wakeonlan, který lze nainstalovat obvyklým způsobem. Je dobré si však uvědomit, že bude instalován na server, protože ten poběží nepřetržitě 24 hodin denně, a bude tak schopný počítače probouzet pomocí magických paketů. Teoreticky to však může být jakýkoliv počítač v síti, který splňuje stejné podmínky.

```
sudo apt-get install wakeonlan
```

Příkaz 18: Instalace balíku wakeonlan

Následuje konfigurace tohoto software. Konfigurační soubor se nachází v /etc/ltsp/wol. Opět je vhodné použít textový editor, například gedit.

```
sudo gedit /etc/ltsp/wol
```

Příkaz 19: Editace konfiguračního souboru software wakeonlan

Kód, který pak do tohoto souboru zapíšeme, jsem si opět vypůjčil ze zdroje [8].

```
#!/bin/bash # P.Baco - Carlit.net
while read line
do
    /usr/bin/wakeonlan $line
    sleep 2
done < /etc/ltsp/client-mac-addresses.txt
# EOF
```

Kód 7: Konfigurace balíku wakeonlan

Stejně jako v předchozích příkladech jsem i tento skript označil právy pro spuštění.

```
sudo chmod +x /etc/ltsp/wol
```

Příkaz 20: Nastavení oprávnění skriptu

Skript postupně prochází řádky textového souboru, čeká 2 vteřiny a počítače vypsané v seznamu v tomto textovém souboru probouzí.

Tento seznam lze vytvořit tak, že se spustí všichni tenci klienti, kteří se připojí do sítě. Poté je možné použít nástroje arp pro zjištění MAC adres všech připojených počítačů.

```
sudo arp -an | cut -d " " -f 4 | sudo tee /etc/ltsp/client-  
mac-addresses.txt
```

Příkaz 21: Zjištění MAC adres počítačů v síti

A stejně jako při vypínání, i zde je využit cron a například do systémové crontab lze zapsat následující kód.

```
sudo gedit /etc/crontab
```

Příkaz 22: Editace systémové crontab

```
15 7 * * 1-5 root /etc/ltsp/wol
```

Kód 8: Řádek systémové crontab k probouzení počítačů

Jordan Erickson, který návod sestavil, mi doporučil ještě provést aktualizaci obrazu klienta (viz příkaz 9). Přestože jsme se s Jordanem nemohli shodnout na tom, je-li tento krok nutný nebo ne, určitě tím nelze nic zkazit.

2.6.5 Ukončení procesů po odhlášení

Bohužel některé procesy zůstávají v paměti počítače i po odhlášení uživatele, který je používal, i když již nejsou třeba. Naštěstí existuje nástroj gnome-watchdog, který monitoruje, jestli je uživatel stále přihlášen, a pokud ne, tyto procesy ukončí. Vše je pak následně zapsáno do syslogu^U.

Nejprve je třeba nainstalovat balík gtkdialog, který gnome-watchdog pro svůj běh vyžaduje jako závislost.

```
sudo apt-get install gtkdialog
```

Příkaz 23: Instalace závislostí gnome-watchdog

Protože gnome-watchdog není v repositáři Ubuntu, nemohl jsem použít software APT jako v předchozím příkazu, ale instaloval jsem balíček pomocí programu dpkg.

```
wget -c http://logicalnetworking.net/other/gnome-  
watchdog_0.9.2_i386.deb  
sudo dpkg -i gnome-watchdog_0.9.2_i386.deb
```

Příkaz 24: Instalace gnome-watchdog

V případě, že dojde k pádu systému klienta nebo jeho odpojení se od serveru, může problém s neukončenými procesy nastat, ale gnome-watchdog neudělá nic. Jak Michael Blinn, tvůrce zdroje [9], přes IRC kanál napověděl, je třeba to ošetřit vytvořením konkrétního souboru s prázdným obsahem.

```
sudo touch /etc/check_previous_login
```

Příkaz 25: Dodatečné ošetření pro gnome-watchdog

3 Podpora výuky v terminálové učebně s LTSP

Existuje mnoho výukového software, který lze instalovat z implicitně nastavených repositářů Ubuntu, mnoho z tohoto software je již předinstalováno v Edubuntu. Jedná se o software, který je rozdělen do několika kategorií podle uživatelských skupin:

- předškolní děti (méně než 5 let),
- základní škola (5 až 12 let),
- střední škola (13 až 18 let),
- vysoká škola.

