



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název: Provoz Apple laborato e pro FIT VUT
Student: Bc. Michal Moravec
Vedoucí: Ing. Tomáš Kadlec
Studijní program: Informatika
Studijní obor: Po íta ové systémy a sít
Katedra: Katedra po íta ových systém
Platnost zadání: Do konce letního semestru 2016/17

Pokyny pro vypracování

Prove te analýzu stávajícího provozu Apple laborato e, zam te se zejména na problémy a ne ešené oblasti jako jsou

- * využití NFSv4,
- * dohled u ebny (serveru i klientských stanic),
- * možnosti integrace do Windows AD (Samba 4.x) a porovnání se stávajícím NFSv3 a LDAP,
- * možnosti využití u ebny i pro b h dalších OS,
- * PXE boot,
- * instalace a provoz MS Windows,
- * instalace a provoz GNU/Linux - lokáln í sí ov bootované, distribuce dle uvážení.

Na základ analýzy navrhn te implementaci možných zm n, které by mohly vést k efektivn jšímu využívání laborato e. Ov te.

Zm ny, u kterých bude ov eno, že vedou k efektivn jšímu využití laborato e, p ípravte pro produk ní nasazení.

Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

L.S.

prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Tvrdík, CSc.
d kan

V Praze dne 17. prosince 2015

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
KATEDRA POČÍTAČOVÝCH SYSTÉMŮ



Diplomová práce

Provoz Apple laboratoře pro FIT ČVUT

Bc. Michal Moravec

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Kadlec

1. května 2016

Poděkování

Chci poděkovat zaměstnancům fakultního oddělení ICT za spolupráci při realizaci projektu Apple laboratoře. Díky patří především vedoucímu oddělení Ing. Tomáši Kadlecovi, správci sítě Ing. Martinu Bílému, správci Active Directory domény Ing. Milanu Václavíkovi a Windows administrátorovi Lukáši Kudrnovi. Nemohu opomenout přínos doktorů Rudolfa Blažka Ph.D. a Tomáše Zahradnického Ph.D., kteří se zasadili o vznik Apple laboratoře. Dále děkuji pracovníkům SAGE labu doktoru Svenu Ubikovi, Ing. Jiřímu Melnikovovi, Jiřímu Kubištovi a Patriku Faistaverovi za půjčení a asistenci s nahrávacím zařízením použitým k vytvoření obrazové dokumentace.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 1. května 2016

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2016 Michal Moravec. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci

Moravec, Michal. *Provoz Apple laboratoře pro FIT ČVUT*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2016.

Abstrakt

Cílem této práce je popsat systém správy Apple laboratoře na FIT ČVUT. Zaměřuje se především na integraci s existujícími fakultními systémy a službami. Sem spadá centrální správa uživatelů a jejich dat za použití technologií LDAP, Active Directory, NFS a Samba. Rovněž je popsáno zapojení laboratoře do systému instalace učeben a s tím související nasazení operačních systému GNU/Linux a Windows. Práce se také zabývá sledováním stavu stanic v učebně dohledovém systému Nagios. Na závěr jsou diskutovány možné budoucí změny především v serverové infrastruktuře používané k administraci. Výsledkem práce je lepší využití Apple laboratoře a její efektivnější správa.

Klíčová slova Apple, laboratoř, OS X, Linux, Windows, LDAP, Active Directory, NFS, Samba, Nagios, PXE, integrace, nasazení, správa

Abstract

Aim of the thesis is to describe current state of management of the Apple laboratory located at FIT ČVUT. It focuses on its integration with existing

faculty systems and services. These include centralized user account management and data management leveraging technologies like LDAP, Active Directory, NFS and Samba. The thesis covers deployment of GNU/Linux and Windows operating systems which was enabled by integration with classroom common deployment system. It also deals with workstation monitoring by Nagios system. Final chapter is about future of Apple laboratory with emphasis on server infrastructure. Ultimate effort is to enable Apple laboratory to be used more efficiently and simplify its administration.

Keywords Apple, laboratory, OS X, Linux, Windows, LDAP, Active Directory, NFS, Samba, Nagios, PXE, integration, deployment, management

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Cíl práce	2
2 Analýza aktuálního stavu	3
2.1 Vybavení učebny	3
2.2 Funkce učebny	5
2.3 Využití učebny	5
3 Provoz Apple laboratoře	9
3.1 Struktura projektů pro administraci učebny	9
3.2 Servery pro učebny	10
3.3 Správa OS X v učebně	15
4 Integrace s fakultní infrastrukturou	21
4.1 Centrální správa uživatelů a domovské adresáře	21
4.2 Systém instalace učeben	30
4.3 Dohled učebny systémem Nagios	34
5 Budoucnost Apple laboratoře	37
5.1 Lepší automatizace instalace Linuxu a Windows	37
5.2 Budoucnost serverového Mac mini	40
5.3 Další změny	43
6 Závěr	45
Literatura	47
A Seznam použitých zkratk	51
B Uživatelská dokumentace	53
B.1 Přihlášení a práce v Apple učebně	53

B.2	Používání dataprojektoru	56
B.3	Jazyk, klávesnice a myš	56
B.4	Data uživatele	59
B.5	Poznámky k nainstalovaným aplikacím	61
B.6	Známé problémy	62
C	Obsah přiloženého CD	65

Seznam obrázků

1.1	Apple laboratoř A1142	2
2.1	OS X a Xcode v Apple laboratoři	6
3.1	Síťová infrastruktura	11
3.2	Nasazení OS X v učebně	16
4.1	Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba skriptem <code>netperf.sh</code>	26
4.2	Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba programem LanTest	27
4.3	Porovnání sekvenčního čtení a zápisu souboru pomocí NFSv3 a Samba programem LanTest	28
4.4	Start programu iPXE	31
4.5	Boot manager rEFInd v Apple laboratoři	32
4.6	Menu lpxelinux pro Apple laboratoř	33
4.7	Webové rozhraní dohledového systému Nagios	36
5.1	Automatizovaná instalace Gentoo GNU/Linux a Windows 7	38
5.2	Apple Remote Desktop aplikace pro OS X	44
6.1	Operační systémy v Apple laboratoři	46
B.1	Porty počítače Mac mini	54
B.2	Panel Character viewer pro vkládání Unicode znaků	57
B.3	Nastavení vlastní klávesové zkratky	58
B.4	Přijetí souboru službou AirDrop	60

Úvod

Diplomová práce Provoz Apple laboratoře pro FIT ČVUT navazuje na moji bakalářskou práci Případová studie Apple učebny na ČVUT FIT [1] z roku 2013. Bakalářská práce měla za úkol vyhodnotit možnosti, jak provozovat plánovanou Apple laboratoř pro vývoj mobilních aplikací. Realizace laboratoře byla tehdy ve stádiu úvah, jelikož nebyly zajištěny prostředky na její financování.

Apple laboratoř se podařilo financovat v roce 2014 z projektu Institucionálního rozvojového plánu. Učebna vybavená pětadvaceti počítači Mac mini byla umístěna do 11. patra budovy A a nese označení A1142. Původně spadala pod Katedru počítačových systémů, ale později její správu převzalo oddělení ICT.

Uvedení laboratoře do provozu si vzal na starost autor práce. Ve spolupráci s oddělením ICT, které mě zaměstnává na částečný úvazek (DPP), jsem učebnu připravil k použití pro letní semestr akademického roku 2014/2015. Po úvodním nasazení byla učebna velmi málo využívána. Předměty zaměřené na programování aplikací pro systém iOS ji počtem cvičení dostatečně nevytížily. Hrozilo, že projekt učebny nenaplní očekávání. Z toho důvodu byla rozšířena sada nainstalovaného software, což umožnilo výuku více předmětů v zimním semestru akademického roku 2015/2016. Ani tehdy nebylo využití laboratoře optimální. Začal jsem proto pracovat na několika projektech vedoucích k užší integraci s existující infrastrukturou a lepšímu využití laboratoře. Tyto projekty jsou náplní práce.



Obrázek 1.1: Apple laboratoř A1142

1.1 Cíl práce

Diplomová práce má za úkol popsat současný stav provozu Apple laboratoře. Rovněž prezentuje výsledky projektů, které jsem implementoval. Jedná se zejména o:

- využití NFSv4,
- dohled učebny (serveru i klientských stanic),
- možnosti integrace OS X s Windows Active Directory (Samba 4.x) a porovnání se stávajícím LDAP a NFSv3,
- PXE boot,
- možnosti využití učebny i pro běh dalších OS,
- instalace a provoz MS Windows,
- instalace a provoz GNU/Linux - lokálně či síťově bootované.

Práce není dokumentací učebny. Poskytuje přehled funkcí učebny, její administrace a řešených projektů. Způsob samotné dokumentace je popsán v sekci 3.1.1.

Analýza aktuálního stavu

Apple laboratoř provozuje Fakulta informačních technologií již druhým rokem. V této kapitole seznámím čtenáře s vybavením a provozem učebny.

2.1 Vybavení učebny

V rámci veřejné zakázky bylo nakoupeno následující vybavení:

- 26 počítačů Mac mini,
- 26 monitorů Dell P2314H,
- 26 Apple USB klávesnic,
- 26 USB myši.

Do laboratoře A1142 bylo umístěno 25 pracovní stanic Mac mini. Zbývající počítač se nachází v serverovně A1313 a slouží jako server pro správu učebny.

2.1.1 Specifikace počítačů

Všechny počítače v Apple laboratoři mají identickou konfiguraci. Jedná se o Mac mini model 2012. Společnost Apple jej označuje identifikátorem `Macmini6,2` a modelovým číslem `A1347` [2]. Konfigurace vypadá následovně:

- procesor Intel Core i7 3615QM 4 jádra 2.3 GHz,
- 4 GB RAM (rozšiřitelná na 16 GB),
- grafická karta Intel HD 4000,

- 120 GB SSD,
- 1 TB 5400 RPM disk.

Počítače Mac mini jsou vybaveny konektory 1x Gbit Ethernet, 1x FireWire 800, 1x HDMI, 1x Thunderbolt, 4x USB 3.0, čtečka SD karet, 3,5 mm jack audio vstup a 3,5 mm jack audio výstup.

2.1.2 Zhodnocení vybavení

Veřejná zakázka na vybavení učebny proběhla v roce 2014. Společnost Apple tehdy prodávala model počítače Mac mini z konce roku 2012. Ač jsem doufal, že bude na trh uveden nový model před tím, než proběhne veřejná zakázka, nestalo se tak. Nastala ovšem velmi paradoxní situace. Nový Mac mini, který se začal prodávat zhruba dva měsíce po našem nákupu, by pro učebnu byl méně vhodný než starší model. Model Mac mini z konce roku 2014 oproti předchůdci podražil, neexistovala varianta se čtyřjádrovým procesorem a operační paměť RAM již nebyla vyměnitelná. Pokud by fakulta kupovala novější model, buď by nebylo možné vybavit učebnu plánovaným množstvím počítačů, nebo by bylo nutné slevit z požadavků a koupit nejlevnější model počítače s 4 GB RAM a bez SSD. Pořízení staršího modelu se ve výsledku vyplatilo.

Požadavek na dvoudiskové řešení se 120 GB SSD a 1 TB klasickým diskem se ukázal jako odůvodněný. Z vlastní zkušenosti vím, že operační systém OS X stále více spoléhá na rychlé úložiště. Práce s OS X spuštěným z klasického pevného disku je velmi nepohodlná. Uživatel musí často čekat na systém zahlučený požadavky přístupu k disku. Klasický disk nebyl zprvu využíván, ale ukázal se jako klíčový pro instalaci dalších operačních systémů zlepšujících využitelnost učebny, jak je popsáno v sekci 4.2.

V roce 2016 proběhne veřejná zakázka na rozšíření operační paměti na 16 GB, což je maximální kapacita podporovaná počítači Mac mini. Navýšení operační paměti zajistí fungování budoucích verzí operačního systému a programů, jejichž nároky každoročně rostou.

Velmi problematickými se ukázaly myši. Byl zamýšlen nákup obyčejných USB myši podobných těm v ostatních učebnách. Dodané myši byly příliš lehké a neergonomické. Navíc trpěly problémem, kdy docházelo k mírnému vychýlení optického senzoru, což mělo za následek nepředvídatelné chování při použití na stolech v učebně. Nekvalitní myši budou během roku 2016 nahrazeny myšmi Logitech RX250 používanými v ostatních učebnách.

2.1.3 Softwarové licence

Necelý rok před pořízením laboratoře společnost Apple upustila od placených upgrade operačního systému OS X. K provozu učebny byla zakoupena pouze licence pro serverový modul OS X. Cena komponent Server verze 3 a verze 4 činila 20 euro pro každou z nich. Server verze 5 je dostupný jako bezplatný upgrade z verze 4. Lze předpokládat, že pro laboratoř v budoucnu nebude potřeba kupovat pravidelně licence pro software společnosti Apple.

2.2 Funkce učebny

Když byla laboratoř poprvé uvedena do provozu na začátku roku 2015, nasa- dil jsem pouze operační systém OS X a softwarové vybavení potřebné k vý- uce předmětů zaměřených na systém iOS. Způsob používání učebny odpoví- dal standardnímu modelu, kde se student nebo vyučující přihlašuje fakultním účtem s omezenými privilegii. V OS X uživatelé využívali přes síť připojenou domovskou složku pro uložení svých dat a nastavení prostředí. Tento způsob nasazení jsem představil v bakalářské práci [1] jako variantu nasazení učebny "klasická učebna s OS X".

Později v laboratoři začala probíhat výuka předmětů dříve provozovaných v ostatních PC učebnách. Mnoho předmětů totiž požaduje multiplatformní nástroje jako MATLAB, Mathematica nebo Eclipse, které jsou dostupné i pro OS X. Nebyl tedy problém provést jejich cvičení v Apple laboratoři.

Pro letní semestr 2016 jsem v učebně nasadil vedle OS X další operační systémy. Po startu počítače má uživatel na výběr mezi systémy OS X, Gen- too GNU/Linux a Windows 7. Rovněž je podporován start Linuxu přes síť. Technické detaily popisuje kapitola 4.2.

Aktuální stav učebny odpovídá variantě "klasická učebna s více operačními systémy" prezentovaný v mé bakalářské práci jako nejobtížnější řešení provozu. Integrace se systémem instalace učeben a z ní plynoucí rozšířená nabídka ope- račních systémů umožňuje v Apple laboratoři provozovat výuku libovolného předmětu požadujícího standardní učebnu.

2.3 Využití učebny

Letní semestr akademického roku 2014/2015 učebnu příliš nevytížil. Probí- hala v ní výuka předmětu Pokročilé techniky v iOS aplikacích (MI-IOŠ) a doktorandský seminář statistiky.

Na zimní semestr 2015/2016 byly do učebny naplánovány předměty Zá- klady vývoje iOS aplikací pro iPhone a iPad (BI-IOŠ), Pokročilá kryptolo-

2. ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU



Obrázek 2.1: OS X a Xcode v Apple laboratoři

gie (MI-KRY, MIE-KRY), Bezpečnost a bezpečné programování (MIE-BPR) a Distribuované systémy a výpočty (MI-DSV, MIE-DSV). Využití učebny vzrostlo na 29% (10/35 1,5 hodinových bloků za týden).

Letní semestr 2015/2016 přinesl dokonce 63% zátěž. Vedle výuky Pokročilé techniky v iOS aplikacích (MI-IOS) v učebně probíhala všechna cvičení předmětu Bezpečnost (BI-BEZ). Výuka BI-BEZ byla umožněna nasazením operačního systému Gentoo GNU/Linux díky integraci laboratoře s fakultním systémem instalace učeben.

Momentálně je možný vstup do laboratoře pouze s dozorem nebo po domluvě. Mimo samotnou výuku byla učebna zpřístupněna několika studentům, kteří chtěli experimentovat s Apple platformami. V budoucnu by laboratoř mohla být díky zprovoznění kamerového systému automaticky přístupná všem studentům, stejně jako ostatní učebny.

Provoz Apple laboratoře

Kapitola popisuje způsob správy Apple laboratoře s důrazem na provoz systému OS X. Instalace jiných operačních systémů je popsána v kapitole 4.

3.1 Struktura projektů pro administraci učebny

Při vytváření systému pro správu učebny vzniklo velké množství textových souborů s konfigurací a dokumentací. Abych udržel přehlednou strukturu všech dat, použil jsem k jejich organizaci systém správy verzí Git [3].

3.1.1 Dokumentace

Dokumentace se skládá ze dvou Git repozitářů dostupných na ICT GitLab serveru `ict.fit.cvut.cz/gitlab`. Projekt `classrooms/apple-ucebna` obsahuje uživatelskou dokumentaci. Ta je v případě provedení změn automaticky exportována na veřejný web oddělení ICT. Administrátorská dokumentace se nachází pouze v GitLab projektu `apple/admin-documentation`.

