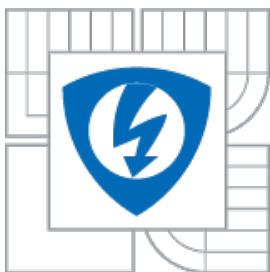




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

NASAZENÍ TENKÝCH KLIENTŮ A TERMINÁLOVÝCH SERVERŮ DO RŮZNÝCH PROSTŘEDÍ LIŠÍCÍCH SE V NÁROCÍCH NA ZATÍŽENÍ A VÝKON

DEPLOYING THIN CLIENTS AND TERMINAL SERVERS IN VARIOUS ENVIRONMENTS
THAT DIFFER IN REQUIREMENTS FOR LOAD AND PERFORMANCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN KRÁLÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ KOUŘIL

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Martin Králík

ID: 106556

Ročník: 3

Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Nasazení tenkých klientů a terminálových serverů do různých prostředí lišících se v nárocích na zatížení a výkon

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Podrobně prostudujte možnosti využití terminálových serverů a dostupných virtualizačních technologií na různých platformách - Microsoft, VMware, Unix a jiné. Navrhněte metodiku a postupy pro testování jednotlivých virtualizačních produktů ve spojení s tenkými klienty. Navržené postupy ověřte na reálných tenkých klientech a na Vámi zvolených virtualizačních technologiích. Vytvořte nejméně dvě případové studie pro nasazení tenkých klientů do prostředí s různými nároky na výkon a zatížení, které budou podloženy reálnými testy a analýzou finančních, výkonnostních a energeticky úsporných aspektů. Jeden z hlavních cílů bakalářské práce bude případová studie zaměřena na možnosti aplikace virtualizačních technologií do prostředí Ústavu telekomunikací na VUT v Brně, která bude podložena odpovídajícími testy a návrhy.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] W. R. Stanek. Mistrovství v Microsoft Windows Server 2008. CPRESS, 2009. ISBN: 978-80-251-2158-0.

[2] CH. Anderson, K. L. Griffin. Windows Server(r) 2008 Terminal Services. Microsoft Press, 2009, Paperback. ISBN: 978-0735625853.

[3] MCTS Self-Paced Training Kit (Exam 70-652): Configuring Windows Server® Virtualization.

Termín zadání: 29.1.2010

Termín odevzdání: 2.6.2010

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kouřil

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

Předseda oborové rady

Abstrakt

Tato práce se zabývá možnostmi využití terminálových serverů a dostupných virtualizačních technologií na platformách Microsoft, VMware a Citrix. V první části jsou podrobně rozebrány technické principy virtualizace a srovnány přínosy jednotlivých technologií. Druhá část je zaměřena prakticky a zabývá se návrhem testovací metodiky. Testovací metodika sestává z určení klíčových faktorů popisujících chování zákazníka, které jsou následně využity pro výběr a dimenzování hardwarové architektury. Testovací metodika je transformována do skriptovacího jazyka a připravena pro automatizované testy. Realizované testy lze rozdělit do skupin zabývajících se výkonnostním zatížením serveru, sledováním datového přenosu a mapováním časové odezvy systému na uživatelský podnět. Na klientské straně jsou nasazeni tenčí a softwaroví klienti. Jsou zde sledovány a porovnávány výkonnostní charakteristiky protokolů RDP a PCoIP.

Na základě výsledků provedených testů jsou zpracovány dvě případové studie pro nasazení tenkých klientů do prostředí Ústavu telekomunikací na VUT v Brně a do základní školy.

První studie určená pro Ústav telekomunikací se zabývá nasazením technologie VMware View pro sto padesát klientů. Druhá předpokládá nasazení Microsoft Remote Desktop Services v prostředí základní školy pro patnáct klientů.

Abstract

The thesis deals with possibilities of the use of terminal servers and available virtualization technologies on Microsoft, VMware and Citrix platforms. In the first part, technical principles for virtualization are analyzed in detail and contributions to individual technologies are compared. The second part is practically aimed and deals with the suggestion of testing methodology. The testing methodology consists of identification of key factors describing user's behaviour, which are subsequently used for selection and dimensioning of hardware architecture. The testing methodology is transformed into a scripting language and prepared for automated tests. The realized tests can be divided into groups dealing with server load performance, monitoring data transfer, and mapping of the system time response to user's stimulation. Thin and software clients are computed on the clients side. Performance characterizations of RDP and PCoIP protocols are monitored and compared here.

On the basis of the results of performed tests two case studies for computing thin clients in the environment of The Department of Telecommunications, Brno university of Technology and in a basic school are elaborated.