Většina z tohoto software je dle mého názoru určena především k výuce informatiky či používání počítače jako takového. Malé děti se formou hry učí psát na klávesnici všemi deseti prsty, ovládat myš při kreslení, učit se barvy atp. Starší děti využijí matematický software či si ve hře vyzkoušejí, jak fungují fyzikální veličiny. Pak je tu samozřejmě software pro práci s multimédií, například přípravu audia, grafiky či videa. Nejstarší studenti mohou využít programů pro práci s fraktály, programovatelné kalkulačky a řešitele složitých rovnic či nástroje pro práci s geometrickými objekty.

V této části bych se však rád věnoval především podpoře výuky v terminálové učebně. Touto podporou je myšlen software určený především pro učitele či skupiny studentů.

Díky takovému software je pak do vyučovacích hodin snadno zanesena úplně nová metodika, nový přístup učitele k žákům, ale i žáků k učiteli či ke spolužákům. V následujícím textu bych se rád věnoval dvěma konkrétním programům – iTalc a Sugar. V obou případech se jedná o open source software a naštěstí na obou projektech pracuje sdílná komunita, která mi v případě, že jsem si nevěděl rady, ochotně poradila.

3.1 iTalc

iTalc je software, který si klade za cíl umožnit učitelům snadno řídit výuku v počítačové učebně. Podporuje dohled nad obrazovkami studentů a projekci vybrané obrazovky na monitory zbylých studentů. Umožňuje zasahovat do obrazovky vybraného studenta pomocí klávesnice a myši připojené u vzdáleného počítače, zasílání zpráv, zamknutí obrazovky atd. Jedná se o multiplatformní program, který může být provozován se stejnou funkcionalitou i na MS Windows. Hlavním vývojářem je Tobias Doerffel. Bohužel poslední commit do SVN projektu je 7 měsíců starý, na druhou stranu se program zdá být plně funkční.

Ve zdroji [10] jsou uvedeny dva postupy, jak iTalc nainstalovat. První a jednodušší metoda, kterou jsem si vybral já (viz následující příkaz), instaluje software na server. Druhá metoda je složitější a instaluje část software i na tenké klienty (do chroot). Nevýhodou této druhé metody je zvýšená spotřeba fyzické paměti RAM na tenkém klientovi, výhodou však je, že lze software použít ještě před tím, než se uživatel (student) přihlásí.

```
sudo aptitude install libitalc italc-client italc-master
```

Příkaz 26: Instalace iTalc na server

Pomocí tohoto příkazu se tedy nainstaluje iTalc na server. Všechny uživatele přihlášené na klienty je pak třeba odhlásit a znovu přihlásit. Software lze následně spustit z hlavního panelu *Aplikace/Systémové nástroje/iTalc master interface*. Program je z větší části počeštěn, některé důležité řetězce bohužel zůstaly nepřeloženy. Proto může program dělat problém neanglicky mluvícímu učitelovi a případně i žákům.

iTalc nabízí velmi snadné ovládání, takže není třeba uvažovat vysoké náklady na školení učitelů. V podstatě lze pracovat pomocí dvou lišt, jedné vertikální po levé straně a jedné horizontální nahoře. Ve vertikální liště lze najít kromě přivítání, snímkače obrazovek a nastavení především tzv. *Správce třídy*, který automaticky detekuje studentské počítače. Ty potom zobrazuje na pracovní ploše v okně programu. Lze však vytvořit i vlastní skupinu (třídu) a do ní přiřazovat jen určité počítače, které je možné vyhledat i ručně. Každý detekovaný počítač ve Správci třídy je identifikován buď uživatelským jménem studenta nebo IP adresou a číslem za dvojtečkou ve tvaru například

192.168.0.1:10020. IP adresa patří serverovému počítači, číslo za dvojtečkou je vždy uvozeno číslem 10, za nímž následuje poslední bajt IP adresy tenkého klienta (zapsaný v desítkové soustavě jako tříciferné číslo). V uvedeném příkladu je tedy IP adresa serveru 192.168.0.1 a IP adresa tenkého klienta 192.168.0.20.