Většina textových dokumentů je zpracována ve formátu Markdown [4]. Diagramy vytvářím aplikací OmniGraffle [5], jejíž proprietární formát exportuji do vektorových PDF dokumentů. Dalším použitým nástrojem vytvářejícím diagramy je PlantUML [6].

3.1.2 Git repozitáře pro administraci

Vedle samotné dokumentace používám systém správy verzí Git k organizaci dalších souborů souvisejících se správou Apple učebny. Všechny projekty se nacházejí v GitLab skupině `apple`. Jedná se o následující repozitáře:

autopkg-recipes Soubory popisující mnou vytvořené automatizační procesy

pro nástroj AutoPkg, jehož fungování je popsáno v sekci 3.2.2.5. Patří sem automatické stažení českého jazykového modulu pro kancelářskou sadu LibreOffice, či dříve používaná modifikace prohlížeče Firefox pro lepší fungování v učebně.

autopkg-overrides Soubory upravující chování automatizačního procesu v AutoPkg. Nejčastěji nastavují umístění v adresářové struktuře Munki repozitáře.

admin-scripts Skripty používané ke správě učebny.

nagios-osx-scripts Skripty monitorující stav počítače s OS X pomocí systému Nagios. Integrace se systémem Nagios je popsána v sekci 4.3.

deploystudio-scripts Skripty používané během instalace OS X v učebně. Nástroj DeployStudio je popsán v sekci 3.2.2.3.

munki Metadata soubory systému Munki, sloužícího k instalaci software pro OS X. Systém Munki je popsán v sekci 3.2.3.

luggage Makefile soubory pro program luggage, který vytváří Apple instalační .pkg balíčky. Repozitář rovněž zahrnuje skripty, konfigurační soubory a další textové soubory obsažené v balíčcích. Program Luggage je popsán v sekci 3.2.2.6.

3.2 Servery pro učebnu

Tato sekce popisuje serverovou infrastrukturu. Nezmiňuje běžné síťové komponenty infrastruktury jako DHCP nebo DNS. Naopak se zaměřuje na služby specifické pro správu Apple laboratoře.

3.2.1 Mac mini server

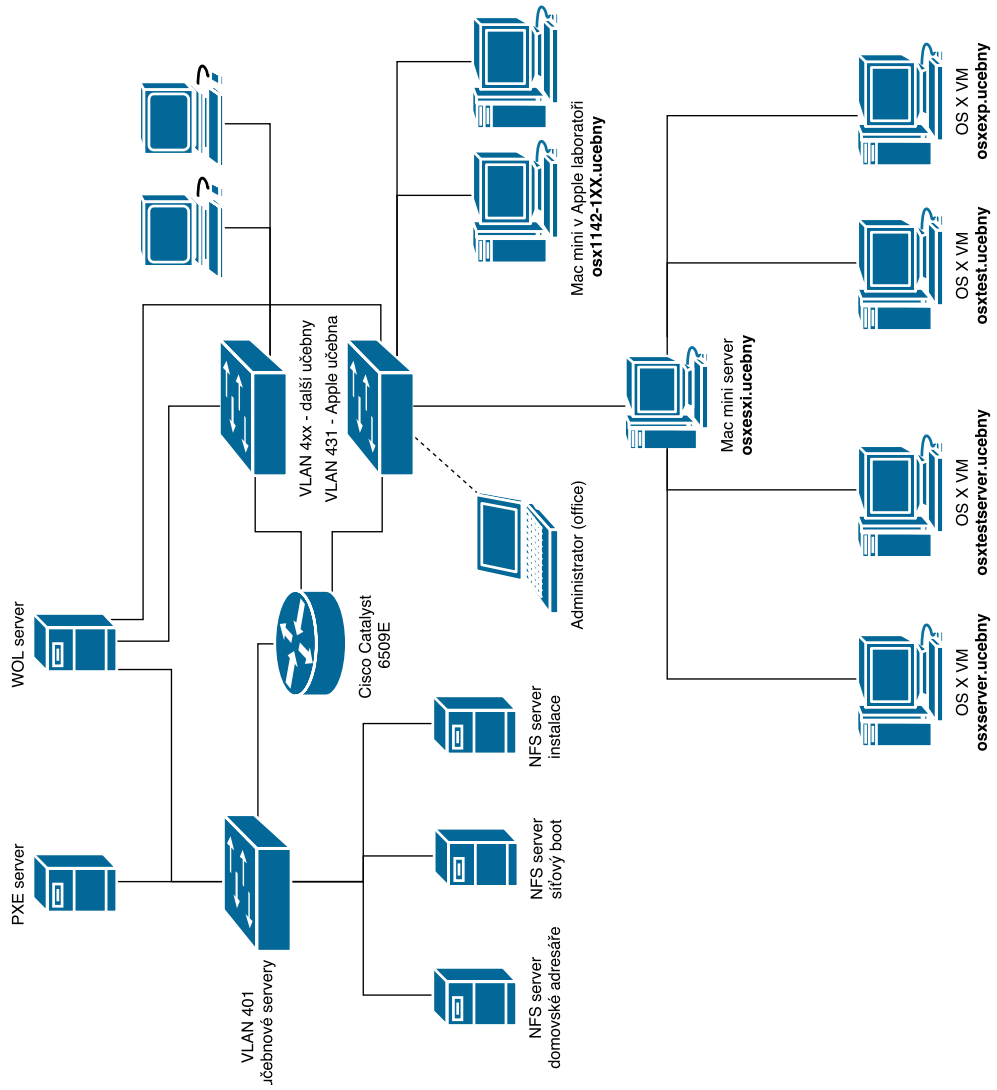
V serverovně A1313 se nachází počítač Mac mini určený ke správě učebny. Nejde však o běžnou kombinaci Mac s OS X. Na Mac mini totiž běží VMware ESXi 6.0 hypervisor [7]. Díky virtualizaci lze vedle sebe spustit několik instancí OS X. Virtualizace OS X na Apple hardware je v souladu s licencí systému. V současné době používám 4 virtuální stroje:

osxserver produkční OS X server pro učebnu,

osxtest klient pro testování menších změn v učebně,

osxtestserver server pro testování změn, které budou provedeny na **osxserver**,

osxexp klient pro testování změn plánovaných na všech počítačích v učebně.



Obrázek 3.1: Síťová infrastruktura

Virtuální stroje `osxtestserver` a `osxexp` používám například k testování upgrade OS X na novější verzi. Virtuální stroj `osxtest` odpovídá stavu nasaženého OS X v učebně a používá se k testování instalace učebny, nových verzí programů a aktualizací systému. Služby provozované na `osxserver` popisuje následující sekce.

ESXi provozuji pod bezplatnou licenci. Ke správě používám VMware vSphere klient pro Windows a SSH přístup. Fakulta sice provozuje vlastní vSphere cluster, ale z důvodu vyčerpání počtu licencí do něj nelze Mac mini začlenit.

3.2.2 Služby `osxserver`

Virtuální stroj `osxserver` poskytuje několik služeb nutných k instalaci a provozu operačního systému OS X v učebně.

3.2.2.1 NetInstall

Služba NetInstall (dříve označovaná NetBoot) je sada technologií umožňující start operačního systému Macu přes síť. Typicky jde o OS X, ale existuje ověřený postup i pro EFI aplikace. Společnost Apple svoji implementaci NetInstall serveru distribuuje v rámci serverového modulu pro OS X. Technologicky se NetInstall příliš neliší od PXE, jak popisuji v sekci 5.2.2.1. Firmware Macu podporuje pouze NetInstall nikoliv PXE.

NetInstall využívám pro start OS X se sítě v bezdiskovém režimu, kdy pomocí nástroje DeployStudio instaluji OS X na interní SSD disk počítače.

3.2.2.2 `asr multicast server`

Program `asr` (Apple Software Restore) [8] slouží k obnově obrazů disku typu Universal Disk Image Format (UDIF) [9]. Jde o proprietární formát, který běžně využívají další nástroje pro práci s obrazy disku v OS X jako například Disk Utility, DeployStudio nebo AutoDMG. Program `asr` je proprietární a spustitelný pouze na OS X.

V učebně využívám `asr` jako multicast server a klient při kopírování obrazu disku s OS X na všechny počítače. S `asr` pracuji nepřímo skrz nástroj DeployStudio.

3.2.2.3 DeployStudio

DeployStudio [10] je closed-source freeware nástroj pro OS X usnadňující hromadné nasazení Maců. Funguje na bázi klient-server. Server poskytuje instalační soubory a tzv. workflow nebo-li posloupnost akcí. Klient vykonává workflow, během kterého může obnovovat obraz disku, instalovat software nebo provádět konfiguraci.

Během nasazení učebny instalují pomocí DeployStudio základní obraz disku s OS X za použití `asr` multicast serveru. Klienti jsou dále zapojeni do služeb Profile Manager spravující konfiguraci a Munki starající se o instalaci software a aktualizací systému.

3.2.2.4 Profile Manager

Profile Manager je mobile device management (MDM) [11] server vyvíjený společností Apple jako součást serverové komponenty OS X. Podpůrnými službami Profile Manager jsou PostgreSQL, OpenDirectory a Apache. Profile Manager má za úkol spravovat větší množství Maců a iOS zařízení. Klienti si z MDM serveru stahují jim přidělené konfigurační profily. Konfigurační profil není nic jiného než XML soubor se sadou nastavení, již má klient aplikovat.

Pomocí Profile Manager nastavují na OS X klientech zejména omezení uživatele. Jedná se například o zákaz zápisu na lokální disky, automatické odhlášení nebo podoba přihlašovací obrazovky. Konfigurační profily také zajišťují vypnutí automatické kontroly aktualizací některých aplikací. Pokud bych nepoužil Profile Manager, bylo by pro dosažení stejného výsledku potřeba napsat a udržovat řadu skriptů.

3.2.2.5 AutoPkg

AutoPkg [12] je open-source automatizační prostředí připravující software pro hromadnou instalaci. AutoPkg pro učebnu zajišťuje dostupnost většiny nasazeného software v aktuální verzi, který lze okamžitě instalovat. Typicky vykonává posloupnost kroků:

1. Stáhne nejnovější verzi instalačního souboru z webu vývojáře.
2. Upraví podobu instalačního souboru, pokud původní není vhodná pro hromadnou instalaci.
3. Nahraje instalační soubor do systému pro hromadnou instalaci software.

AutoPkg funguje na principu decentralizovaného systému automatizačních postupů - tzv. receptů. Každý administrátor si může vytvořit své recepty a případně je nabídnout veřejně ostatním.

Pro automatické spouštění a hlášení stavu používám nadstavbu s grafickým uživatelským rozhraním AutoPkgr [13]. Ta spouští jednou denně program `autopkg`. Stažené instalační soubory přidává do repozitáře služby Munki. O nových verzích software informuje AutoPkgr administrátora emailem.

3.2.2.6 Luggage

Luggage [14] je nadstavba nástroje `pkgbuild` sloužícího k vytváření `.pkg` instalačních balíčků používaných v OS X. Staví na Makefile souborech za účelem vyšší přehlednosti a znovupoužitelnosti. Závislost na `pkgbuild` vyžaduje spouštění v OS X. Momentálně není možné vytvářet balíček na jiném operačním systému.

Pomocí Luggage vytvářím řadu instalačních balíčků. Jako příklady mohu uvést balíček s konfigurací licenčních serverů pro software Mathematica nebo balíček instalující konfiguraci LDAP serverů v OS X.

3.2.3 Munki a instalace software pro OS X

Munki [15] je open-source systém pro automatizovanou instalaci software v OS X. Libovolný webservice poskytuje instalační soubory a odpovídající metadata. Munki klient na stanicích v učebně stáhne z webserviceu tzv. manifest, podle kterého zjistí, jaký software si má nainstalovat. Software pak vyhledá v katalozích, což jsou agregáty metadat jednotlivých instalačních souborů. Katalogy umožňují dělit software do skupin. Typicky se používají pro rozdělení na vývoj, testování a produkci.

Munki používám pro instalaci veškerého software pro operační systém OS X. Repozitář s instalačními soubory `http://munki.ucebny` poskytuje linuxový server `u4.ucebny`. Změny neprovádím přímo na produkčním serveru, nýbrž na kopii repozitáře nacházejícího se na serveru `osxserver.ucebny`. Kopie se automaticky (nebo manuálně) synchronizuje na produkční server pomocí programu `rsync`. Tento model umožňuje instalovat software v učebně i v situaci, kdy produkční webservice není funkční. Data v takovém případě poskytuje záložní webservice `http://munki.osxserver.ucebny`.

3.2.4 Reposado a zpřístupnění OS X aktualizací

Reposado [16] je open-source alternativa ke službě Software Update Service (SUS) v serverové komponentě OS X. Obě poskytují aktualizace operačního systému OS X klientům. Podobně jako u Munki stačí libovolný webservice, ze kterého klienti stahují instalační soubory aktualizací a metadata. SUS/Reposado má pro administrátory dvě klíčové funkce. Řídí přístup klientů k aktualizacím a umožňuje replikaci všech instalačních souborů ze serverů Applu. Replika obsahu Apple SUS serverů vyžaduje v době psaní práce přes 300 GB diskového prostoru.

Vzhledem k postačující konektivitě fakultní sítě do internetu (10 Gbps) momentálně instalační soubory nereplikují. Klienti si je stahují přímo ze serverů společnosti Apple. Službou Reposado řídím přístup klientů k aktualizacím.

Reposado repozitář pro učebnu - <http://reposado.ucebny> poskytuje webserver `u4.ucebny`. Funguje zde identický model jako u Munki repozitáře. Existuje kopie repozitáře na serveru `osxserver.ucebny`. Jednou denně se spouští replikace metadat ze serverů Apple. Následně jsou změny automaticky synchronizovány na produkční webserver.

Správa Reposado repozitáře probíhá buď nástrojem `repoutil` nebo pomocí webové aplikace Margarita [17]. Margarita je momentálně dostupná pouze lokálně na serveru `osxserver.ucebny` přes vzdálenou plochu.

3.3 Správa OS X v učebně

Administrace operačního systému OS X v Apple laboratoři staví na dvou stěžejních komponentách. První z nich představuje instalace učebny, kdy na počítače nasazují novou verzi OS X. Druhou je pak průběžná údržba v podobě instalace aktualizací systému, novějších verzí programů a řešení problémů.

3.3.1 Instalace OS X v učebně

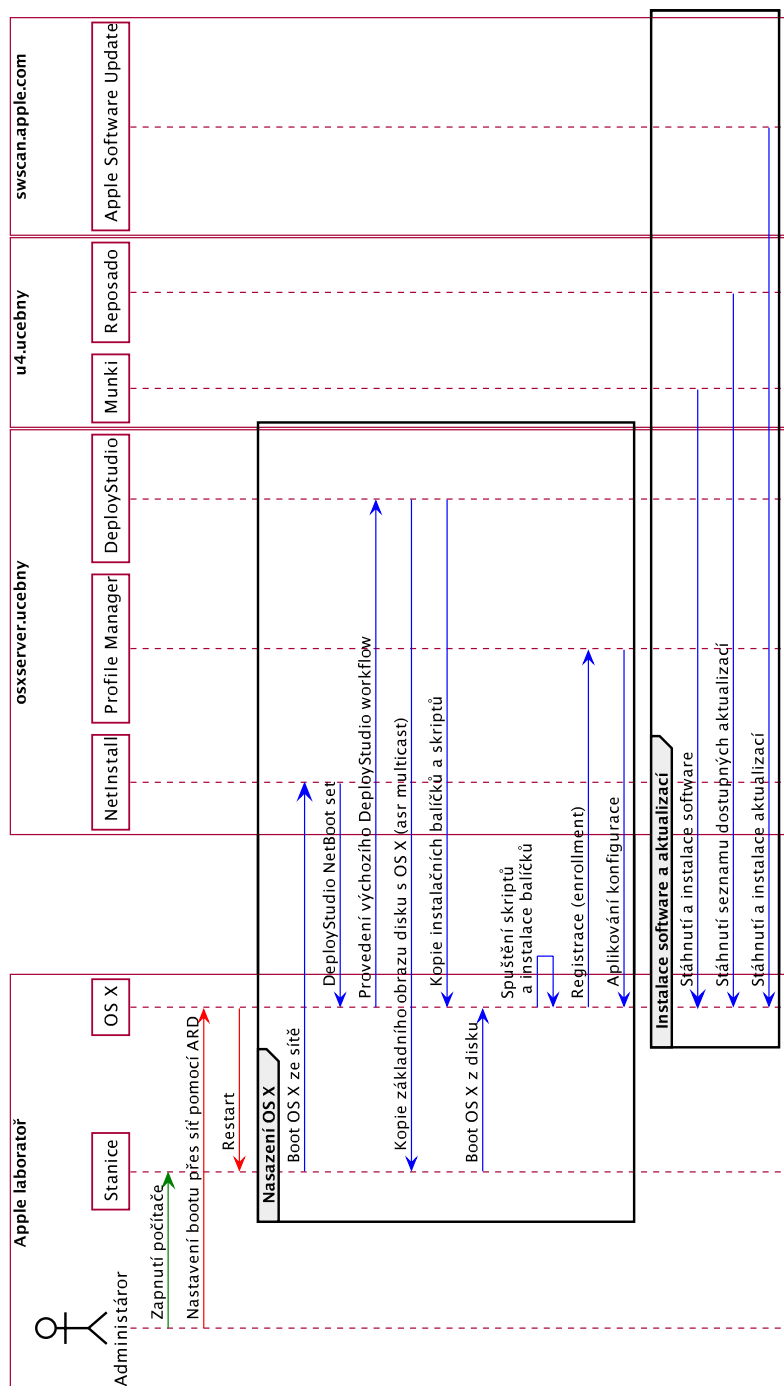
Nasazení nové verze OS X v učebně souvisí s vývojovým cyklem systému. Společnost Apple v posledních letech vydává novou verzi OS X každoročně během podzimu. Ve stejnou dobu vychází i nová verze vývojářského prostředí Xcode a systému iOS pro mobilní zařízení. Xcode zpravidla funguje na dvou posledních verzích systému OS X, ale během svého životního cyklu může být podpora omezena pouze na nejnovější verzi OS X. Předměty vyučující vývoj aplikací pro iOS vyžadují aktuální vývojové prostředí Xcode. Z tohoto důvodu v učebně provozují buď nejnovější verzi OS X nebo verzi předchozí.