The first case study intended for The Department of Telecommunications is concerned with computing of VMware View technology for 150 clients.

The second one supposes to compute Microsoft Remote Desktop Services in the system environment of a basic school for 15 clients.

Klíčová slova: PCoIP, RDP, simulace, tenký klient, terminálový server, VDI, virtualizace, VMware View

Key words: PCoIP, RDP, simulation, thin client, terminal server, VDI, virtualization, VMware View

Bibliografická citace:

KRÁLÍK, M. Nasazení tenkých klientů a terminálových serverů do různých prostředí lišících se v nárocích na zatížení a výkon. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 82 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kouřil.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou na téma Nasazení tenkých klientů a terminálových serverů do různých prostředí lišících se v nárocích na zatížení a výkon jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Kouřilovi, za velmi užitečnou metodickou pomoc a za zapůjčení hardwarového vybavení nutného pro testy.

V Brně dne

.....

podpis autora

Obsah

Úvod.....	11
1 Co je virtualizace a odkud se vzala	12
1.1 Historie virtualizace	14
1.2 Virtualizace na PC platformě a VMware	14
1.3 Virtualizace v podání Microsoftu.....	15
1.4 Příchod Xenu.....	15
2 Přínos virtualizace	17
2.1 Automatizace administrace a vysoká dostupnost.....	18
2.2 Vytvoření virtuálního stroje je záležitost několika kliků	20
2.2.1 Virtuální desktopy, minimum administrátorské námahy	20
2.3 Licenční politika podporuje virtualizaci	21
2.4 Stav virtualizace v České republice	21
2.5 Shrnutí	22
3 Druhy virtualizace a virtualizační architektury	23
3.1 Podpora virtualizace na úrovni procesoru.....	23
3.1.1 PowerVM.....	24
3.2 Druhy virtualizace	26
3.2.1 Emulace.....	26
3.2.2 Plná virtualizace.....	26
3.2.3 Paravirtualizace.....	27
3.2.4 Kontajnerová virtualizace	27
4 Virtualizace dnes	29
4.1 VMware.....	29
4.1.1 vSphere4.....	29
4.2 Citrix	30
4.3 Microsoft	30
5 Virtualizace desktopů	31
5.1 Distribuční protokoly	32
5.2 Nasazení tenkého klienta.....	34

5.2.1	Tenký klient	35
5.3	VMware View	36
5.4	Microsoft Terminal Services	38
5.5	Citrix XenDesktop	39
5.6	Návrh a testování parametrů serveru pro technologii VDI	41
5.7	Identifikace klíčových parametrů pro nasazení systému VDI a TS	42
5.8	Zvolené testy a testovací metodiky	43
5.8.1	Testované architektury	43
5.8.2	Testy	43
5.8.3	Realizované testy	44
5.8.4	Scénář pro běžného uživatele :	44
5.8.5	Scénář pro náročného uživatele	45
5.9	Nástroje použité při simulacích.....	50
5.9.1	Testování tencí klienti a jejich základní parametry	52
5.9.2	Výsledky testů.....	54
5.9.3	Shrnutí výsledků testů.....	64
6	Případová studie pro Ústav telekomunikací	66
6.1	Návrh infrastruktury.....	66
6.1.1	Stanovení ceny za klienty	66
6.1.2	Určení fyzických prostředků serveru	68
6.1.3	Celková kalkulace řešení	71
6.2	Případová studie do prostředí základní školy.....	72
6.2.1	Terminálový server	72
6.2.2	Přínosy řešení	73
6.2.3	Návrh řešení	73
6.2.4	Kalkulace	74
7	Závěr.....	78
	Použitá literatura.....	79

Seznam obrázků

Obr. 2-1: Náklady na vlastní serveru	18
Obr. 2-2: Stav virtualizace v roce 2009	21
Obr. 4-1: Hodnocení virtualizačních nástrojů podle metodiky Burton.....	31
Obr. 5-1: Tenký klient.....	35
Obr. 5-2: Schema architektury VMware VDI.....	36
Obr. 5-3: Architektura Microsoft RDS (Terminal service).....	38
Obr. 5-4: Nastavení PCoIP.....	48
Obr. 5-5: Vývojový diagram.....	49
Obr. 5-6: Schéma TS simulation.....	51
Obr. 5-7: Schéma použití WANem.....	52
Obr. 5-8: Test 1	54
Obr. 5-9: Test 2	55
Obr. 5-10: Test 3	56
Obr. 5-11: Test 4	57
Obr. 5-12: Test 5	58
Obr. 5-13: Test 6	59
Obr. 5-14: Test 7	60
Obr. 5-15: Test 9	61
Obr. 5-16: Test 10	62
Obr. 5-17: Škálovatelnost	63
Obr. 5-18: Working set	64
Obr. 6-1: Porovnání spotřeby.....	74