Na pracovní ploše se zobrazují obrazovky studentů (implicitně 1 FPS^V), po prokliku (nebo zvolením příslušného tlačítka v horizontální liště) lze studentovu obrazovku ovládat a radit mu tak postup v případě, že si neví rady. Také lze vybraným studentům spustit opět pomocí tlačítka v horizontální liště tzv. demo, kdy jeden počítač slouží jako předloha, která se v živém módu přenáší na obrazovky ostatních studentů. Demo lze studentům zobrazit buď v okně, nebo přes celou obrazovku. Při tom je možné zakázat studentům počítač ovládat, takže si učitel může částečně vynutit pozornost. Tu si lze však vynutit i uzamčením přístupu k počítači, takže dokud jej učitel neodemkne, uživatel na obraze vidí jen ikonu zámku a nemůže ho nijak ovládat.

Kvalita přenosu není nijak úchvatná. Zmiňovaný 1 FPS nenabízí rozhodně plynulý přenos obrazu, při nastavení většího počtu snímků za vteřinu se však zatěžuje síť. To může být důvod pro zakoupení gigabitového switchu a případně i síťových karet všech počítačů. Parametry přenosu lze modifikovat dále například pomocí nastavení barevné hloubky.

Jako výhodná se mi jeví možnost posílání zpráv vybraným studentům a zasílání příkazů (stejně jako v terminálu) na jejich počítače. Lze tak vzdáleně spustit vybraným studentům například určitý program či skript.

Studenty lze odhlašovat a přihlašovat, počítače restartovat, vypínat a případně i pomocí WOL zapínat.

Program iTalc může vnést do klasické hodiny nový přístup, může ji zefektivnit, na druhou stranu ji může při nesprávném použití učitelem naopak studentovi znepřehlednit. Student může být zmatený, co se to na jeho obrazovce děje, může mít i nepříjemný pocit, že ho učitel či ostatní studenti sledují. Rozhodně záleží na vyrovnaném přístupu a komunikaci se studenty.

3.2 Sugar

Tento software byl vyvinut speciálně pro účel podpory *spolupráce* studentů, kteří mají možnost využít v rámci projektu OLPC^W laptopu XO. Tento software je dokonce zvolen jako výchozí prostředí, ve kterém studenti pracují. Jeho výhodou je to, že je vyvíjen jako open source systém a je určen a navržen především pro děti od šesti do dvanácti let. Je tak velmi snadné ho použít.

Sugar sjednocuje všechny studenty dohromady a nabízí jim spolupráci na takzvaných aktivitách. Mezi tyto aktivity patří psaní dokumentů, kreslení, skládání hudby prohlížení internetových stránek atd. Podpůrnou službou je využití komunikačního protokolu Jabber.

Sugar je v Ubuntu možné nainstalovat pomocí balíčku v repositáři, bohužel v nejnovější verzi operačního systému (Jaunty Jackalope 9.04) však nelze provozovat kvůli nepříjemné chybě v oprávnění systému D-Bus^X. Sami vývojáři tohoto software tvrdí, že testují na verzi 8.10.

Měl jsem však možnost systém Sugar vyzkoušet. Musím uznat, že použitím dětem přívětivého uživatelského rozhraní vývojáři dokázali vytvořit originální způsob ovládání, který je nejen efektivní, ale i velmi pokrokový.

4 Otestování výkonu

K otestování prostředí jsem zvolil tu nejjednodušší metodu, která není sice příliš exaktní, nicméně relativně snadno se provádí a dává velmi slušné výsledky a lze si také snadno utvořit představu o výkonu celého systému při zatížení. Jedná se vlastně o pozorování, jak je systém jednoho klienta použitelný v případě, že je postupně zatěžován ostatními klienty.