Novou verzi OS X pravidelně nasazují pro letní semestr. Od jejího vydání v době nasazení uplynou dva až čtyři měsíce, což už bývá dostatečná doba k tomu, aby aktualizace opravily zásadní nedostatky. Pokud by však systém OS X obsahoval vážné problémy negativně ovlivňující jeho provoz v učebně, může být instalace o jeden semestr odložena. Poté už musí být nasazení provedeno z důvodu kompatibility Xcode zmíněné v předchozím odstavci.

Instalace OS X v učebně má několik kroků, které postupně vysvětlují v následujících podsekcích. Typický scénář vypadá takto:

1. upgrade OS X a Server komponenty na virtuálním severu,
2. vytvoření základního obrazu disku pro klienty,
3. instalace virtuálního stroje reprezentujícího stanici,
4. instalace stanic v učebně.

3. PROVOZ APPLE LABORATOŘE



Obrázek 3.2: Nasazení OS X v učebně

3.3.1.1 Upgrade OS X Server

Před instalací nové verze OS X v učebně proběhne nejprve upgrade virtuálních strojů `osxtestserver` a `osxserver`. Upgrade systému je proveden instalátorem OS X staženým z Mac App Store [18]. Zpravidla následuje stažení a upgrade serverové komponenty OS X. Před samotným upgrade systému lze vytvořit snapshot virtuálního stroje pro případ, že by se vyskytly problémy.

Aktualizaci systému většinou následuje instalace nové verze DeployStudio nástrojů. Rovněž se vytváří nový DeployStudio NetBoot set. Jedná se o obraz disku pro službu NetInstall postavený na nové verzi systému OS X, který obsahuje klient aplikaci DeployStudio Runtime.

3.3.1.2 Vytvoření základního obrazu

Na každý počítač v učebně (a testovací virtuální klienty) se nejprve nasazuje obraz disku s OS X. Ten vedle instalace OS X obsahuje objemný software jako MATLAB nebo Mathematica, jehož verze se příliš často nemění.

K vytvoření obrazu disku používám open-source program AutoDMG [19] pro OS X. Dále je potřeba instalátor OS X stažený z Mac App Store a volitelně další instalační balíčky, jež mají být součástí obrazu.

AutoDMG pracuje následovně [20]:

1. Vytvoří read/write obraz disku.
2. Do obrazu nainstaluje systém z instalačního balíčku obsaženého v OS X instalátoru.
3. Vyhledá, stáhne a nainstaluje aktualizace OS X, které byly uvedeny později než instalátor systému.
4. Nainstaluje další instalační balíčky.
5. Zkonvertuje obraz jako read-only UDZO, což je již zmíněný UDIF obraz komprimovaný knihovnou zlib [21].
6. Spustí program `asr --imagescan`, čímž obraz připraví pro mutlicast přenos [8].

Výsledkem je modulárně vytvořený obraz disku se systémem OS X, který nikdy nebyl nabootovaný.

3.3.1.3 Nasazení obrazu skrz DeployStudio

Jakmile je aktualizován server a připraven základní obraz disku pro klienty, může být provedeno nasazení. Klient nabootuje přes síť z DeployStudio Net-Boot obrazu. Následuje provedení posloupnosti akcí:

1. Proběhne kopie základního obrazu na disk klienta.
2. Připraví se skripty a instalační balíčky, které budou spuštěny/nainstalovány během prvního startu OS X.
3. Počítač je restartován.

Při prvním startu OS X DeployStudio zajišťuje:

- vytvoření lokálních uživatelských účtů,
- aplikování nastavení pro:
 - LDAP server a domovské NFS složky,
 - jméno počítače,
 - jazyk, region, klávesnice a čas.
- registrace u služby Profile Manager,
- konfigurace služby Munki,
- konfigurace Apple Software Update,
- spuštění Munki klienta, který nainstaluje programové vybavení.

3.3.1.4 Instalace software pomocí služby Munki

Naprostá většina software pro OS X je instalována pomocí služby Munki. Klient stáhne z webserveru `munki.ucebny` potřebné instalační soubory a provede instalaci. Munki klient rovněž instaluje Apple aktualizace systému. Ty vyhledává v metadata souborech stažených z webserveru `reposado.ucebny`. Samotné instalační soubory aktualizací stahuje ze serverů společnosti Apple, protože není prováděna jejich replikace na fakultní server.

3.3.2 Údržba OS X v učebně

Jakmile nasadím systém OS X a odpovídající programové vybavení, učebna přejde pro následující dva semestry do režimu údržby. Během tohoto období řeším nahlášené problémy a aktualizuji programové vybavení a systém.

3.3.2.1 Hlášení problémů

Řešení problémů v Apple laboratoři probíhá stejně jako v jiných učebnách. Uživatelé mohou napsat email na adresu helpdesk@fit.cvut.cz. Pokud problém souvisí s Apple počítači nebo operačním systémem OS X, dostane jej k řešení administrátor Apple učebny. Pro vyřizování požadavků oddělení ICT používá systém Request Tracker [22] na adrese <https://rt.fit.cvut.cz>.

3.3.2.2 Aktualizace software

Díky systémům hromadné instalace software Reposado a Munki je možné kdykoliv aktualizovat operační systém OS X a nainstalované programové vybavení. K aktualizaci dochází v následujících situacích:

- mezi letním a zimním semestrem,
- řešení funkčních či bezpečnostních problémů, jež aktualizace opravuje,
- aktualizace software na žádost vyučujícího.

Integrace s fakultní infrastrukturou

Integrace s infrastrukturou správy učeben je stěžejní kapitola práce. Apple laboratoř jsem do této infrastruktury zapojil tak, aby nabízela, co nejlepší podporu výuky různých předmětů a zároveň vysoké pohodlí uživatelům. Postupně jsou prezentovány výsledky integrace s centrální správou uživatelů, způsobu připojování domovské složky přes síť, instalaci operačních systémů a sledování stavu pracovních stanic.

4.1 Centrální správa uživatelů a domovské adresáře

Když chce uživatel použít pracovní stanici v běžné PC učebně, identifikuje se vždy svým fakultním uživatelským jménem. Přihlášení v operační systému Gentoo GNU/Linux vyžaduje heslo ČVUT. Systém vyhledá uživatele v databázi LDAP serveru `ldap.ucebny`. Domovský adresář je připojen přes síť pomocí protokolu NFS. Přihlášení v systému Windows 7 vyžaduje heslo k účtu ve fakultní Active Directory doméně. Windows vyhledá uživatele na serveru `ucebny.adfit.fit.cvut.cz`. Domovský adresář je připojen přes síť pomocí protokolu SMB. Síťové složky poskytoval v době psaní práce Samba server verze 4.2.

Systém OS X v Apple učebně momentálně využívá stejné možnosti jako Gentoo GNU/Linux. Uživatelé jsou vyhledáváni na LDAP serveru `ldap.ucebny` a domovský adresář se připojuje přes síť pomocí protokolu NFSv3. Rovněž jsem vyzkoušel integraci OS X se službou Active Directory a připojení domovského adresáře přes protokol SMB. Vyhodnocení testů je prezentováno v následujících kapitolách.

4.1.1 Integrace OS X s LDAP

Propojení systému OS X s fakultním LDAP serverem jsem úspěšně vyzkoušel již během psaní mé bakalářské práce [1]. Od té doby uplynul nějaký čas a změnila se konfigurace LDAP serveru s důrazem na vyšší zabezpečení. Díky spolupráci s oddělením ICT jsem upravil konfiguraci OS X, aby systém spolupracoval s bezpečněji nastaveným LDAP serverem.

Při konfiguraci OS X není možné beze změn na straně serveru použít standardní nástroje pro nastavení připojení k LDAP serveru. Moje řešení proto nepoužívá nástroj `dsconfigldap` použitelný ve skriptech ani OS X konfigurační profily pro hromadnou konfiguraci OS X klientů.

Postup konfigurace proběhl následovně. Na libovolném počítači v učebně byla manuálně vytvořena LDAP konfigurace pro OS X službu Open Directory pomocí nástroje Directory Utility. Následně jsem z vytvořených konfiguračních souborů odstranil nepodporované autentizační metody. Konfigurační soubory byly zahrnuty do nově vytvořeného instalačního balíčku, který byl následně nainstalován na všechny počítače v učebně. Vedle instalace předpřipravených konfiguračních souborů pro Open Directory bylo nutné skriptem upravit konfigurační soubor `/etc/openldap/ldap.conf` a přidat heslo servisního LDAP uživatele do systémové klíčenky. Podrobný postup uvádím v dokumentaci učebny.

Po aplikaci popsaného nastavení se může uživatel přihlásit školním účtem na přihlašovací obrazovce v grafickém uživatelském rozhraní. Některé aplikace jako například systémový mail klient umí využít vyhledávání v databázi LDAP serveru k automatickému doplňování psaných emailových adres.

4.1.2 Domovský adresář připojený protokolem NFSv3

Protokol NFSv3 je momentálně používán v OS X pro připojení domovského adresáře síťového uživatele. Domovský adresář v OS X připojuje služba `automount` [23] s konfigurací uloženou lokálně. Jsou použity volby `vers=3`, `async`, `intr`, `soft`, `locallocks`, `noatime` a `rw`. Z nich je zajímavý především přepínač `locallocks` specifický pro OS X [24]. Ten zajišťuje zamykání souborů lokálně ve VFS vrstvě. Ostatní přepínače jsou stejné jako v případě konfigurace Gentoo GNU/Linux.

```
>> /etc/auto_master
/home/users auto_home  -nobrowse , hidefromfinder
>> /etc/auto_home
*   -vers=3,async ,...   u-03.ucebny:/export/home/&
```

Listing 4.1: Ukázka konfigurace automount

S domovskou složkou připojenou přes protokol NFSv3 jsem zaznamenal několik problémů. V OS X 10.10 Yosemite si prohlížeč souborů Finder nezapamatoval po odhlášení stav levého sloupce oblíbených položek. Některé aplikace po odhlášení zapomněly obsah seznamu naposledy otevřených souborů. Oba problémy jsem ohlásil společnosti Apple skrz web bugreport.apple.com. V OS X 10.11 El Capitan byly obě chyby odstraněny. Ukázalo se, že souvisely s ukládáním specifických datových struktur. Jediným známým přetrvávajícím problémem zůstává nestabilní chování prohlížeče Firefox. Aplikace značně zatěžuje procesor a zamrzá. Ač byl problém replikován na mnoha verzích a nahlášen na bugzilla.mozilla.org, příčina zatím nebyla přesně identifikována. Firefox proto v Apple učebně nahradil Google Chrome.

Více jak roční používání domovských adresářů připojených přes síť ukázalo, že NFSv3 je pro laboratoř funkčním a momentálně převážně bezproblémovým řešením.

4.1.3 Domovský adresář připojený protokolem NFSv4

Po úspěšném otestování NFSv3 jsem vyzkoušel pro připojování domovský adresářů novější verzi protokolu - NFSv4. Ta by do budoucna umožnila například použití protokolu Kerberos pro autentizaci uživatelů.

Testování protokolu NFSv4 v systémech OS X 10.9 Mavericks, 10.10 Yosemite a 10.11 El Capitan nedopadlo úspěšně. Během přihlašování uživatele v grafickém rozhraní docházelo k pádu systému (kernel panic) nebo častěji k nekonečnému zamrznutí přihlašovacího procesu. Změny konfigurace připojení domovského adresáře neměly na výskyt problému vliv. Situaci jsem popsal v systému hlášení chyb společnosti Apple. Z testování vyplývá, že v současné době není možné použít protokol NFSv4 pro připojení domovského adresáře v OS X.

Oddělení ICT má v plánu migraci NFS služby poskytující domovské adresáře na nový server. Až tento přesun proběhne, bude protokol NFSv4 v kombinaci se systémem OS X otestován znovu.

4.1.4 Integrace OS X s Active Directory

Integraci Active Directory byla testována v době, kdy existovalo více problémů s domovskými adresáři připojovanými protokolem NFSv3. Použití Active Directory současně s domovskými adresáři připojovanými přes protokol SMB tyto problémy řešilo.

Společnost Apple začala používat SMB v systému OS X 10.9 Mavericks jako výchozí protokol pro síťovou komunikaci. Nahrazuje jím svůj vlastní protokol AFP. Na tomto faktu byl založen předpoklad, že by použití SMB v OS X

mohla být perspektivní volba. Implementace SMB v OS X však není převzata z projektu Samba. Jde o proprietární implementaci používanou pouze společností Apple. Implementace, neoficiálně známá jako SMBX, se poprvé objevila v systému Mac OS X 10.7 Lion a podporovala SMBv1. OS X 10.9 Mavericks přinesl SMBv2 a v OS X 10.10 Yosemite přibyla podpora SMBv3. SMBX implementace však není bezproblémová, jak za posledních několik let ukázaly četné stížnosti uživatelů.

Integrace systému OS X do Active Directory domény byla velmi snadná. K zapojení počítače bylo možné použít standardní nástroje jako aplikaci Directory Utility, nástroj pro příkazovou řádku `dsconfigad` nebo konfigurační profily pro automatizované nastavení OS X. Stačilo tedy korektně vyplnit konfigurační údaje bez nutnosti provádět jakékoliv další změny na straně klienta. Na straně serveru bylo třeba změnit konfiguraci DNS služby pro učebnu a připravit kontejner v rámci Active Directory domény. Postup nastavení uvádím v dokumentaci učebny.

4.1.5 Domovský adresář připojený protokolem SMB

Po zapojení do Active Directory domény, OS X automaticky připojil domovský adresář uživatele protokolem SMB. První věcí, které jsem si všiml, byl mnohonásobně delší čas přihlášení a znatelně pomalejší práce se soubory. Přímé srovnání s protokolem NFSv3 s důrazem na rychlost práce z pohledu uživatele prezentuji v sekci 4.1.8.

Samba obsahuje od verze 4.2 nový modul `vfs_fruit` [25] určený ke zlepšení kompatibility a rychlosti s OS X klienty. Během testování se zapnutým `vfs_fruit` byla oproti výchozí konfiguraci naměřena dvojnásobná rychlost vypisování obsahu adresáře a mazání souborů. Modul však nebyl připraven k produkčnímu nasazení. Narazil jsem na několik zásadních problémů jako nemožnost zapisovat metadata a různou interpretaci přístupových práv. Problémy byly nahlášeny vývojářům.

Problém s rychlostí by mohl řešit režim, ve kterém by se adresář připojený přes síť nestal domovskou složkou. Ta by se nacházela dočasně na lokálním disku a uživatel by nově vytvořené soubory manuálně nahrával na síťové úložiště. Nevýhodou takového řešení je ztráta snadné přenositelnosti uživatelem provedených změn v nastavení jeho prostředí.

4.1.6 Domovský adresář připojený protokolem AFP

Vedle Samby jsem ve spolupráci s oddělením ICT vyzkoušel open-source implementaci proprietárního protokolu AFP - Netatalk [26]. Protokol AFP (Apple Filing Protocol) Apple vyvíjel a používal přes 20 let. Lze tedy předpoklá-

dat, že jeho vlastní implementace bude méně problémová než stále vyvíjená implementace protokolu SMB.

Testování ukázalo, že ve srovnání rychlosti vychází kombinace AFP + Netatalk a SMBX + Samba podobně. Netatalk server jsem zprovoznil v testovacím Samba prostředí s lokálními účty. Propojení s Active Directory a nasazení do produkčního prostředí by si vyžádalo další práci ze strany oddělení ICT.

