

# Virtualizace Distribuované laboratoře počítačových sítí

Martin Milata \*

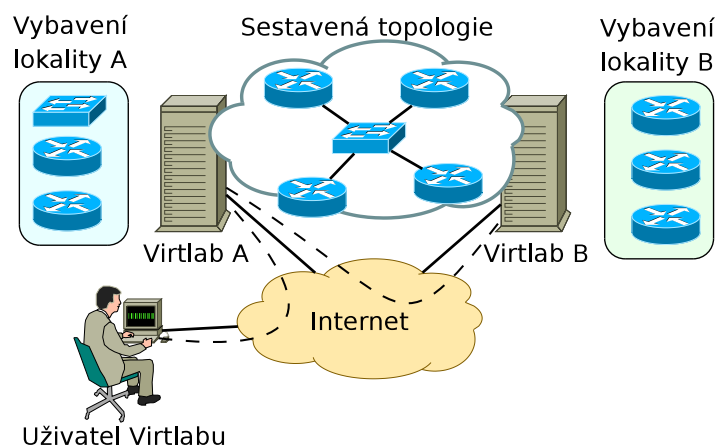
[martin.milata@vsb.cz](mailto:martin.milata@vsb.cz)

**Abstrakt** Postupné rozšiřování využití Distribuované virtuální laboratoře počítačových sítí ve výuce výrazně zvýšilo požadavky na její spolehlivost a téměř nepřetržitý provoz. Tím byla utlumena možnost jejího dalšího vývoje a testování v prostředí ostrého provozu a vyvstala potřeba vybudování alternativního řešení, jež by sloužilo pro rozvoj, vývoj a testování stávajících i nových komponent virtuální laboratoře. Snahou příspěvku je seznámit s projektem Virtualizované virtuální laboratoře a se zkušenostmi s jejím nasazením a využitím.

**Klov slova:** virtualizace, XEN, počítačové sítě, Virlab

## 1 Úvod

Význam Virtuální laboratoře počítačových sítí při výuce prakticky orientovaných kurzů zaměřených na výuku počítačových sítí se na naší katedře neustále zvyšuje. Zatímco na počátku svého vývoje byl Virlab[1, 2, 3] schopen studentům poskytnout pouze vzdálený přístup ke konfiguračním rozhraním prvků předem připravené síťové topologie z pohodlí webového prohlížeče, dnes provozujeme plně distribuovanou verzi Virtuální síťové laboratoře[4, 5] s velkým množstvím pokročilých funkcí (viz Obr. 1). Studentům, nejen kombinované formy studia, je tímto nabízen velmi mocný nástroj k řešení a testování úloh, jež jsou v rámci absolvovaných kurzů nuceni řešit.



**Obrázek 1:** Schématické znázornění Distribuovaného virlabu

Zkušenosti z praktického provozu Virlabu jednoznačně prokázaly, jak významnou roli pro běžného uživatele hraje spolehlivost celého systému. Jakýkoliv výpadek nebo ne-

\* Katedra informatiky FEI VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba

funkčnost některé ze systémových komponent či prvků topologie výraznou měrou snižuje zájem uživatelů o jeho používání. Na činnosti spojené se zajištěním nepřetržitého a bezchybného provozu je proto kladen velký důraz. Vlivem požadavku mít systém stále funkční je možnost praktického ověřování vyvíjených změn v prostředí ostrého provozu (i hlavním vývojovým týmem Virtuální laboratoře počítačových sítí) odsunuta do pozadí. V ještě horší pozici, ve vztahu k prostředí ostrého provozu, se ocitají nezávislé projekty a práce studentů, jež se zabývají vývojem rozšiřujících komponent. Před začleněním jejich práce do hlavní vývojové větve Virtlabu je nezbytné intenzivní testování a důsledná kontrola chování všech modifikovaných nebo vyvinutých částí. Především na základě těchto potřeb vyvstala nutnost vybudovat ostrému provoznímu prostředí ekvivalentní platformu, na které by mohl být prováděn další vývoj a testování. Vznikl tak nelehký úkol vybudování této platformy.