Test sestává ze dvou kroků. V prvním kroku zapnu pouze jediného klienta, přihlásím se a měřím čas odezvy, resp. spouštění aplikací na tomto klientovi. V tomto případě jsem zvolil odezvu aplikace gnome-panel. Výchozí hodnoty jsou pak uvedeny v tabulce níže.

V druhém kroku pomocí upraveného skriptu WOL postupně probouzím dalších devět klientů. Počítače jsou probouzeny postupně s tím, že mezi každým vysláním magického paketu čeká server 15 vteřin na odeslání dalšího. Počítače by tak teoreticky měly nabíhat v relativně krátkém čase za sebou. Skript se téměř neliší od toho, který je uveden v kódu 7 na straně 36. Its.conf je upraveno tak, aby automaticky nastartovalo grafické prostředí GNOME uživatele bez nutnosti se přihlašovat, přeskakuje se tedy LDM. Ihned po automatickém přihlášení se spouští jednoduchý skript (viz příloha), který dělá následující:

1. spustí ukázkový zvuk OGG v programu Totem;
2. spustí prezentaci v celoobrazovkovém režimu s automatickým procházením snímků v programu OpenOffice.org Impress, formát je ODF;
3. spustí editor Gimp a otevře jeho interní formát XCF;
4. spustí tabulkový editor a otevře jednoduchý soubor v programu OpenOffice.org Calc, formát je ODF;
5. spustí prohlížeč dokumentů Evince a otevře náhled jednoduchého souboru PDF.

Mezi každou operací je 30 až 60 vteřin pozdržení pomocí funkce sleep. Celý skript by měl simulovat aktivní práci běžného uživatele, proto jsem nepoužil exaktnější řešení v podobě nástroje stress či jiných.

Výsledek byl poněkud překvapující. Server byl plně vytížen. VirtualBox vytěžoval 99 % procesoru fyzického hardware. Odezva práce na již nastartovaném klientovi se do určité doby zpomalovala, bohužel špičkové vytížení bylo natolik vysoké, že s klientem v tu chvíli nešlo téměř pracovat. Od určité chvíle však počítač zase začal reagovat téměř normálně a doba odezvy se tak vrátila do normálu.

Počet spuštěných klientů (označení)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Čas odezvy (vteřiny)	0	0	0	4	7	9	12	14	10	7

Tabulka 2: Měření odezvy v závislosti na počtu aktivních klientů

Je třeba si uvědomit, že počet startujících klientů je sice rostoucí (dokud nebude zapnuto 10 počítačů v síti), od určité chvíle však někteří klienti přestanou startovat samotný systém a začnou spouštět zmíněný skript s aplikacemi.

Ve chvíli, kdy startuje klient číslo 3, lze již měřit značné zpomalení, klient 1 totiž začal spouštět aplikační skript.

V okamžiku, kdy klient 7 startuje systém, již několik prvních klientů spouští skript s jednotlivými aplikacemi. V tomto okamžiku je špička, gnome-panel reaguje až za 14 vteřin. Na druhou stranu se od tohoto okamžiku začíná projevovat vlastnost LTSP – sdílené knihovny jsou již načteny v paměti a start aplikace je tak urychlen. Nabíhání například OpenOffice.org Impress trvalo na prvním počítači okolo 7 vteřin. Ve chvíli, kdy druhý a další počítač otevíral soubor ve stejném programu, se však jednalo jen o vteřin 5. Pravděpodobně proto se od tohoto okamžiku začínají snižovat časy odezvy neúměrně rychleji.

Výkonnost celého připraveného systému pravděpodobně nebude odpovídat reálnému vytížení učebny a bylo by vhodné buď rozšířit serverový hardware, nebo vyměnit či úplně odstranit virtualizační software. Po několika rozhovorech s uživateli a vývojáři VirtualBoxu na IRC kanálu jsem totiž zjistil, že výkon síťového bridge v implementaci VirtualBoxu je v několika posledních verzích velmi nízký.