Použití protokolu AFP pro připojení domovských složek v Apple učebně nevidím jako perspektivní krok. Z pohledu Applu jde o zastaralý protokol, jenž má být nahrazen SMB. Apple laboratoři by nasazení nepřineslo žádné zásadní výhody oproti současnému stavu.

4.1.7 Porovnání Active Directory a LDAP

V předchozích sekcích jsem představil možnosti integrace operačního systému OS X s centrální správou uživatelů a domovskými složkami připojenými přes síť. Pojdme se podívat na jejich přímé srovnání.

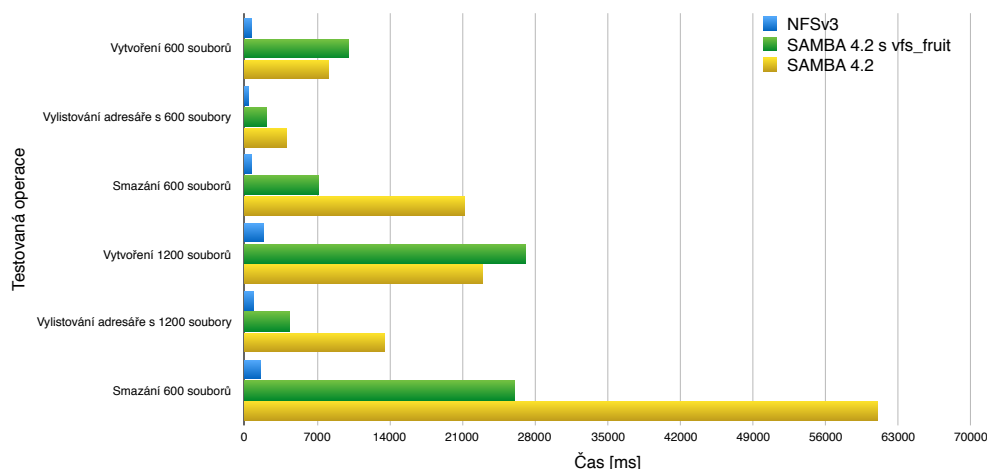
Prvotní konfigurace LDAP na OS X byla podstatně náročnější než propojení s Active Directory. S připravenou konfigurací pro obě služby jsem neznamenal žádný rozdíl ve funkčnosti. Srovnání integrace tak stojí vyloženě na použitém protokolu pro připojení domovského adresáře.

4.1.8 Porovnání NFSv3 a SMB

Testování probíhalo v produkčním prostředí přímo na počítači v Apple učebně. V době testování byla nasazena Samba ve verzi 4.2.3 a zapnut modul `vfs_fruit`. Pro některé testy jsem modul `vfs_fruit` vypnul. U takových testů explicitně uvádím stav modulu.

K testování byly použity dva nástroje. První byl mnou napsaný shell skript `netperf.sh`. Ten pomocí běžných příkazů `dd`, `touch`, `ls` a `rm` testoval rychlost práce se soubory z pohledu uživatele. Jako druhý testovací nástroj jsem použil OS X aplikaci HELIOS LanTest [27]. Testy byly prováděny třikrát a z výsledků vypočítána průměrná hodnota. Cílem testů nebylo synteticky určit přesné rychlosti, nýbrž rámcově srovnat protokoly. Porovnávám tři scénáře:

1. Domovská složka je připojena protokolem NFSv3.
2. Domovská složka je připojena protokolem SMB. Samba používá modul `vfs_fruit`.
3. Domovská složka je připojena protokolem SMB. Samba nepoužívá modul `vfs_fruit`.

Obrázek 4.1: Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba skriptem `netperf.sh`

4.1.8.1 Operace s větším množstvím souborů

Stěžejní částí testu představuje simulace rychlosti přístupu k velkému množství malých souborů. Na dnešní verzi OS X běží paralelně mnoho procesů, které využívají dočasné soubory v domovském adresáři uživatele.

Tabulka 4.1: Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba skriptem `netperf.sh`

Operace	NFSv3 [ms]	Samba [ms]	Samba ^a [ms]
Vytvoření 600 souborů	743	10032	8102
Přečtení složky s 600 soubory	344	2087	4058
Smazání 600 souborů	692	7167	21183
Vytvoření 1200 souborů	1858	27000	23000
Přečtení složky s 1200 soubory	829	4324	13494
Smazání 1200 souborů	1572	26000	61000

^a Modul `vfs_fruit` není zapnutý.

Samba se zapnutým modulem `vfs_fruit` podle očekávání prokázala rychlejší přečtení obsahu adresáře oproti výchozímu stavu. Srovnání s NFSv3 však dopadlo pro Sambu katastrofálně. NFSv3 zvládne vytvořit, zobrazit a smazat soubory podstatně rychleji.

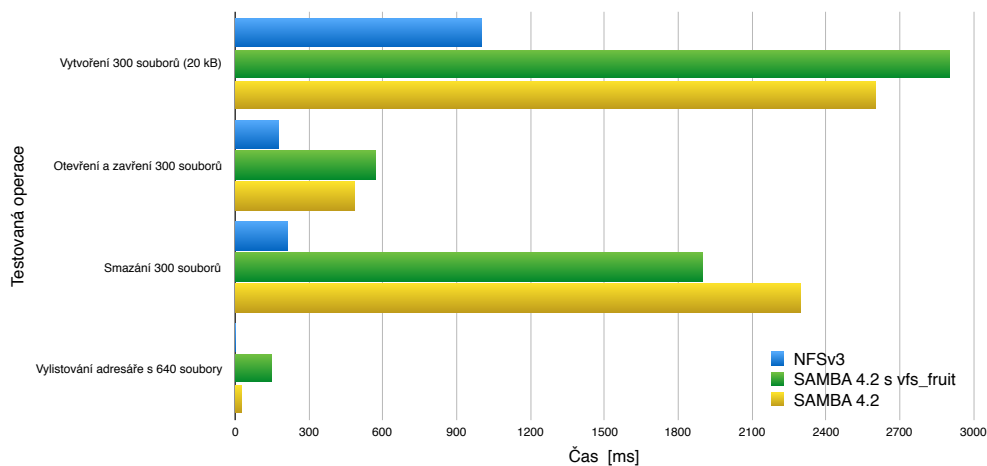
Aplikace HELIOS LanTest paradoxně naměřila lepší výsledků pro Sambu s vypnutým modulem `vfs_fruit`. Překvapil výsledek rychlosti přečtení obsahu složky. Jedním z cílů modulu je urychlit právě tuto operaci. Skriptu `netperf.sh` trvalo zobrazení obsahu adresáře příkazem `ls` kratší dobu se zapnutým modulem `vfs_fruit`, což odpovídá předpokladům. Protokol NFSv3 opět dosáhl výrazně lepších časů než SMB.

Tabulka 4.2: Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba programem LanTest

Operace	NFSv3 [ms]	Samba [ms]	Samba ^a [ms]
Vytvoření 300 20 kB souborů	1000	2900	2600
Přístup k 300 souborů	176,1	571,2	485,3
Smazání 300 souborů	212,5	1900	2300
Zamknutí 16000x	34 ^b	11700	12000
Přečtení složky s 640 soubory	5,1	147,8	29,4

^a Modul `vfs_fruit` není zapnutý.

^b Testování zamykání není relevantní pro NFSv3. Používají se totiž lokální zámky ve VFS vrstvě operačního systému [24].



Obrázek 4.2: Porovnání rychlosti NFSv3 a Samba programem LanTest

4.1.8.2 Sekvenční čtení a zápis

Test sekvenčního zápisu a čtení objemnějších souborů sice není pro uživatelskou činnost v učebně až tak důležitý jako rychlé vyřízení velkého množství souborových požadavků. Nicméně jej pro úplnost uvádím.

Tabulka 4.3: Porovnání sekvenčního čtení a zápisu souboru pomocí NFSv3 a Samba skriptem `netperf.sh`

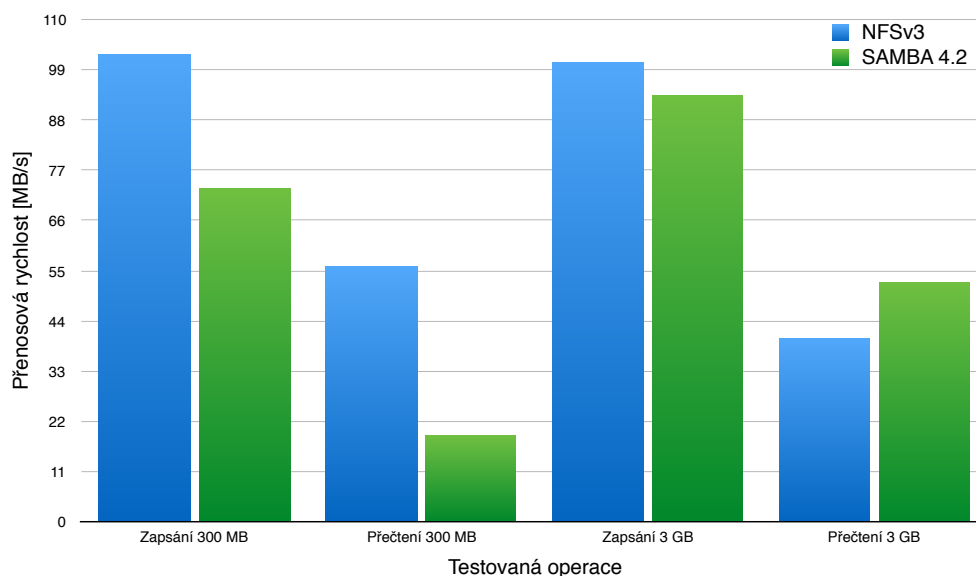
Operace	NFSv3 [MB/s]	Samba [MB/s]
Zapsání 195 MB do souboru	107	88
Načtení 195 MB ze souboru	37	43
Zapsání 390 MB do souboru	108	96
Načtení 390 MB ze souboru	37	46

Z obou testů je patrná vyšší rychlost protokolu NFSv3 při zápisu a SMB při čtení. Rozdíl ovšem není zásadní. Skvělé rychlosti zápisu plně využívající šířku

4. INTEGRACE S FAKULTNÍ INFRASTRUKTUROU

Tabulka 4.4: Porovnání sekvenčního čtení a zápisu souboru pomocí NFSv3 a Samba programem LanTest

Operace	NFSv3 [MB/s]	Samba [MB/s]
Zapsání 300 MB do souboru	102,6	72,8
Načtení 300 MB ze souboru	56	20,4
Zapsání 3 GB do souboru	100,5	93,3
Načtení 3 GB ze souboru	40,2	52,3



Obrázek 4.3: Porovnání sekvenčního čtení a zápisu souboru pomocí NFSv3 a Samba programem LanTest

pásma poskytovanou Gbit/s Ethernet linkou bylo dosaženo díky vyrovnávací paměti diskového serveru, který domovské adresáře poskytuje.

4.1.8.3 Závěr

NFSv3 dosahuje podstatně vyššího výkonu. Naměřená data odpovídala subjektivnímu uživatelskému srovnání při práci v učebně.

4.1.9 Porovnání SMB a AFP

Pro úplnost uvádím srovnání protokolu SMB a AFP provedeném v testovacím Active Directory prostředí.

Z obou testovacích nástrojů je patrné, že protokol AFP rychleji přečte obsah adresáře. AFP rovněž dosahoval vyšší rychlosti při sekvenčním čtení a

Tabulka 4.5: Porovnání rychlosti Netatalk a Samba skriptem `netperf.sh`

Operace	Netatalk [s]	Samba [s]
Vytvoření 600 souborů	36,206	30,093
Přečtení složky s 600 soubory	1,2925	4,7335
Smazání 600 souborů	29,2395	27,3845
Vytvoření 1200 souborů	74,501	88,106
Přečtení složky s 1200 soubory	3,019	9,52
Smazání 1200 souborů	61,845	96,351

Tabulka 4.6: Porovnání rychlosti Netatalk a Samba programem LanTest

Operace	Netatalk [s]	Samba [s]
Vytvoření 300 20 kB souborů	17,600	8,900
Přístup k 300 souborům	1,100	1,900
Smazání 300 souborů	15,300	8,100
Zamknutí 16000x	15,200	22,800
Přečtení složky s 640 soubory	0,226	0,513

Tabulka 4.7: Porovnání sekvenčního čtení a zápisu souboru pomocí Netatalk a Samba programem LanTest

Operace	Netatalk [MB/s]	Samba [MB/s]
Zapsání 300 MB do souboru	57,4	49,8
Načtení 300 MB do souboru	59,5	53,2

zápisu většího souboru. SMB má výhodu při vytváření a mazání souborů.

4.1.10 Závěr

Testování jasně ukázalo vyšší rychlost protokolu NFSv3 proti SMB zprostředkovaným serverem Samba. Díky OS X 10.11 El Capitan, opravujícím chyby související s domovskou složkou připojenou protokolem NFSv3, nenacházím pádné důvody, proč přejít ze stávající kombinace LDAP + NFSv3 na Active Directory + SMB. Přechod by přinesl pouze horší uživatelskou zkušenost při používání počítačů v laboratoři.

V budoucnu bych se mohl k testování vrátit. Jedním z důvodů bude vyzkoušení nových funkcí zlepšujících kompatibilitu s OS X jako například podpora indexovaného vyhledávání Spotlight, kterou přináší Samba ve verzi 4.3. Vývojáři rovněž pravidelně opravují chyby v modulu `vfs_fruit`. Za nějaký čas by rozhodně stálo za prozkoumání, zda mnou objevené problémy byly opraveny.

Pokus o využití protokolu NFSv4 pro připojení domovských adresářů nebyl

úspěšný. Operační systém OS X vykazoval během přihlášení uživatele nestabilní chování. V době psaní práce byl plánován přesun služby NFS na nový server. Až proběhne, bude třeba znovu vyzkoušet protokol NFSv4 v OS X.

4.2 Systém instalace učeben

Operační systém OS X instaluji na SSD úložiště počítačů Mac mini pomocí nástrojů popsaných v kapitole 3. Stanice dále obsahovaly zcela nevyužitý klasický disk o kapacitě 1 TB. Rozhodl jsem se vyzkoušet možnost provozu více operačních systémů. Výběr mezi OS X, Gentoo GNU/Linux a Windows 7 dá uživateli možnost volby a rozšíří schopnost učebny podporovat další výuku dosud naplánovanou do běžných PC učeben.

Cílem bylo zapojit Apple učebnu do stávajícího systému instalace učeben. Vytvářet druhý systém instalace Windows a Linuxu speciálně pro jednu učebnu by nebylo praktické. Nejprve jsem musel vyřešit několik problémů. Mac má oproti běžnému PC přece jen několik odlišností.

4.2.1 PXE

Systém instalace učeben se opírá o PXE, což je technologie umožňující spuštění operačního systému přes síť [28]. Firmware Mac mini podporu PXE neobsahuje. Firmware Macu podporuje start ze sítě pomocí služby NetInstall. Jednou z komponent NetInstall je stáhnutí zavaděče operačního systému v podobě EFI aplikace skrz protokol TFTP. Pokud by infrastruktura byla připravená podporovat EFI boot, bylo by možné případnou EFI aplikaci stáhnout přes TFTP.

Aktuální stav infrastruktury počítá s klasickým startem počítače skrz MBR boot. PC v klasických učebnách mají předkonfigurovaný start ze sítě pomocí PXE. Ze serveru se následně stáhne lpxelinux [29], který zobrazí uživateli boot menu. V něm si může vybrat, zda spustí operační systém z pevného disku nebo přes síť včetně systému pro instalaci počítače.