## 2 Testovací platforma Virtlabu

Prvním krokem bylo rozhodnutí, jakou cestou se při budování testovací platformy Virtlabu vydat. Nabízely se v principu dvě možnosti. První z nich, vybudování kopie ostrého provozního prostředí na novém samostatném hardware, se zdála být až na značnou ekonomickou neefektivitu ideální. Nejednalo by se jen o replikaci vybavení jedné, ale pro dosažení realističtějšího chování celého distribuovaného systému nejméně dvou lokalit. Druhou variantou bylo nalezení vhodného virtualizačního nástroje, který by byl schopen velmi specifické distribuované prostředí simulovat. Tato varianta se ukázala být optimální také pro svou nenáročnost z hlediska správy a administrace. Byla proto použita pro výstavbu systému virtualizované virtuální laboratoře určené k testování a dalšímu rozvoji Virtlabu.

Naproti velkému množství nákladných zařízení potřebných pro kopii reálného Virtlabu, virtuální prostředí požaduje jen jeden počítač, který bude virtualizované laboratoře provozovat. Tento počítač pak může sdílet celá skupina vývojářů, přičemž každý z nich může pracovat s jednou či více vlastními instancemi celé distribuované virtuální laboratoře. Navíc je možné, pro případ kdy by byl vzdálený přístup k serveru překážkou, přenést nebo dokonce přímo používat pro práci instanci virtuální laboratoře na lokálním počítači. Zde je ovšem nutné použít počítač podřídit potřebám zvolené virtualizační technologie.

I přesto, že byly požadavky na virtualizační nástroj velmi specifické, zůstává navržený systém dostatečně obecný. Může proto být snadno využit i pro vývoj nebo testování jiného distribuovaného systému než je Virtlab.

## 3 Virtualizovaný virtlab

Převod reálného distribuovaného systému do podoby jedním počítačem simulovaného řešení není proveditelný bez množství idealizací a zjednodušení, kterými zanedbáváme nedůležité vlastnosti původního systému. Nejinak je tomu i v případě Virtualizovaného virtlabu.

### 3.1 Idealizovaný model

Nemalou úlohu při výběru virtualizačního nástroje sehrál model virtualizovaného systému. V rámci něj byly stanoveny požadavky, které vyplývaly z povahy reálného Distribuovaného virtlabu a nemohly být zanedbány. Každý specifikovaný požadavek byl definován

na základně pečlivé analýzy chování a potřeb jednotlivých komponent i Distribuovaného virtlabu jako celku. Definované požadavky se ponejvíce zabývaly problematikou propojení virtualizovaných laboratoří z hlediska síťového provozu, oprávněními přístupu k simulovanému vybavení jednotlivých lokalit a definicí poskytovaných služeb virtualizovanými servery. Opomenuty nebyly ani specifikace požadavků na virtualizovaný hardware pro jednotlivé počítače.

Další z kritérií, které bylo nutno zohlednit, že je Distribuovaný virtlab budován nad open source technologiemi. Stejně jako tomu bylo u všech předchozích verzí Virtuální laboratoře počítačových sítí. Bylo tedy vhodné dodržet tento přístup k softwarovým zdrojům i v případě Virtualizovaného virtlabu. Tato skutečnost byla také zahrnuta do požadavků stanovených na základně idealizovaného modelu.

### **3.2 Virtualizační prostředí XEN**

Jako vhodný virtualizační nástroj, který je dostatečně obecný a robustní na to, aby dokázal splnit všechny požadavky stanovené idealizovaným modelem, bylo vybráno virtualizační prostředí XEN[6]. Ve spolupráci se softwarem používaným k pokročilé administraci síťových rozhraní v operačním systému GNU Linux[7, 8, 9], tvoří XEN základ celého Virtualizovaného virtlabu. Jeho výběr byl také ovlivněn řadou cenných zkušeností s jeho provozem v Distribuovaném virtlabu, kde je používán k simulaci počítačů, které jsou uživatelům poskytovány v rámci jimi řešených úloh. V obou případech se prostředí XEN osvědčil jako stabilní a spolehlivé řešení.