Zhodnocení a závěr

V práci se podařilo postupně naplnit všechny stanovené cíle. V úvodní části byla nastíněna problematika tenkých klientů a distribuce operačního systému. Zmíněn byl i historický vývoj a účel vzniku systému LTSP, který je založen na open source řešení v podobě aplikací GNU a jádra Linux. Objasněny byly výhody, nevýhody a důvody pro nasazení, které vidím především ve snižování nákladů na obnovu hardware a softwarových licencí, dále nákladů na implementaci, konfiguraci a údržbu a v neposlední řadě hraje důležitou roli i snižování spotřeby elektrické energie.

V praktické části bylo předvedeno, že díky virtualizaci je možné systém snadno vyzkoušet na jakémkoliv výkonnějším počítači. V reálné počítačové učebně pak bylo otestováno, zda je jeden počítač schopný obsloužit několik vytížených klientů. Bohužel se však ukázalo, že virtualizované řešení v podobě VirtualBoxu v tomto případě z hlediska podaného výkonu neobstálo.

Ve třetí části jsem se zabýval software pro podporu výuky. Pro GNU/Linux systémy dnes existuje mnoho aplikací, kterých lze využít nejen při výuce či spolupráci. Na příkladech software iTalc a Sugar jsem ukázal, že má v tomto směru open source software co nabídnout. A to i přesto, že je někdy instalace složitá a mnohdy je jen velmi obtížné najít a opravit případnou chybu způsobenou rychlým vývojem.

Celou práci lze využít při budování podobných školních či firemních sítí, protože věřím, že konsolidace mých poznámek získaných aktivní spoluprací s uživateli a vývojáři open source software, je svým způsobem jedinečná a velmi komplexní.

Přínos této práce je především v sestavení ucelených postupů, dále odhalení určitých nedostatků v dokumentaci i v samotném software, které se mi podařilo spolu s několika ochotnými lidmi vyřešit či opravit.

Přílohy

4.1 Příloha 1 – Obraz VirtualBox

4.2 Příloha 2 – Apache mod_userdir

```
<IfModule mod_userdir.c>
    UserDir public_html
</IfModule>
<Directory /home/*/public_html>
    AllowOverride All
</Directory>
```

Kód 9: Ukázka jednoduché konfigurace pro webový server Apache/mod_userdir

4.3 Příloha 3 – Skript crontab pro vypínání systému

```
# P.Baco - Carlit.net # Crontab LTSP script
# This script, when started from lts.conf
# "RCFILE_XX = /etc/ltsp/crontab" will add up to 10 tasks to
# the thin client's root crontab.
# Tasks are defined as regular crontab lines in
# lts.conf variables
# "CRONTAB_01" to "CRONTAB_10"
# ex:
# CRONTAB_01 = "30 20 * * 1-5 /sbin/halt"
# will halt the thin client at 20:30 monday to friday
# Note: Requires crontab to be installed in the
# chrooted image
TMPFILE=/tmp/crontab.tmp

rm -f $TMPFILE
for i in 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10
do
    JOB=$(getltscfg CRONTAB_$(i))
```

```

if [ -n "$JOB" ]; then
    echo "$JOB" >> $TMPFILE
fi
done
if [ -f $TMPFILE ]; then
    crontab $TMPFILE
fi
rm $TMPFILE

```

Kód 10: Upravený skript P. Baco (správa samostatných crontab proměnných lts.conf)

4.4 Příloha 4 – Testovací skript

```

#!/bin/bash
sleep 35
totem /usr/share/example-
content/Ubuntu_Free_Culture_Showcase/Invocation.ogg &
sleep 45
openoffice.org -norestore -show /usr/share/example-
content/Presenting_Ubuntu.odp &
sleep 50
gimp /usr/share/example-
content/GIMP_Ubuntu_splash_screen.xcf &
sleep 60
openoffice.org -norestore -o /usr/share/example-
content/Payment_schedule.ods &
sleep 45
evince /usr/share/example-
content/Ubuntu_adoption_case_studies/Oakland_University.pdf