Aby bylo možné toto chování replikovat i na Macu, je třeba zajistit PXE funkcionalitu. Toho jsem dosáhl použitím open-source programu iPXE [30]. Program jsem zkompiloval pro MBR boot z disku a nahrál na začátek jednoho z oddílů SSD disku.

```
git clone git://git.ipxe.org/ipxe.git
cd ipxe/src
make bin/ipxe.hd
dd if=bin/ipxe.hd of=/dev/disk1s2
```

Listing 4.2: Ukázka kompilace iPXE a nahrání na oddíl disku

```

iPXE (PCI 03:00.0) starting execution...ok
iPXE initialising devices...ok

iPXE 1.0.0+ -- Open Source Network Boot Firmware -- http://ipxe.org
Features: HTTP iSCSI DNS TFTP AoE bzImage ELF MBOOT PXE PXEXT Menu

net0: 00:0c:29:89:93:81 using vmxnet3 on PCI03:00.0 (open)
  [Link:up, TX:0 TXE:0 RX:0 RXE:0]
DHCP (net0 00:0c:29:89:93:81)..... ok
net0: 10.11.42.198/255.255.255.0 gw 10.11.42.1
Next server: 10.0.1.35
Filename: /pxeboot/syslinux/lpxelinux.0
tftp://10.0.1.35//pxeboot/syslinux/lpxelinux.0... ok

PXELINUX 6.03 lwpIP 2014-10-06 Copyright (C) 1994-2014 H. Peter Anvin et al
-

```

Obrázek 4.4: Start programu iPXE

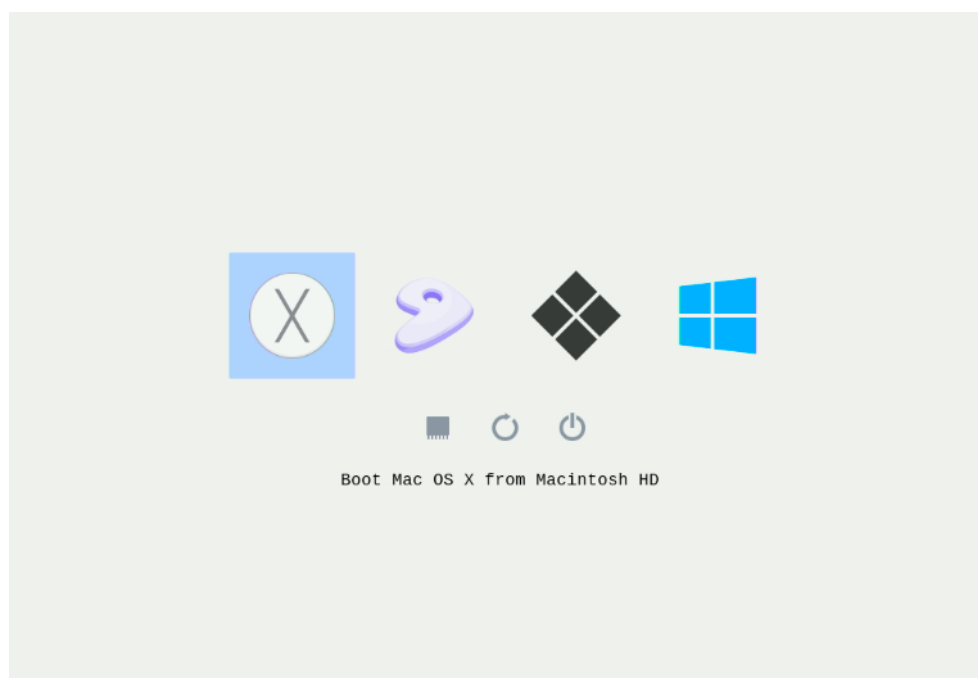
Firmware Macu by sice mohl vždy bootovat do iPXE a dosáhnout tak identického chování jako v PC učebně. Má to však jeden zcela zásadní háček. Boot menu 32bitového lpxelinuxu neumožňuje spustit 64bitové EFI aplikace včetně bootloaderu operačního systému OS X. Musel jsem přijít s mezikrokem v procesu startování počítače, kde bude možné vybrat mezi startem OS X a iPXE.

4.2.2 Boot menu rEFInd

Možnost volby startu více operačních systémů vyžadovala boot menu, které podporuje následující funkce:

- spouštění EFI aplikací včetně bootloaderu systému OS X,
- boot operačního systému skrz legacy MBR boot,
- vypnutí a restart počítače,
- znemožnění startu operačního systému z externího média,
- automatické zobrazení menu po startu počítače,
- úprava vizuální podoby.

Seznam požadavků okamžitě vyřadil ze hry boot menu obsažené ve firmwre počítačů Mac mini. To se zobrazuje pouze při podržení klávesy alt a nelze nijak konfigurovat. Uživatel by tak mohl nastartovat operační systém z externího disku a kompromitovat počítač v učebně. Přístup do firmware boot menu je proto možný pouze se znalostí firmware hesla.



Obrázek 4.5: Boot manager rEFInd v Apple laboratoři

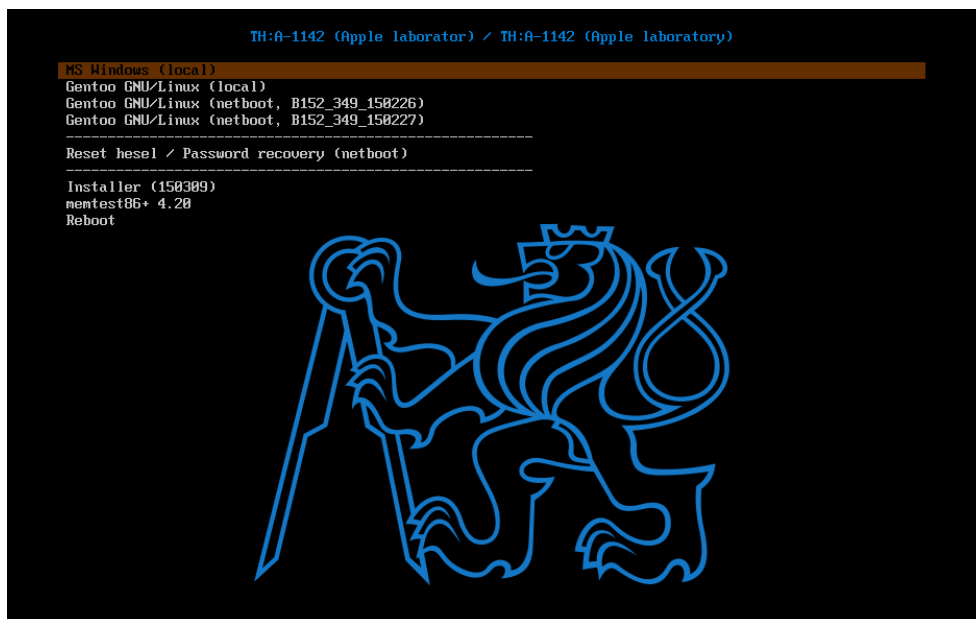
Abych zajistil výše zmíněné požadavky, nasadil jsem v učebně EFI boot manager rEFInd [31]. Po startu počítače jsou uživateli nabídnuty 4 možnosti. Může si vybrat mezi startem operačních systémů OS X, Gentoo GNU/Linux a Windows. Poslední volbou je start programu iPXE, jenž stáhne přes síť lpxelinux zobrazující stejné menu, jako v běžných učebnách.

4.2.3 Podpora dalších operačních systémů

Při nasazení Gentoo GNU/Linux a Windows 7 jsem v Apple učebně použil obrazy disku původně vytvořené pro běžnou PC učebnu.

4.2.3.1 Gentoo GNU/Linux

Oddělení ICT zajistilo, aby univerzální obraz disku pro všechny učebny obsahoval ovladač síťové karty počítače Mac mini vendor: 106b ("Apple Inc."), device: 1645 ("Broadcom NetXtreme BCM5701 Gigabit Ethernet"). Následně byl v Apple učebně tento obraz disku nasazen bez jakýchkoliv dalších změn.



Obrázek 4.6: Menu lpxelinux pro Apple laboratoř

4.2.3.2 Windows 7

Po zkopírování obrazu disku pro jinou učebnu systém Windows 7 sice nastaroval, ale chyběly mu ovladače pro hardware počítače Mac mini. Bylo proto potřeba vytvořit nový obraz disku speciálně pro učebnu A1142. Proces zahrnoval manuální instalaci ovladačů stažených z webu společnosti Apple. Podrobně postup popisují v dokumentaci učebny. Instalace Windows 7 v Apple učebně by v budoucnu měla být lépe automatizována.

4.2.4 Nasazení

K instalaci systémů Gentoo GNU/Linux a Windows 7 jsem použil nástroj Imagator vytvořený oddělením ICT. Bylo však třeba provést změny zajišťující funkčnost v Apple učebně. Zásadním rozdílem byla odlišná konfigurace disků oproti PC v běžných učebnách. Instalace probíhala takto:

1. změna výchozí volby v menu pro učebnu na Installer,
2. start počítače do iPXE.
3. první spuštění Imagator:
 - a) zkopírování MBR tabulky oddílů,
 - b) zkopírování MBR boot bloku,

- c) zkopírování obrazu disku s Gentoo GNU/Linux.
4. druhé spuštění Imagator, kdy byl zkopírován obraz disku s Windows 7,
5. několikanásobný restart Windows kvůli procesu přidání počítače do Active Directory domény.

Obraz disku s Windows 7 nemohl být kopírován během prvního spuštění Imagator. V Apple učebně se totiž objevil problém, kdy nástroj `ntfsclone` odmítl zkopírovat obraz disku obsahující Windows 7 s chybou `ERROR 28 Write failed: NO space left on device`. Problém se projevoval náhodně. Pro první nasazení jsem zvolil řešení v podobě dvojnásobného spuštění Imagator. Problém se v budoucnu objeví, pouze pokud bude přepisována tabulka oddílů disku.

Kopírování obrazů jsem úspěšně otestoval i pomocí `mutlicast` přenosu, kdy jeden z počítačů v učebně vysílal obraz disku ostatním. I zde se vyskytl problém s okamžitým kopírováním obrazu s Windows ihned po zkopírování tabulky oddílů.

4.2.5 Závěr

Apple laboratoř byla úspěšně zapojena do systému instalace učeben. Díky integraci byly nasazeny operační systémy Gentoo GNU/Linux a Windows 7. Pro jejich instalaci byly použity stejné nástroje jako v ostatních učebnách. Laboratoř nyní dokáže podporovat širší výběr předmětů než předtím. V budoucnu bych chtěl lépe automatizovat přípravu Windows 7 a celkovou instalaci učebny.

4.3 Dohled učebny systémem Nagios

Počítače v učebně A1142 i Mac mini v serverovně A1313 hlásí svůj stav do monitorovacího systému Nagios dostupného na adrese <https://nms.fit.cvut.cz/nagios/>. Vedle několika služeb aktivně monitorovaných přímo Nagios serverem se většina informací zasílá pasivně pomocí NSCA (Nagios Service Check Acceptor). Převážnou část monitorovací funkcionality zajišťují mnou napsané skripty v jazyce Ruby využívající další nástroje. V současné jsou monitorovány:

osxesxi.ucebny Mac mini server v A1313,

- ssh (aktivní kontrola),
- http (aktivní kontrola).

osxserver.ucebny virtuální produkční OS X server,

- ssh (aktivní kontrola),
- http (aktivní kontrola),
- volné místo na discích,
- stav služby NetInstall,
- stav služby Open Directory a integrita jejích databázových bdb souborů,
- stav služby Profile Manager,
- platnost certifikátů,
- způsob ukončení procesů spuštěných systémovým démonem launchd,
- kontrola, zda nedochází k opětovným pádům systému (kernel panic).

osx1142-xxx počítače v učebně A1142.

- volné místo na SSD disku,
- S.M.A.R.T. stav disků,
- otáčky ventilátorů,
- teploty z mnoha čidel,
- způsob ukončení procesů spuštěných systémovým démonem launchd,
- kontrola, zda nedochází k opětovným pádům systému (kernel panic).

K zjištění informací o otáčkách větráků a teplotních čidlech využívám nástroj **smc** z open-source projektu **smcFanControl** [32]. Program přistupuje pomocí Apple knihoven k hardware zařízení SMC (System Management Controller) specifickém pro Apple počítače. V posledních dvou letech není **smcFanControl** aktivně vyvíjen, proto **smc** v budoucnu možná nahradím novějším nástrojem **SMCKit** [33].

Teploty disků a jejich S.M.A.R.T. stav zjišťuji skrz open-source nástroj **smartctl** z projektu **smartmontools** [34].

Nevýhodou současného stavu je nemožnost přistupovat k SMC z operačního systému VMware ESXi a tudíž nelze sledovat teploty a otáčky ventilátorů počítače Mac mini umístěného v serverovně.

Hlášení stavu počítačů Nagios serveru mi umožnilo zjistit problém s prohlížečem Firefox. Ten značně zatěžoval procesor, což vedlo k vysokým teplotám. Díky systému Nagios byl problém zjištěn a začal se řešit.

4. INTEGRACE S FAKULTNÍ INFRASTRUKTUROU

The screenshot displays the Nagios web interface. On the left, there is a navigation menu with sections like 'General', 'Current Status', 'Reports', and 'System'. The main content area shows a list of service checks for the host 'nms.ft.cvut.cz'. Each check includes a status icon (OK, Warning, Critical, or Down), a name, a last check time, and a detailed log of the check's output. The checks include 'Disk usage', 'DiskStatusSmart', 'Fans', 'System health', 'Temperatures', 'Disk usage', 'DiskStatusSmart', 'Fans', 'System health', 'Temperatures', 'http', 'ping', 'ssh', 'Cert expiry', 'Disk usage', 'NetInstall', 'Open Directory', 'Profile Manager', 'System health', 'http', 'ping', 'ssh', 'Disk usage', and 'System health'. The interface also shows a 'Results' section at the bottom right, indicating '100 - 139 of 139 Matching Services'.

Service	Status	Last Check Time	Output
Disk usage	OK	25-04-2016 15:19:39	236d 19h 39m 7s / 1/2
DiskStatusSmart	OK	25-04-2016 15:19:44	236d 19h 39m 2s / 1/2
Fans	OK	25-04-2016 15:19:40	236d 19h 39m 6s / 1/2
System health	OK	25-04-2016 15:19:45	197d 21h 47m 43s / 1/2
Temperatures	OK	25-04-2016 15:19:43	202d 1h 24m 34s / 1/2
Disk usage	OK	20-04-2016 19:46:21	306d 5h 56m 30s / 1/2
DiskStatusSmart	OK	20-04-2016 19:46:26	306d 5h 56m 25s / 1/2
Fans	OK	20-04-2016 19:46:23	306d 5h 56m 29s / 1/2
System health	OK	20-04-2016 19:46:27	208d 17h 29m 43s / 1/2
Temperatures	OK	20-04-2016 19:46:25	197d 22h 20m 32s / 1/2
http	OK	27-04-2016 10:46:34	103d 13h 55m 15s / 1/2
ping	OK	27-04-2016 10:46:12	14d 14h 10m 31s / 1/2
ssh	OK	27-04-2016 10:45:40	197d 23h 50m 23s / 1/2
Cert expiry	OK	27-04-2016 10:45:33	15d 16h 41m 0s / 1/2
Disk usage	OK	27-04-2016 10:45:28	98d 22h 30m 11s / 1/2
NetInstall	OK	27-04-2016 10:45:32	68d 19h 5m 24s / 1/2
Open Directory	OK	27-04-2016 10:45:30	204d 22h 32m 20s / 1/2
Profile Manager	OK	27-04-2016 10:45:31	204d 22h 32m 19s / 1/2
System health	OK	27-04-2016 10:45:29	204d 22h 27m 42s / 1/2
http	OK	27-04-2016 10:45:53	0d 5h 33m 2s / 1/2
ping	OK	27-04-2016 10:45:10	0d 5h 33m 45s / 1/2
ssh	OK	27-04-2016 10:46:50	0d 5h 34m 5s / 1/2
Disk usage	OK	29-07-2015 08:36:14	273d 4h 4m 3s / 1/2
System health	OK	29-07-2015 08:36:15	273d 4h 4m 2s / 1/2

Obrázek 4.7: Webové rozhraní dohledového systému Nagios

Budoucnost Apple laboratoře

V této kapitole diskutuji změny ve správě Apple laboratoře, o jejichž implementaci uvažuji. Většina z nich má za cíl zlepšit a zjednodušit správu učebny.

5.1 Lepší automatizace instalace Linuxu a Windows

Pro letní semestr akademického roku 2015/2016 jsem zapojil Apple laboratoř do systému instalace učeben. Díky tomu bylo možné nasadit vedle OS X i Gentoo GNU/Linux a Windows 7. Samotná instalace však vyžadovala mnoho manuálních zásahů a dala by se mnohem lépe automatizovat.