## **4 Implementace Virtualizovaného virtlabu**

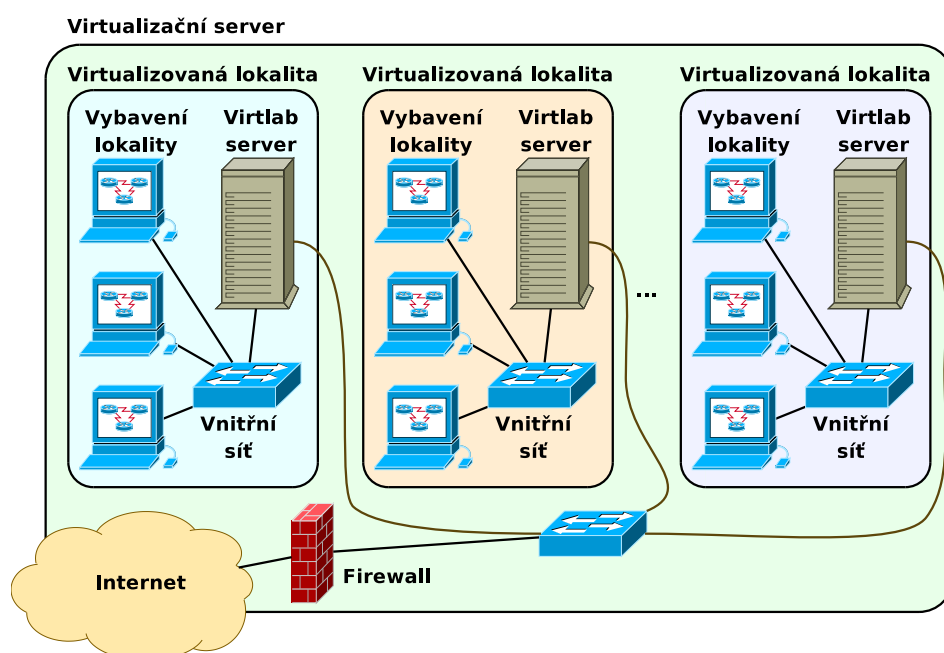
Celý Virtualizovaný virtlab lze z vnějšího pohledu chápat jako systém vzájemně propojených virtuálních počítačů (viz Obr. 2), které jako celek zprostředkovávají dojem distribuovaného systému Virtuální laboratoře počítačových sítí. Virtuální počítače, které prostředí XEN poskytuje se dále rozdělují do dvou základních skupin. První skupina jsou řídicí servery virtuálních laboratoří. Druhou skupinu tvoří počítače, jež simulují vybavení laboratoří.

### **4.1 Využití virtuálních počítačů při simulaci virtualizované laboratoře**

Obě skupiny vzájemně odlišuje množství poskytovaných služeb. Řídicí servery virtuální laboratoře zajišťují komunikaci mezi koncovým uživatelem (např. programátorem, který testuje svou práci) přes standardní webové rozhraní Virtlabu. Uživatelům je také umožněna přímá správa virtuálního serveru. Není tedy problém s aplikací změn v systému komponent Virtlabu nebo přidáváním, odebíráním a nastavováním služeb zajišťovaných řídicím serverem.

Virtuální počítače určené pro simulaci vybavení lokalit jsou oproti řídicím serverům co do provozovaných služeb podstatně omezenější. Jejich úlohou je simulovat koncová zařízení, která mohou být systémem Virtlabu propojována do různých síťových topologií.

Celkový počet virtuálních lokalit Distribuovaného virtlabu závisí na množství řídicích serverů Virtlabu, které fyzický počítač (chceme-li virtualizační server) provozuje. Ke každému z nich je také nutno přičíst vybavení, jímž má virtualizovaná lokalita disponovat. Protože počet řídicích serverů ani vybavení, jež má být simulováno, není explicitně stanoven, závisí celkové množství virtualizovaných lokalit na aktuálních požadavcích ze strany uživatelů a prostředcích serveru, který virtualizaci zajišťuje.



**Obrázek 2:** Schématické znázornění Virtualizovaného virtlabu

## 4.2 Zajištění bezpečnosti a snadné obnovy při pádu virtuálního systému

Podstatnou roli má ve virtualizovaném systému také zabezpečení před útoky zvenčí. V prostředí ostrého provozu je výběr a nastavení síťových služeb pečlivě zvažován. Jsou vyhodnocována rizika, která nasazení případné služby přináší a na základě vzniklé analýzy jsou podnikána příslušná opatření pro jejich zmírnění. Ve virtualizovaném systému tomu tak ale být nemusí. Uživatelé si mohou na virtuálních serverech, které jsou dostupné z prostředí Internetu, počínat nebezpečně a nevhodným zásahem vytvořit značný bezpečnostní problém. Zajištění bezpečnosti proto nemůže být ponecháno na úrovni virtuálních serverů Virtlabu, ale je přesunuto na úroveň fyzického počítače, který jednotlivé virtuální instance spravuje.