```

Kód 11: Testovací skript

Seznam obrázků, tabulek, příkazů a kódů

Tabulka 1: Srovnání verzí 4 a 5 LTSP.....	10
Obrázek 1: Schéma běžné síťové topologie při použití LTSP.....	12
Příkaz 1: Aktualizace systému.....	23
Příkaz 2: Instalace přídatků pro hosta.....	23
Kód 1: Nastavení pevné IP adresy.....	24
Příkaz 3: Instalace LTSP a SSH serveru.....	24
Příkaz 4: Vytvoření chroot prostředí.....	25
Příkaz 5: Oznámení změny v adresování.....	25
Příkaz 6: Instalace balíku sabayon.....	26
Kód 2: Ukázka souboru lts.conf.....	31
Příkaz 7: Povolení uživatele root v chroot.....	32
Příkaz 8: Nastavení hesla uživatele root v chroot.....	32
Příkaz 9: Aktualizace obrazu klienta.....	32
Příkaz 10: Instalace software ntp.....	32
Příkaz 11: Aktualizace obrazu klienta.....	33
Příkaz 12: Aktualizace obrazu klienta.....	33
Kód 3: Skript ntpdate.....	33
Příkaz 13: Nastavení oprávnění skriptu ntpdate.....	33
Kód 4: Proměnná TIMESERVER v lts.conf.....	34
Příkaz 14: Nastavení systémové proměnné.....	34
Příkaz 15: Instalace software cron.....	34
Příkaz 16: Editace systémové crontab.....	35
Kód 5: Tabulka cron.....	35
Příkaz 17: Nastavení oprávnění skriptu.....	35

Kód 6: Ukázka volání skriptu crontab v Its.conf.....	36
Příkaz 18: Instalace balíku wakeonlan.....	36
Příkaz 19: Editace konfiguračního souboru software wakeonlan.....	36
Kód 7: Konfigurace balíku wakeonlan.....	36
Příkaz 20: Nastavení oprávnění skriptu.....	37
Příkaz 21: Zjištění MAC adres počítačů v síti.....	37
Příkaz 22: Editace systémové crontab.....	37
Kód 8: Řádek systémové crontab k probouzení počítačů.....	37
Příkaz 23: Instalace závislostí gnome-watchdog.....	38
Příkaz 24: Instalace gnome-watchdog.....	38
Příkaz 25: Dodatečné ošetření pro gnome-watchdog.....	38
Příkaz 26: Instalace iTalc na server.....	40
Tabulka 2: Měření odezvy v závislosti na počtu aktivních klientů.....	44
Kód 9: Ukázka jednoduché konfigurace pro webový server Apache/mod_userdir.....	47
Kód 10: Upravený skript P. Baco (správa samostatných crontab proměnných Its.conf).....	48
Kód 11: Testovací skript.....	48

Seznam zdrojů

1. MCQUILLAN, James. Linux diskless workstations relieve headaches for hospital supplier [online]. c2004 [cit. 15.3.2009]. Dostupný z WWW:
<<http://ltsp.sourceforge.net/longstory.php>>.
2. LOCALHOST, identifikátor anonymního uživatele. Ubuntu LTSP/Tour [online]. c2008 [cit. 16.3.2009]. Dostupný z WWW:
<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/Tour>>.
3. BALNEAVES, Scott et al. Linux Terminal Server Project Administrator's Referenceor, How I Learned to Quit Worrying and Live Without a Hard Drive [online]. c2008 [cit. 16.3.2008]. Dostupný z WWW:
<<http://www.ltsp.org/~sbalneav/LTSPManual.html>>.
4. TONGUET, Philippe. Sabayon - Create and apply profiles [online]. c2005 [cit. 1.6.2009]. Dostupný z WWW:
<http://www.rd.cri74.org/repository/gnome/doc_sabayon_v2_english.pdf>.
5. ERICKSON, Jordan. UbuntuLTSPUnlockChrootRootAcct [online]. c2009 [cit. 1.6.2009]. Dostupný z WWW:
<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/UnlockChrootRootAcct>>.
6. BACO, Pierre. UbuntuLTSPInstallNTPServer [online]. c2009 [cit. 28.5.2009]. Dostupný z WWW:
<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/InstallNTPServer>>.
7. ERICKSON, Jordan. UbuntuLTSPAutomatedTCShutodwn [online]. c2009 [cit. 1.6.2009]. Dostupný z WWW:
<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/AutomatedTCShutodwn>>.