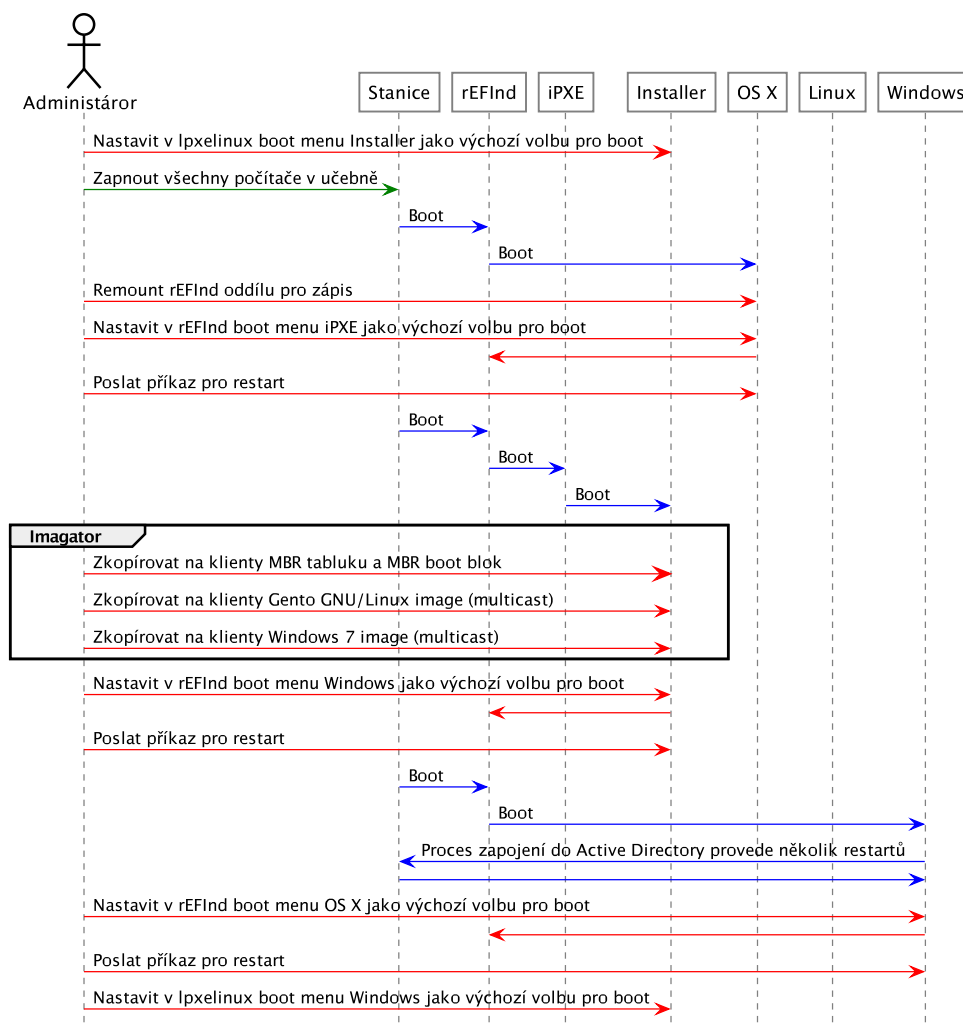
5.1.1 Automatizace instalace operačních systémů

Při zapnutí Mac vyhledává informaci, ze kterého disku (nebo sítě) má nastartovat operační systém. Ta je uložena v paměti NVRAM [35]. S NVRAM pamětí lze korektně manipulovat pouze v operačním systému OS X. Pro Linux sice existují nástroje pro nastavení bootu v NVRAM paměti, ale jejich možnosti jsou značně omezené.

Pracovní stanice v učebně nastavuji tak, aby vždy nastartovaly nejprve do EFI aplikace rEFInd. Konfigurační soubor pro rEFInd boot manager umožňuje nastavit výchozí operační systém, který rEFInd automaticky spustí po vypršení časového limitu. V Apple učebně dává smysl, aby výchozím operačním systémem byl OS X.

Výchozí systém v rEFInd menu je kámen úrazu, protože během instalace učebny musí být nejprve všechny počítače nabootovány do systému instalace učeben. Po zkopírování obrazů disku s Gentoo GNU/Linux a Windows 7 je

5. BUDOUCNOST APPLE LABORATOŘE



Obrázek 5.1: Automatizovaná instalace Gentoo GNU/Linux a Windows 7

nutné několikrát nainstalovat do Windows 7, aby proběhla Active Directory konfigurace a uplatnění Windows politik.

Lepší automatizaci instalace operačních systémů by bylo možné dosáhnout změnou výchozího operačního systému v konfiguračním souboru rEFInd. Ke správnému fungování je třeba provést následující změny:

- formátovat rEFInd oddíl jako FAT32 filesystem místo HFS+;
- zabránit zápisu běžného uživatele na rEFInd oddíl v Gentoo GNU/Linux a Windows 7;

- umožnit lokálnímu administrátorovi upravovat konfigurační soubor na rEFInd oddílu;
- připravit scénář pro automatizační nástroj Ansible, který bude počítače vzdáleně ovládat.

5.1.2 Automatizovaná instalace ovladačů ve Windows 7

Během přípravy nasazení Windows 7 jsem musel vytvořit nový obraz disku speciálně pro Apple učebnu. Postup vypadal takto:

1. nasadit na jednom počítači v Apple učebně obraz disku s Windows 7 pro jinou učebnu,
2. ve Windows 7 nainstalovat balík ovladačů Boot Camp Support Software stažený s webu společnosti Apple,
3. provést manuální konfiguraci některých nastavení souvisejícího s nově přidanými ovladači,
4. z připraveného stavu Windows 7 vytvořit nový obraz disku pro učebnu.

Současný postup přípravy Windows 7 je vysoce manuální. V budoucnu by mohl být tento proces lépe automatizován. Je však třeba vyřešit následující body:

1. provést analýzu instalačních souborů (driverů) v balíku Boot Camp Support Software. Následně vybrat ty, které je potřeba nainstalovat na Mac mini 2012 v učebně,
2. zajistit, aby obraz disku pro jinou učebnu obsahoval ovladač pro síťovou kartu počítače Mac mini,
3. otestovat vzdálenou instalaci zbývajících ovladačů skrz systém hromadné instalace software pro Windows.

Pokud bude nadále provozován systém Windows 7, lze opakovaně použít instalační balík ovladačů Boot Camp Support Software stažený s webu Apple. V případě nasazení novější verze Windows (např. Windows 10) by bylo možné automatizovat stahování nejnovější verze balíčku ovladačů. Tento úkol řeší open-source nástroj Brigadier [36].

5.2 Budoucnost serverového Mac mini

Na počítači Mac mini umístěném v serverovně A1313 momentálně provozuji pod VMware ESXi čtyři virtuální stroje s OS X. Pouze jeden z nich běží neustále. Zbylé tři používám pouze občas na testování.

Do budoucna existují dvě volby, jak tento počítač provozovat. První počítá se zachování současného stavu, ale doporučuje investici do rychlejšího úložiště. Druhá navrhuje přesunout většinu služeb nutných k provozu učebny na běžný Linuxový server a Mac mini přemístit ze serverovny do kanceláře jako testovací počítač.

5.2.1 Zachování stavu a upgrade disků

Tato varianta zachovává současný způsob provozu Mac mini v serverovně A1313. Nadále by byl provozován operační systém VMware ESXi a pod ním spuštěny virtuální stroje s OS X. Doporučuji však provést upgrade pevných disků.

Serverový Mac mini byl zakoupen ve stejné konfiguraci jako ostatní počítače v Apple učebně. To znamená, že jako lokální úložiště nabízí rychlý 120 GB SSD disk a pomalý 1 TB klasický disk s 5400 otáčkami za minutu. Produkční virtuální stroj `osxserver` využívá veškerou kapacitu SSD a třetinu místa na klasickém disku. Ostatní virtuální stroje tak mají k dispozici pouze pomalý disk. Pro uživatelské testování OS X není tento stav vhodný, protože pomalé úložiště brzdí práci. Pokud spustím více jak jeden virtuální stroj nacházející se exkluzivně na pevném disku, stává se práce s nimi velmi obtížnou.

Bude-li nadále provozován Mac mini s operačním systémem ESXi ve stávající podobě, doporučuji nahradit oba interní disky za dva SSD disky s kapacitou aspoň 500 GB. V době psaní práce se cena pohybovala okolo 5000 korun s DPH za 500 GB SSD a 10000 korun s DPH za 1 TB SDD. Investice by se tak pohybovala v řádu 10000 korun za celkovou kapacitu 1 TB a 20000 korun za 2 TB.

Zachování současného stavu má následující výhody:

- Zůstává v provozu stále zapnutý Mac, což je možné pouze v serverovně.
- Zachovává virtuální testovací prostředí snadno dostupné přes síť.
- Není nutné provádět změny v infrastruktuře.
- Přístup k OS X virtuálnímu stroji by mohl být v jistých případech poskytnut zaměstnancům ČVUT FIT.

Zachování současného stavu má následující nevýhody:

- Nutná investice do rychlejšího úložiště.
- Připojení do sítě je limitováno jedním Gbit Ethernet portem počítače.

5.2.2 Přesun služeb na Linuxový server

V případě tohoto scénáře by došlo k přesunu většiny služeb z produkčního virtuálního stroje `osxserver` na jiné Linuxové servery. Počítač Mac mini by byl přemístěn ze serverovny do kanceláře, kde by se využíval pouze na testování a během nasazení OS X v učebně.

5.2.2.1 Nahrazení služby NetInstall

Služba NetInstall umožňuje start operačního systému OS X přes síť. Její serverovou část zajišťuje NetInstall server. Jedná se o proprietární součást serverové komponenty OS X. NetInstall využívá běžné protokoly DHCP, TFTP, NFS a HTTP. Jediný problém představuje protokol BSDP, což je společností Apple vyvinuté rozšíření DHCP protokolu. Mac jej používá k získání informací o dostupnosti startu operačního systému OS X přes síť. Pokud by mělo být provozováno BSDP na Linuxu, existuje několik open-source možností.

Experimentálně jsem ověřil postup [37], kdy speciální konfigurací ISC DHCP serveru lze dosáhnout omezené BSDP funkcionality. Jakékoliv změny oproti popsaným konfiguracím musí být provedeny velmi pečlivě v souladu s BSDP dokumentací [38].

Jako lépe spravovatelné řešení se jeví JAMF NetSUS server [39]. Jde o předpřipravený virtuální stroj s webovým rozhraním umožňujícím snadné nastavení NetInstall služby. BSDP v NetSUS rovněž využívá speciální konfiguraci ISC DHCP serveru. Nabízí však pohodlné uživatelské rozhraní s otestovanými BSDP funkcemi.

Za nejflexibilnější možnost považuji BSDPy program napsaný v Pythonu [40]. Ten přímo zajišťuje BSDP funkcionalitu díky DHCP knihovně `pydhcp-lib`. Autor BSDPy nabízí program i v podobě kontejneru pro platformu Docker, již začalo oddělení ICT využívat.

5.2.2.2 Nahrazení služby Profile Manager

Profile Manager lze nahradit velmi snadno. Konfigurační profily se budou instalovat pomocí služby Munki [41], která je již provozována z Linuxového serveru. Webové rozhraní pro snadné vytváření samotných konfiguračních souborů bude nadále dostupné na Mac mini přesunutém ze serverovny do kance-

láře. Změny v konfiguračních profilech se většinou provádí souběžně s nasazením nové verze OS X, proto není nutné mít tuto službu neustále dostupnou.

5.2.2.3 Nahrazení služby DeployStudio

Část funkcionality služby DeployStudio lze nahradit open-source projektem Imagr [42]. Ten pro svoji serverovou komponentu vyžaduje pouze webserver a tudíž jej lze provozovat na libovolné platformě. Server klientům poskytuje obrazy disku, instalační balíčky, skripty a především automatizační postupy, které se použijí při nasazení počítače.

Pro vytvoření klienta v OS X startovatelného přes síť dokumentace doporučuje použít open-source projekt AutoNBI [43]. Klient je funkčně ekvivalentem DeployStudio NetBoot set obrazu pro boot ze sítě.

Imagr zatím neobsahuje veškerou funkcionalitu, jenž obsahuje DeployStudio [44]. Většinu chybějících funkcí však není problém nahradit skripty.

Zásadní překážku představuje provoz ASR multicast serveru pro hromadné nasazení obrazů disku s OS X. Ten je dostupný pouze pro OS X a v současné době neexistuje žádná implementace pro jiný operační systém. Problém je možné řešit buď nahrazením multicast přenosu běžným unicast spojením. Tím by pravděpodobně došlo k prodloužení času nasazení učebny. Pokud by instalační server měl 10Gbit nebo 20Gbit konektivitu a připojené diskové pole schopné plně saturovat síťové připojení, rychlost nasazení OS X v učebně by se příliš nezměnila. Alternativně by mohl v době nasazení učebny být spuštěn ASR multicast server na Mac mini přesunutém ze serverovny. To by však znamenalo provést zevrubné testování a proces následně automatizovat.

5.2.2.4 Provoz služby AutoPkg

Automatizační nástroj AutoPkg byl napsán v jazyce Python tak, aby jej bylo možné v budoucnu provozovat i na jiných platformách než OS X. Momentálně však AutoPkg závisí na nástrojích dostupných pouze v OS X. Jedná se o `pkgbuild` vytvářející instalační balíčky, `hdiutil` manipulující s .dmg obrazy disku, `codesign` kontrolující integritu spustitelných souborů a další [45]. Dokud nebude funkcionality těchto nástrojů implementována jako open-source kód pro Linux, musí být AutoPkg provozován v OS X.

AutoPkg může být spouštěn manuálně na Mac mini přesunutém ze serverovny. K vyhledání nových verzí software a jejich přidání do Munki repozitáře by docházelo před nasazením nové verze OS X v učebně a z iniciativy administrátora učebny. Předpokládá se, že administrátor si bude udržovat povědomí o nových verzích software s důrazem na změny v nich obsažených a řešení bezpečnostních problémů

Přesun Mac mini ze serverovny má následující výhody:

- Provoz služeb na Linuxových serverech je lépe škálovatelný s ohledem na hardware.
- Dojte k přesunutí Mac mini pryč ze serverovny. Tento počítač není určený k provozu v serverovně.

Přesun Mac mini ze serverovny má následující nevýhody:

- Vyžaduje zapojení více pracovníků oddělení ICT.
- Oproti stávajícímu stavu jde o složitější nevyzkoušené řešení.

5.3 Další změny

V závěru kapitoly uvádím několik menších návrhů.

5.3.1 Apple Remote Desktop

Ke správě učebny používám nástroj ARD (Apple Remote Desktop) pro OS X [46]. ARD stojí 80 dolarů a momentálně využívám svoji osobní licenci. V budoucnu by jedna licenci mohla být zakoupena fakultou. ARD slouží například k:

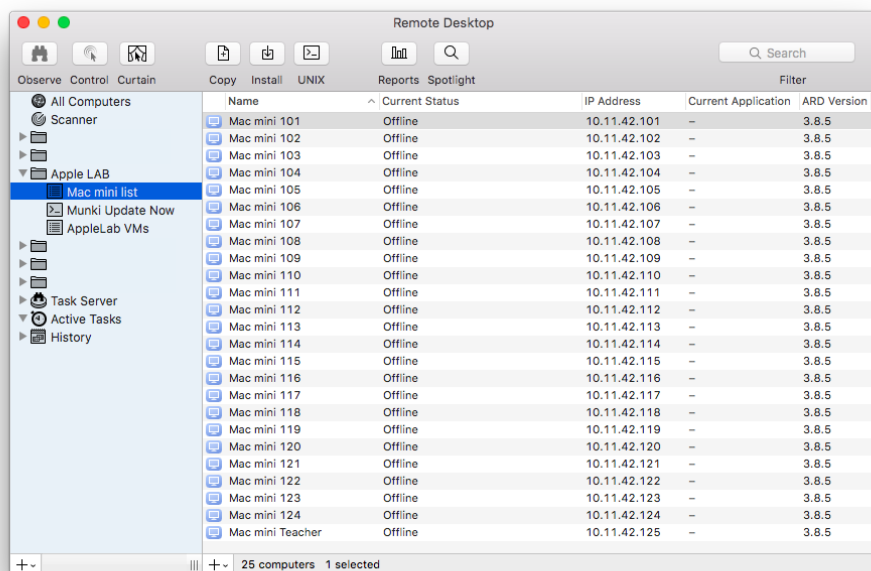
- probuzení spících Maců (Wake on Lan),
- nastavení bootu ze sítě systému OS X, kde je zakázaný zápis do NVRAM uživatelem,
- hromadnému zasílání shell příkazů,
- vypnutí nebo restart všech počítačů.

ARD by bylo možné využít i na učitelském počítači. Jedna z jeho stěžejních funkcí je podpora přenosu obrazu vzdálené plochy z několika počítačů souběžně.

5.3.2 Monitorování počítačů protokolem SNMP

Počítače v Apple laboratoři jsou již monitorovány systémem Nagios. Nicméně by bylo zajímavé prozkoumat možnosti protokolu SNMP. Dalo by se tak například sledovat využití disku nebo síťové karty.

5. BUDOUCNOST APPLE LABORATOŘE



Obrázek 5.2: Apple Remote Desktop aplikace pro OS X

Závěr

Zadání požadovalo provedení analýzy stávajícího provozu Apple laboratoře s důrazem na užší integraci s fakultními systémy.

Kapitola 2 popisuje aktuální stav vybavení, schopností a provozu učebny. Dále zmiňuje plánované investice vylepšující nynější vybavení, jenž mají proběhnout v roce 2016.

Navazuje kapitola 3. Ta ukazuje dokumentaci učebny a provoz systému OS X. Nachází se v ní popis serverové infrastruktury a služeb postavený na virtualizaci OS X pod VMware. Dále je zmíněn systém pro hromadnou instalaci software a systémových aktualizací. Kapitola uzavírá způsob instalace a údržby OS X.