Uživatel navíc může svým počínáním přímo ohrozit virtuální počítač a přivést ho až do nefunkčního stavu. V takovém případě hrozí ztráta nejen nezálohované číste vykonané práce, ale i celé virtualizované lokality Distribuovaného virtuálního laboratoře. Uvedené hrozby jsou částečně zmírněny snadnou obnovou lokality Distribuovaného virtlabu s tím, že modifikovaná data oproti obnovenému funkčnímu systému jsou uživateli poskytnuta k opětovnému použití. Celý systém tak může být opět rychle funkční.

## 4.3 Systém pro správu verzí

Pro usnadnění správy verzí zdrojových kódů vyvíjených komponent byl na Virtualizovaném virtlabu, podobně jako v hlavní vývojové větvi, použit systém pro správu verzí Subversion[10]. Kromě všech výhod vyplývajících z jeho používání pro správu verzí vytvářeného kódu, systém výrazně usnadnil distribuci a aktualizaci kódu komponent na virtualizovaných serverech. Díky systému správy verzí, nejsou zdrojové kódy vyvíjených komponent uchovávány jen jako součást virtualizovaných řídicích serverů. Umístěním úložiště systému správy verzí mimo virtualizované počítače, je výrazně zjednodušeno jejich zálohování před případnou ztrátou vlivem selhání nebo poškození virtuální instance.

Díky tomu systém verzí také napomáhá rychlé obnově při selhání jedné nebo více virtualizovaných lokalit, z nichž je Virtualizovaný virtlab zkomponován.

Každý z projektů vyvíjených v rámci Virtualizovaného virtlabu má ve správě verzí vlastní vývojovou větev, ve které ukládá zdrojové kódy svých komponent. Aktualizace řídicích serveru Virtlabu, např. při přeprogramování komponenty, pak může být snáze řešena v závislosti na tom, které vývojové větvi server přináleží.

## 5 Závěr

Systém Virtualizované virtuální laboratoře počítačových sítí je dnes vývojovým týmem Virtlabu i tvůrci nezávisle vyvíjených komponent hojně využíván. Vzhledem k dynamičnosti prostředí je bez větších obtíží a jen s minimálními nároky na administraci umožněn paralelní vývoj a testování několika nezávislých projektů realizovaných v rámci Virtlabu, aniž by docházelo k interakcím mezi nimi.

## Literatura

1. Grygárek, P., Seidl, D., Němec, P. *Zpřístupnění prvků laboratoře počítačových sítí pro praktickou výuku prostřednictvím Internetu*. Sborník konference Technologie pro e-vzdělávání, FEL ČVUT Praha, 2005, pp. 43-52. ISBN 80-01-03274-4
2. Grygárek, P. *Zkušenosti z nasazení virtuální laboratoře počítačových sítí a další směry jejího rozvoje*. Sborník konference Technologie pro e-vzdělávání, FEL ČVUT Praha, 2006, pp. 58-68. ISBN 80-01-03512-3
3. Seidl, D., Grygárek, P. *Systém pro automatizovanou správu síťových topologií*. Seminář Opensource řešení v sítích 3, SLU Karviná, 2005
4. Grygárek, P., Milata, M., Vavříček, J. *The Fully Distributed Architecture of Virtual Network Laboratory*. In proceedings of ICETA, Stara Lesna, High Tatras, Slovakia, 2007. ISBN 978-80-8086-061-5
5. Grygárek, P., Milata, M. *Piloting Environment of Distributed Virtual Networking Laboratory*. In proceedings of Virtual University, Bratislava, Slovakia, 2007, pp. 209-212. ISBN 978-80-89316-09-0
6. *The Xen(TM) virtual machine monitor* [online]. c2005-2007 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z WWW: [www.xensource.com](http://www.xensource.com)
7. *XEN Wiki Networking* [online]. c2005-2008 , 2008-03-23 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z WWW: <http://wiki.xensource.com/xenwiki/XenNetworking>
8. *Net Bridge - The Linux Foundation* [online]. c2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z WWW: <http://www.linux-foundation.org/en/Net:Bridge>
9. *802.1Q VLAN implementation for Linux* [online]. 2004 , Sep-14-2004 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z WWW: <http://www.candelatech.com/greear/vlan.html>
10. *Open Source Software Engineering Tools* [online]. c2006 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z WWW: <http://subversion.tigris.org/>