8. ERICKSON, Jordan. UbuntuLTSPAutomatedTCStartup [online]. c2009 [cit. 1.6.2009].

Dostupný z WWW:

<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/AutomatedTCStartup>>.

9. BLINN, Michael. UbuntuLTSPGnomeWatchdog [online]. c2009 [cit. 13.6.2009].

Dostupný z WWW:

<<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/GnomeWatchdog>>.

10. ARENAS, Carlos. UbuntuLTSPiTalc [online]. c2009 [cit. 17.6.2009]. Dostupný z

WWW: <<https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/iTalc>>.

-
- A Edubuntu. Modifikace původního Ubuntu, která obsahuje navíc software pro podporu výuky.
 - B Alternate CD. Instalační médium nabízející instalaci v textovém rozhraní a možnost upravovat parametry a součásti instalovaného systému.
 - C XDMCP. X Display Manager Control Protocol – nejnovější implementace systému, jenž umožňuje přihlášení uživatele z lokálního počítače nebo přes síť.
 - D Repositář. Úložiště software, jenž je možné do systému doinstalovat.
 - E Tenký klient. Často označován anglicky jako thin client.
 - F RAID. Redundant array of independent disks – redundantní pole nezávislých disků.
 - G SSD. Solid state disk – disk bez pohyblivých částí.
 - H PXE. Pre-eXecution Environment - technologie pro zavádění ze sítě.
 - I Linux. Zde je myšleno jako jádro, kernel, operačního systému.
 - J GNU. Množina tzv. svobodného software, který je šířen pod různými licencemi (GPL, LGPL) a v tomto případě je myšleno jako balík software, nikoliv však jádra systému.
 - K LDM. LTSP Desktop Manager – správce přihlášení pro LTSP.
 - L X-Server. Grafický server, který zprostředkovává grafické uživatelské rozhraní, pomocí něhož uživatel komunikuje s počítačem. Zajišťuje komunikaci s grafickou kartou počítače.
 - M Bridge. Slouží k propojení síťových rozhraní na druhé (linkové) vrstvě modelu ISO/OSI .
 - N NAT. Překlad adres, kdy za jednou společnou IP adresou router spravuje podsítě čítající několik samostatných IP adres, které se navenek prezentují pod touto společnou IP adresou.
 - O Chroot. Change root - mění kořenový adresář, čímž lze zvýšit bezpečnost a oddělit tak několik systémů .
 - P PPA – Personal Package Archives - úložiště software pro jednotlivé vývojáře nebo skupiny vývojářů, které lze snadno přidat mezi implicitní repositáře Ubuntu.
 - Q Balíček - Jednotka představující archiv konkrétního software, která lze snadno nainstalovat.
 - R MAC. Fyzická a jedinečná adresa přiřazená k síťové kartě.
 - S Cron. software pro spouštění úloh systému v závislosti na čase (jednorázově nebo periodicky).
 - T WOL. Wake On Lan – probouzení systému pomocí tzv. magického balíčku. Probouzený počítač musí tuto funkci podporovat a musí být povolena v BIOS.
 - U Syslog. Název pro aplikaci i protokol, který na principu klient-server shromažďuje zprávy ostatního software, které lze využít k získání informací o chování tohoto software.
 - V FPS. Frames Per Second - Počet snímků za vteřinu.
 - W OLPC. One Laptop Per Child – Projekt s cílem umožnit každému dítěti získat jeden laptop.
 - X D-bus. Systém pro výměnu zpráv mezi aplikacemi.