Nejdůležitější částí práce je bezesporu kapitola 4. Zabývá se způsoby integrace OS X do fakultní infrastruktury, dohledem nad pracovními stanicemi a využitím systému instalace učeben. Prozkoumal jsem několik dalších možností, jak zapojit OS X do systému pro centrální správu uživatelů a jejich dat. Bylo zjištěno, že oproti stávajícímu stavu (LDAP + NFSv3) jiná řešení nepřináší benefity, které by ospravedlnily změnu způsobu integrace. Dohled nad počítači s OS X nyní zajišťuje systém Nagios, jemuž stav zasílají nově vytvořené skripty. Laboratoř byla úspěšně zapojena do systému instalace učeben. Díky tomu mohl být snadno nasazen systém Gentoo GNU/Linux a s menšími obtížemi i Windows 7. Provoz více operačních systémů značně rozšířil možnosti učebny. Umožňuje výuku většího množství předmětů než kdy předtím.

Poslední částí práce je kapitola 5, která prezentuje možné budoucí změny vedoucí ke zlepšení správy Apple laboratoře. Zaměřuje se především na lepší automatizaci instalace více operačních systémů a budoucnost serverového Macu.

Práce splnila všechny body zadání. Byly vyhodnoceny změny ve správě

6. ZÁVĚR



Obrázek 6.1: Operační systémy v Apple laboratoři

učebny a ty přínosné z nich implementovány do produkčního provozu. Díky tomu se zvýšila sada schopností Apple laboratoře s ohledem na podporu výuky.

Díky této práci bylo navýšeno využití Apple laboratoře z 29% (10/35 1,5 hodinových bloků za týden) v zimním semestru 2015/2016 na 63% v letním semestru 2015/2016. Tento skok byl možný v návaznosti na zapojení učebny do stávajícího systému instalace učeben a následnému nasazení více operačních systémů.

Literatura

- [1] Moravec, M.: Případová studie Apple učebny na ČVUT FIT. 2013.
- [2] Kyle Media LLC: Mac mini specifikace. 2016. Dostupné z: http://www.everymac.com/systems/apple/mac_mini/specs/mac-mini-core-i7-2.3-late-2012-specs.html
- [3] Mnoho autorů: Git. March 2016. Dostupné z: <https://git-scm.com>
- [4] The Daring Fireball Company LLC.: Markdown. March 2016. Dostupné z: <https://daringfireball.net/projects/markdown/>
- [5] The Omni Group: OmniGraffle. March 2016. Dostupné z: <https://www.omnigroup.com/omnigraffle>
- [6] Mnoho autorů: PlantUML. March 2016. Dostupné z: <http://plantuml.com>
- [7] VMware, Inc.: VMware ESXi hypervisor. 2016. Dostupné z: <https://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor>
- [8] Apple Inc.: asr manual page. March 2016. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Darwin/Reference/ManPages/man8/asr.8.html>
- [9] Wikimedia Foundation: Apple Disk Image. March 2016. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Disk_Image
- [10] Mnoho autorů: DeployStudio. March 2016. Dostupné z: <http://www.deploystudio.com/Home.html>
- [11] Apple Inc.: Profile Manager. 2016. Dostupné z: <https://help.apple.com/profilemanager/mac/5.0/>

- [12] Mnoho autorů: AutoPkg. 2016. Dostupné z: <https://github.com/autopkg/autopkg>
- [13] Mnoho autorů: AutoPkgr. 2016. Dostupné z: <https://github.com/lindegroupp/autopkgr>
- [14] Mnoho autorů: Luggage. 2016. Dostupné z: <https://github.com/unixorn/luggage>
- [15] Neagle, G.: Munki: Managed Software Instalation for OS X. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/munki/munki>
- [16] Neagle, G.: Reposado. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/wdas/reposado>
- [17] Peterson, J.: Margarita. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/jessepeterson/margarita>
- [18] Apple Inc.: The Mac App Store. March 2016. Dostupné z: <http://www.apple.com/osx/apps/app-store/>
- [19] Olofsson, P.: AutoDMG. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/MagerValp/AutoDMG>
- [20] Mnoho autorů: How Does AutoDMG Work. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/MagerValp/AutoDMG/wiki/How-Does-AutoDMG-Work%3F>
- [21] Apple Inc.: hdiutil man page. March 2016. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Darwin/Reference/ManPages/man1/hdiutil.1.html>
- [22] Best Practical Solutions, LLC: Request Tracker. March 2016. Dostupné z: <https://www.bestpractical.com/rt-and-rtir>
- [23] Apple Inc.: Autofs: Automatically Mounting Network File Shares in Mac OS X. June 2009. Dostupné z: <http://www.apple.com/business/docs/Autofs.pdf>
- [24] Apple Inc.: mount_nfs man page. March 2016. Dostupné z: https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Darwin/Reference/ManPages/man8/mount_nfs.8.html
- [25] Mnoho autorů: vfs_fruit man page. March 2016. Dostupné z: https://www.mankier.com/8/vfs_fruit
- [26] Mnoho autorů: Netatalk. 2016. Dostupné z: <http://netatalk.sourceforge.net>

-
- [27] HELIOS Software GmbH: HELIOS LanTest. March 2016. Dostupné z: <http://www.helios.de/web/EN/products/LanTest.html>
- [28] Intel Inc.: Preboot Execution Environment (PXE) Specification. 1999. Dostupné z: <http://download.intel.com/design/archives/wfm/downloads/pxespec.pdf>
- [29] Mnoho autorů: PXELINUX. June 2015. Dostupné z: <http://www.syslinux.org/wiki/index.php/PXELINUX>
- [30] Fen Systems Ltd.: IPXE: Open Source Boot Firmware. March 2016. Dostupné z: <http://ipxe.org>
- [31] Smith, R. W.: REFIInd: The rEFIInd Boot Manager. March 2016. Dostupné z: <http://www.rodsbooks.com/refind/>
- [32] Holtmann, H.: smcFanControl. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/hholtmann/smcFanControl>
- [33] SafaeeRad, O.: SMCKit. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/beltex/SMCKit>
- [34] Mnoho autorů: Smartmontools. March 2016. Dostupné z: <https://www.smartmontools.org>
- [35] Apple Inc.: Mac NVRAM. March 2016. Dostupné z: <https://support.apple.com/en-us/HT204063>
- [36] Sutton, T.: Brigadier. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/timsutton/brigadier>
- [37] McCune, J.: Mac OS X BSDP Service using a GNU/Linux Server. March 2016. Dostupné z: https://docs.math.osu.edu/linux/how-tos/bsdps_with_isc_dhcp/
- [38] Siegmund, D.: *Boot Server Discovery Protocol (BSDP)*. Apple, Inc., 1 Infinite Loop. Cupertino, CA 95014, December 2003. Dostupné z: <http://www.opensource.apple.com/source/bootp/bootp-170/Documentation/BSDP.doc>
- [39] JAMF, Inc.: NetSUS: NetBoot and Software Update Server. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/jamf/NetSUS>
- [40] Bruienne, P.: A BSDP/Apple NetBoot server implemented in Python. March 2016. Dostupné z: <https://bitbucket.org/bruienne/bsdpy>
- [41] Neagle, G.: Managing Configuration Profiles. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/munki/munki/wiki/Managing-Configuration-Profiles>

- [42] Gilbert, G.: Imagr. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/grahamgilbert/imagr>
- [43] Bruienne, P.: AutoNBI.py: Automate building of Apple NetInstall Image. March 2016. Dostupné z: <https://bitbucket.org/bruienne/autonbi/src>
- [44] Gilbert, G.: Imagr: DeployStudio Alternative Scripts. March 2016. Dostupné z: <https://github.com/grahamgilbert/imagr/wiki/DeployStudio\discretionary{-}{-}{-}Alternative\discretionary{-}{-}{-}Scripts>
- [45] Neagle, G.: AutoPkg: Porting to Linux. March 2016. Dostupné z: https://groups.google.com/forum/#\protect\relax\kern-.16667emtopic/autopkg\discretionary{-}{-}{-}discuss/apYohb\discretionary{-}{-}{-}\discretionary{-}{-}{-}_es
- [46] Apple Inc.: Apple Remote Desktop. March 2016. Dostupné z: <http://www.apple.com/remotedesktop/>

Seznam použitých zkratk

- AFP** Apple Filing Protocol,
- ARD** Apple Remote Desktop,
- ASR** Apple Software Restore,
- BSDP** Boot Service Discovery Protocol,
- DHCP** Dynamic Host Configuration Protocol,
- .dmg** Apple Disk Image,
- DNS** Domain Name System,
- EFI** Extensible Firmware Interface,
- GPT** GUID Partition Table,
- GUID** Globally unique identifier,
- HDD** hard disk drive,
- HTTP** Hypertext Transfer Protocol,
- iOS** operační systém pro mobilní zařízení společnosti Apple,
- LDAP** Lightweight Directory Access Protocol,
- MBR** Master boot record,
- MDM** Mobile Device Management,
- NFS** Network File System,
- NSCA** Nagios Service Check Acceptor,

A. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

NVRAM Non-volatile random-access memory,
OS X operační systému OS X pro počítače společnosti Apple,
.pkg instalační balíček pro systémy OS X a iOS,
PXE Preboot Execution Environment,
RAM Random-access memory,
SMB Server Message Block,
SMC System Management Controller,
S.M.A.R.T. Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology,
SMNP Simple Network Management Protocol,
SASL Simple Authentication and Security Layer,
SSD solid-state drive
SSH Secure Shell,
TFTP Trivial File Transfer Protocol,
UDIF Universal Disk Image Format,
UEFI Unified Extensible Firmware Interface,
Xcode prostředí pro vývoj iOS a OS X aplikací.

Uživatelská dokumentace

Přikládám uživatelskou dokumentaci, která je dostupná na webu oddělení ICT. Způsob organizace dokumentace je popsán v sekci 3.1.1. Oproti webové verzi zde nejsou uvedeny všechny obrázky. Formátování textu bylo mírně upraveno v souladu s podobou diplomové práce.

B.1 Přihlášení a práce v Apple učebně

B.1.1 Zapnutí počítače

Počítač Mac mini v Apple učebně se může nacházet v několika stavech:

Zapnutý Svítí bílá dioda na přední straně počítače.

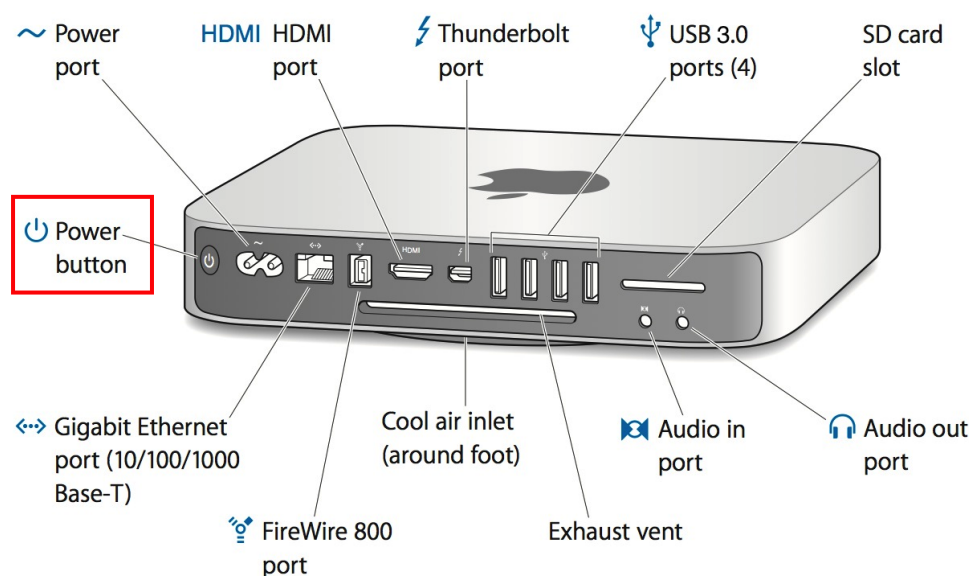
Uspaný Dioda bliká (pulzuje).

Vypnutý Dioda nesvítí.

Uspaný počítač vzbudíte zmáčknutím libovolného tlačítka na klávesnici, tlačítka myši nebo krátkým stisknutím power tlačítka na zadní straně počítače. Vypnutý počítač zapnete stisknutím power tlačítka na jeho zadní straně.

B.1.2 Výběr operačního systému

Po zapnutí počítače se objeví menu umožňující zvolit operační systém. Pokud uživatel volbu neprovede, automaticky je po 20 vteřinách zvolen systém OS X.



Obrázek B.1: Porty počítače Mac mini

B.1.3 Přihlášení

V operačních systémech OS X a Gentoo GNU/Linux použijte pro přihlášení heslo ČVUT.

V operačním systému Windows 7 použijte pro přihlášení heslo do FIT Active Directory domény.

B.1.3.1 OS X

Okamžitě po startu systému se na přihlašovací obrazovce může objevit varování: **"Network accounts are unavailable"**. Toto varování ignorujte. Po několika vteřinách samo zmizí. Pokud se toto varování objeví během psaní jména uživatele nebo hesla, zadání dalšího znaku smaže dosud napsané znaky. Jde o známý problém.

Při prvním přihlášení uživatele v Apple učebně jsou spuštěny skripty upravující uživatelské prostředí. Může trvat několik vteřin, než se objeví zástupci aplikací v liště s aplikacemi (Dock).

B.1.4 Odhlášení a vypnutí

B.1.4.1 Gentoo Linux

Krátké stisknutí power tlačítka vypne počítač. Kombinace kláves **Control + Option + Delete** restartuje počítač.

B.1.4.2 OS X

Pro odhlášení či vypnutí počítače použijte Apple menu v systému. V případě vážného problému, kdy počítač nelze vypnout prostřednictvím systému, podržte dlouze power tlačítko na jeho zadní straně.

Pokud se někdo před vámi zapomněl odhlásit a systém vyžaduje jeho heslo:

- Chvilku vyčkejte, jestli nebude ohlášen automaticky.
- Sedněte si jinam.
- Počítač vypněte dlouhým stisknutím tlačítka na zadní straně. Použijte, pouze pokud to nejde jinak.

OS X má nastavenou následující politiku:

- Po 10 minutách nečinnosti uživatele se zapne spořič obrazovky a bude vyžadována autentizace
- Po 18 minutách nečinnosti je uživatel automaticky odhlášen.
- Po 30 minutách nečinnosti je vypnut display.
- Po 45 minutách nečinnosti je počítač uspán.
- Každý den v 23:00 je počítač uspán, pokud běží.

B.1.5 Přístup do učebny

Přístup do učebny je v současné době možný pouze s dozorem. Po dohodě s vyučujícími, můžete učebnu navštívit v době jejich výuky. Nevyhovuje-li vám ani jedna z možností, kontaktuje nás.

B.1.6 Hlášení problémů

Veškeré problémy hlase na emailovou adresu helpdesk@fit.cvut.cz. Tuto adresu můžete rovněž využít k zaslání podnětů, co bychom v Apple učebně mohli zlepšit. V předmětu zprávy uveďte slova "Apple učebna", za která přidejte další text.

B.1.7 Instalace software

Instalaci software pro operační systém OS X provádí na rozdíl od ostatních učeben administrátor Apple učebny. Požadavky zasílejte na adresu helpdesk@fit.cvut.cz.

B.2 Používání dataprojektoru

Učitel'ský počítač má nově video výstup zapojený do HDMI splitteru. Na monitoru i projektoru se bude vždy zobrazovat stejný obraz. Operační systémy OS X, Gentoo GNU/Linux a Windows 7 s novým zapojením byly úspěšně otestovány. Menu pro výběr operačních systémů se na projektoru nemusí vůbec objevit. Pokud se objeví, obraz může problikávat. Tento problém prosím ignorujte.

B.3 Jazyk, klávesnice a myš

B.3.1 Jazyk

Výchozím jazykem systému OS X v Apple učebně je Angličtina. Nastavení můžete změnit v **System Preferences** -> **Language & Region**, kde přidáte vámi preferovaný jazyk a přetáhnete ho na první místo v seznamu **Preferred languages**. Po změně jazyka je doporučeno ohlášení a následné přihlášení uživatele.

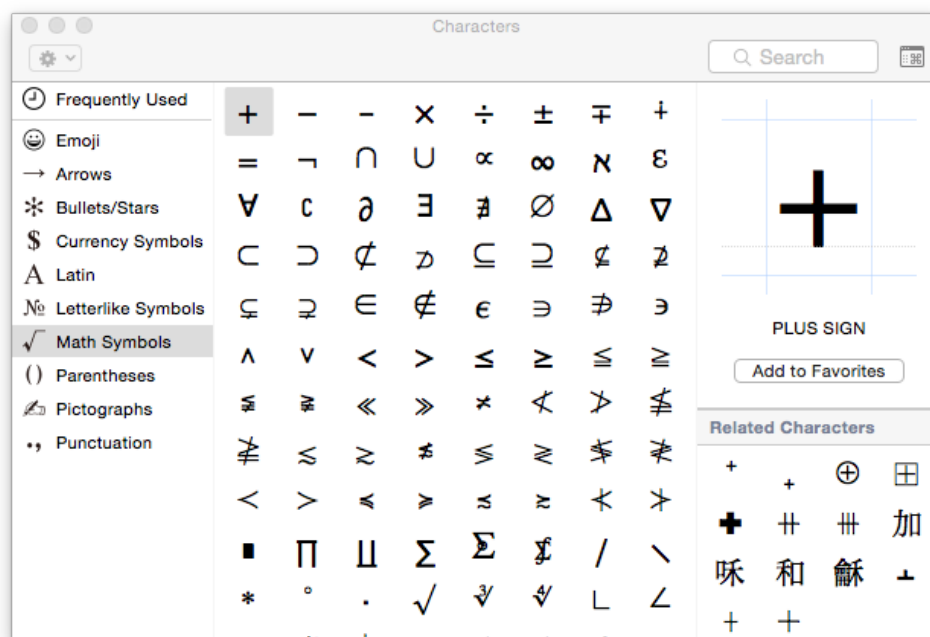
Většina nainstalovaných aplikací se řídí seznamem preferovaných jazyků systému. Při spuštění zobrazí rozhraní v jazyce, který je v seznamu nejvýše a zároveň jej aplikace obsahuje. Některé programy řeší lokalizaci po svém. Příkladem je kancelářský balík LibreOffice, kde se jazyk mění v nastavení aplikace.

B.3.2 Klávesnice

Jako výchozí rozložení kláves je nastavena česká QWERTZ klávesnice. Na rozdíl od české klávesnice ve Windows, funguje zcela zaměnitelně levé a pravé tlačítko **Option** (Alt). Pomocí kláves **Shift** a **Option** můžete snadno psát všechny na fyzické klávesnici nakreslené znaky. Apple klávesnice neřeší numlock. Numpad bude vždy fungovat.

B.3.2.1 Přepínání klávesnic

Druhým předpřipraveným rozložením znaků je standardní U.S. QWERTY klávesnice. Mezi klávesnicemi můžete přepínat zkratkou v pravé části horní lišty (menubar) nebo použít klávesovou zkratku **Option** + **mezerník**. Pokud klávesy stisknete, přepne se klávesnice. Pokud klávesy podržíte déle, systém zobrazí menu s klávesnicemi uprostřed obrazovky. Seznam zapnutých klávesnic upravíte v **System Preferences** -> **Keyboard** -> **Input**.



Obrázek B.2: Panel Character viewer pro vkládání Unicode znaků

B.3.2.2 Další znaky

Potřebujete-li vložit exotičtější znak, můžete použít **Character Viewer** pod nabídkou klávesnic v pravé části menubaru.

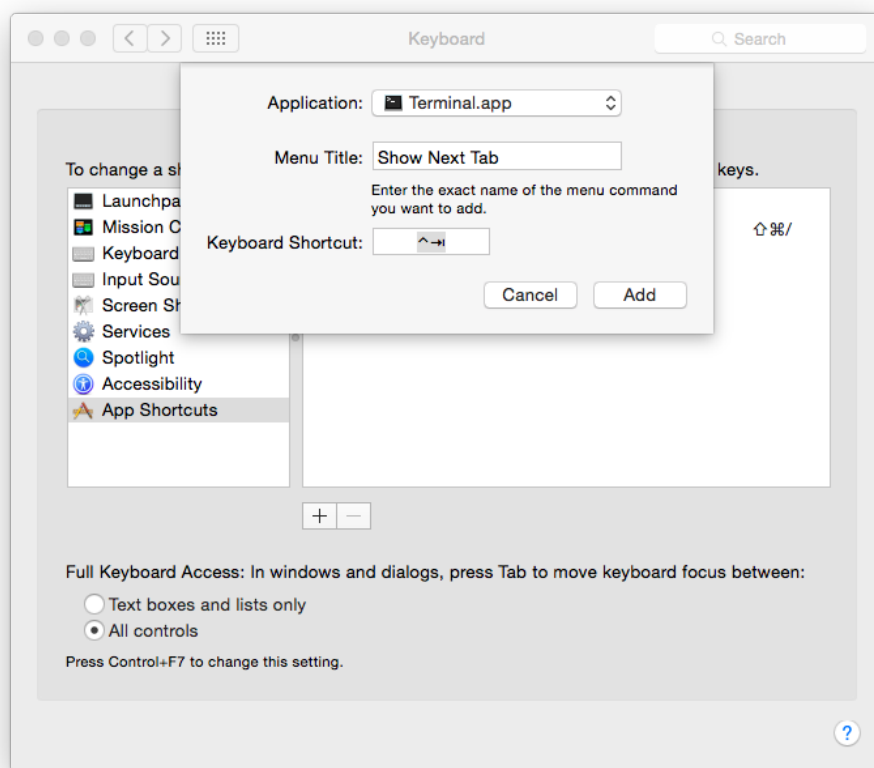
Kombinováním modifikačních kláves **Shift**, **Control**, **Alt** a **Command** lze psát některé méně běžné znaky rovnou na klávesnici. Jako nápověda poslouží **Keyboard Viewer** pod nabídkou klávesnic v pravé části menubaru.

B.3.2.3 Funkční klávesy

Ve výchozím stavu fungují klávesy **F1**, **F2**, atd. jako obyčejné funkční klávesy. Pokud je chcete používat k ovládání funkcí, jež jsou na nich nakresleny, použijte klávesu **FN** nebo změňte nastavení v **System Preferences** -> **Keyboard** -> **Keyboard** -> **Use all F1, F2, etc. keys as standard function keys**.

B.3.3 Klávesové zkratky

Specifikem Macu je použití klávesy **Command** jako "hlavního" tlačítka klávesových zkratk místo tradičního **Control**. Pro klasický copy & paste, tudíž nepoužíváte **Control** + **C** a **Control** + **V**, ale **Command** + **C** a **Command** + **V**.



Obrázek B.3: Nastavení vlastní klávesové zkratky

Horní liště na Macu se říká **menubar**. V jeho levé části se nachází menu aplikace, které je v popředí. Všimněte si symbolů klávesových zkratk v obrázku níže. Většina funkcí má přiřazenou výchozí klávesovou zkratku. Pokročilejší uživatelé Macu často využívají menubar především jako přehled zkratk.

B.3.3.1 Vlastní klávesové zkratky

Klávesové zkratky jsou velmi dobře uživatelsky přizpůsobitelné. Ukážeme na příkladu. Alice je z prohlížeče zvyklá na přepínání tabů pomocí zkratky **Ctrl + Tab** a **Shift + Ctrl + Tab**. Výchozí zkratkou pro stejnou akci v terminálu je však **Cmd + {** a **Cmd + }**. Alice by chtěla v Terminálu používat stejnou zkratku na přepínání tabů jako v prohlížeči.

1. V terminálu najde přesné textové znění funkce, jejíž zkratku chce měnit
- **Show Next Tab** a **Show Previous Tab**.

2. Otevře `System Preferences` -> `Keyboard` -> `Shortcuts` -> `App Shortcuts` a klikne na tlačítko `+`.
3. Nastaví zkratky pro obě funkce na přepínání tabů.
4. Spustí terminál a vyzkouší upravené zkratky.

B.3.4 Myš

Myši v Apple učebně nejsou příliš kvalitní. Chcete-li něco lepšího, přineste si vlastní USB nebo Bluetooth myš. Nastavení myši najde v `System Preferences` -> `Mouse`.

B.4 Data uživatele

Práce s daty v operačním systému OS X.

B.4.1 Domovský adresář

Ihned po přihlášení je uživateli připojen přes síť jeho domovský adresář, který se používá v ostatních učebnách. Domovský adresář je připojen protokolem NFSv3. Operační systém OS X si v domovském adresáři uživatele ukládá různá nastavení do adresáře `~/Library`, který je ve výchozím stavu skrytý. V případě jeho smazání, jej systém při následujícím přihlášení vytvoří znovu s výchozím nastavením.

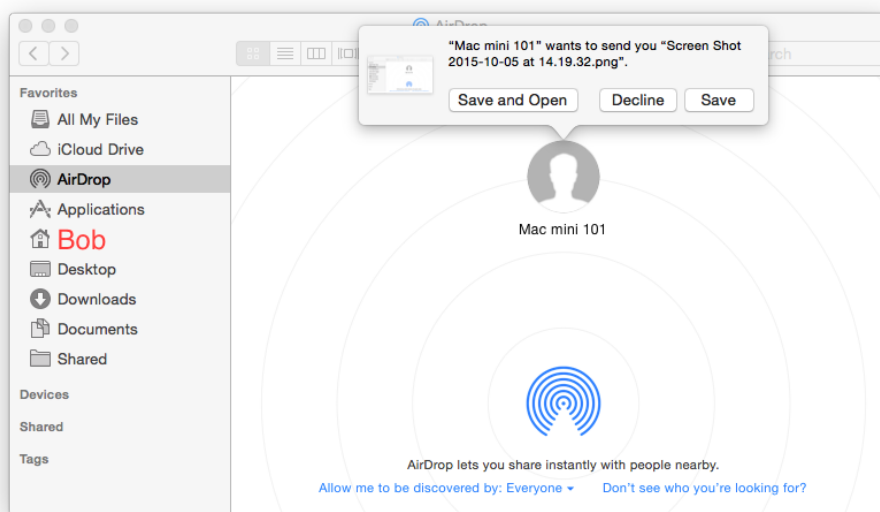
V domovském adresáři připojeném protokolem NFSv3 nefunguje vyhledávání souborů přes systémovou službu Spotlight. Použijte nainstalovanou aplikaci EasyFind nebo příkaz `find` v terminálu.

B.4.2 Lokální disky

Na lokálním systémovém SSD disku `Macintosh HD` lze ukládat data do adresáře sdíleného všemi uživateli `/Users/Shared`. Adresář `/Users/Shared` se maže při každém startu systému OS X. Ostatní oddíly disků jsou přístupné pouze pro čtení. Momentálně nemají pro uživatele žádný význam.

B.4.3 Vzdálená úložiště

Pro přístup k vzdáleným úložištím můžete použít nainstalovanou aplikaci Cyberduck, která podporuje následující protokoly a služby: FTP, FTPS, SFTP, WebDAV, S3, Azure, aOpenStack Swift.



Obrázek B.4: Přijetí souboru službou AirDrop

B.4.4 Kopírování souborů mezi počítači

Mezi počítači v učebně můžete posílat soubory pomocí služby AirDrop. Ta je sice primárně určená pro kopírování souborů po Wi-Fi, ale funguje i přes drátový ethernet.

B.4.4.1 Postup

Alice (Mac mini 101) chce Bobovi (Mac mini 102) poslat soubor přes AirDrop:

1. Bob otevře AirDrop okno: `Finder -> Go -> AirDrop`.
2. Bob nastaví `Allow me to be discovered by: Everyone`.
3. Alice otevře AirDrop okno: `Finder -> Go -> AirDrop`.
4. Alice by v AirDrop okně měla vidět jména všech počítačů v učebně, kde je zapnutý AirDrop včetně Boba.
5. Alice přetáhne soubor/složku na ikonu Bobova počítače.
6. Bob potvrdí přijetí.
7. Po dokončení kopírování Bob nalezne přijatý soubor ve složce `~/Downloads`.

B.5 Poznámky k nainstalovaným aplikacím

B.5.1 Xcode

B.5.1.1 Softlinky

Při každém přihlášení uživatele se spouští skript, který zajišťuje existenci následujících softlinků.

- `~/Library/Developer/CoreSimulator -> /Users/Shared/.Developer/${USER}/CoreSimula`
- `~/Library/Developer/Shared -> /Library/Developer/Shared.`

První softlink zajišťuje ukládání dat iOS simulátoru na lokální disk (HFS+ filesystem). iOS simulátor nefunguje, pokud se jeho data nachází v adresáři připojeném přes síť. Druhý softlink odkazuje na předinstalovanou dokumentaci. Dokumentace se totiž běžně instaluje do domovského adresáře uživatele, což ve školním prostředí není žádoucí (mnoho GB dat).

B.5.1.2 Dokumentace

Spolu s Xcode je předinstalována i dokumentace, jenž obsahuje dokumentační balíky pro iOS, watchOS, tvOS, OS X a Xcode. Dokumentace je přístupná skrz Xcode -> Window -> Documentation and API Reference. Předvolby Xcode se tváří, že dokumentace není nainstalovaná, což není pravda. Pouze ve vaší domovské složce chybí recept soubory instalace.

Dokumentaci a starší verze iOS simulátorů doporučujeme nestahovat. V místě, kam by se normálně instalovaly, se nachází softlink na lokální disk, kde nemáte právo zápisu. Pokud softlink smažete, bude při následujícím přihlášení zajištěna jeho existence (viz výše) včetně smazání adresáře, jenž by jej nahradil.

B.5.2 Safari

Při prvním přihlášení v učebně je do vašeho domovského adresáře zkopírován soubor se záložkami (bookmarks) pro prohlížeč Safari. Veškeré záložky se nachází v liště oblíbených (Favorites Bar). Když by nebyla lišta zobrazena: Safari -> View -> Show Favorites Bar.

B.5.3 Google Chrome

Při prvním spuštění prohlížeče Chrome jsou nastaveny záložky (bookmarks) uživatele podle předpřipravené šablony. Veškeré záložky se nachází v liště oblíbených (Bookmarks Bar). Lištu zobrazíte: Chrome -> View -> Always Show Bookmarks Toolbar.

B.6 Znamé problémy

B.6.1 Varování "Network Accounts are unavailable"

Po startu OS X nebo probuzení ze spánku se na pár vteřin může zobrazit varování: "**Network Accounts are unavailable**". Pokud se varování objeví během psaní uživatelského jména nebo hesla, další stisknutí klávesy smaže dosud napsaný obsah políčka. Problém byl nahlášen Applu.

B.6.1.1 Řešení

Zadejte uživatelské jméno nebo heslo znovu. Případně začněte psát do políček pro jméno a heslo až poté, co varování zmizí.

B.6.1.2 Vysvětlení

Toto se děje, protože OS X je umístěn na SSD a během bootu se dostane na přihlašovací obrazovku rychleji, než naskočí síť a je kontaktován LDAP server.

B.6.2 Vyhledávání v domovské složce

Služba **Spotlight** určená k indexaci a vyhledávání souborů nefunguje v domovském adresáři připojeném přes NFS.

B.6.2.1 Řešení

Potřebujete-li najít soubor v domovském adresáři, použijte nainstalovanou aplikaci **EasyFind** nebo příkaz **find** v terminálu.

B.6.3 Permanent version storage

V některých aplikacích se můžete setkat s varováním: "**The document X is on volume that does not support permanent version storage**".

B.6.3.1 Řešení

Zaškrtněte checkbox **Do not show this message again** a potvrďte kliknutím na tlačítko **OK**.

B.6.3.2 Vysvětlení

Některé aplikace (většinou ty od Apple jako Xcode, TextEdit, Pages, atd.) používají "nový" model pro práci s dokumenty. V tradičním modelu je vytvořen nový dokument v RAM a uživatel ho musí uložit na disk jako soubor (Save As) a pravidelně ukládat jeho podobu (Save).

Apple začal v Mac OS X 10.7 Lion používat nový model. Soubor je uložen na disk již při vytvoření. Změny prováděné uživatelem jsou automaticky ukládány do souboru na disku a zároveň verzovány. Uživatel se tak může pohybovat po časové ose a prohlížet změny v dokumentu. Veškerá magie se opírá o adresář `/.DocumentRevisions-V100/`. Adresář se nachází na lokálním systémovém disku. Tato implementace logicky není přátelská k síťovým adresářům. Varování proto vysvětluje, že verzování nebude fungovat.

B.6.4 Nestabilní Firefox

Prohlížeč Firefox byl schopný značně vytěžovat procesor, když některé z jeho vláken zatížilo celé jedno jádro. Rovněž jsme zaznamenali nestabilitu aplikace. Problém může souviset s domovskou složkou připojenou přes NFS.

B.6.4.1 Řešení

Firefox byl nahrazen prohlížečem Google Chrome. Rovněž můžete použít prohlížeč Safari.

Obsah přiloženého CD

readme.txt	stručný popis obsahu CD/USB flash disku
src	
├ cite.bib	soubor s bibliografií
├ DP_Moravec_Michal_2016.tex	. zdrojová podoba práce vytvořená ve formátu L ^A T _E X
├ charts	adresář obsahující grafy použité v práci
├ diagrams	adresář obsahující diagramy použité v práci
├ images	adresář obsahující obrázky použité v práci
text	text práce
├ DP_Moravec_Michal_2016.pdf	text práce ve formátu PDF
├ DP_Moravec_Michal_2016.ps	text práce ve formátu PS