Seznam tabulek

Tab. 2-1: Konsolidační poměr	17
Tab. 5-1: Čítače.....	42
Tab. 5-2: Realizované testy.....	44
Tab. 5-3: Vliv změny bitové hloubky	47
Tab. 5-4: Nastavení předvoleb	47
Tab. 5-5: Parametry RBT 417	52
Tab. 5-6: Plug PC 2310.....	53
Tab. 5-7: RBT 672V	53
Tab. 6-1: Kalkulace VM tenký klient	67
Tab. 6-2 VM: energie.....	67
Tab. 6-3: VM energie server	68
Tab. 6-4: VM komponenty.....	69
Tab. 6-5: VM komponenty pocet.....	69
Tab. 6-6: VM Server	70
Tab. 6-7: VM Server kusy.....	70
Tab. 6-8: VM operativní úspory [Kč]	71
Tab. 6-9: celkové investice	72
Tab. 6-10: TS kalkulace PC	74
Tab. 6-11: TS kalkulace klient.....	74
Tab. 6-12: TS porovnání klienta a desktopu	75
Tab. 6-13: TS kalkulace	77

Úvod

Tato práce se zabývá studiem současných virtualizačních technik a technologií, které jsou aplikovatelné v produkčním prostředí a umožňují zefektivnit současnou informační infrastrukturu. Cílem je vytvoření uceleného přehledu, jenž tyto technologie zmapuje a poslouží jako základ pro návrh a realizaci testovací metodiky, která bude schopna identifikovat klíčové faktory lišící se v prostředích s různými nároky na výkon a infrastrukturu. Zaměřil jsem se především na produkty a řešení od nejvýznamnějších společností (Citrix,VMware,Microsoft), které se touto problematikou zabývají a jsou schopny nabídnout dostatečně výkonné systémy i pro náročná prostředí, jakými jsou například datacentra.

Tematicky je práce zaměřená na dvě základní části. První se věnuje teoretickému rozboru technologií serverové virtualizace a umožňuje čtenáři nahlédnout do současných technik konsolidace a transformace fyzických serveru na jejich virtuální alternativu. Po nezbytném úvodu do problematiky serverové virtualizace je diskutována technologie virtualizace desktopů ve spojení s tenkými klienty.

Cílem druhé části je navázat na teoretický rozbor a stanovit parametry důležité pro popis chování virtualizačního systému. Na základě těchto parametrů budou provedeny návrhy testovací metodiky a zvoleny vhodné nástroje pro realizaci testů. Poznatky získané z teoretického rozboru a výsledků uskutečněných testů poslouží jako základ pro vytvoření dvou případových studií zabývajících se nasazením virtualizace desktopů do prostředí Ústavu telekomunikací VUT a do prostředí základní školy.

1 Co je virtualizace a odkud se vzala

Virtualizace [15] je fenomén, který je v současnosti zmiňován téměř ve všech odborných periodikách zabývajících se informačními technologiemi a není opomíjen žádným z předních dodavatelů IT. Díky tomuto mediálně obchodnímu tlaku a samozřejmě nespornému přínosu virtualizace, dochází k jejímu nasazování ve stále větším počtu organizací. Co je tedy virtualizace? Jaká jsou současná řešení a co nabízejí potencionálním zákazníkům? To jsou otázky, které si položí téměř každý, kdo se pokusí proniknout pod roušku tohoto pojmu, který v současnosti prožívá svoji renesanci. Nejde totiž o nový výdobytek, ale o reinkarnaci technologie pocházející z 60. let minulého století.

Přijatelná definice virtualizace je, že se jedná o abstrakci technických prostředků od jejich použití. K této definici připojím předpoklad, že vše co je digitální lze virtualizovat. V těchto dvou lehce filozofických větách lze získat startovní čáru na cestě ke konkrétním technologiím a řešením. Pokud celou tuto úvahu přeneseme do světa serverů, můžeme se na fyzické prostředky serveru podívat jako na množinu výkonových prostředků, které jsou nezávislé na hardwarové implementaci a jsou limitovány pouze dosažitelným výkonem fyzického hardwaru. Díky tomuto principu jsme schopni vytvořit abstrakci hardwaru, na němž můžeme provozovat systémy a aplikace, které by na původním „železe“ z důvodu platformní nekompatibility nešly spustit.

Existuje mnoho dalších přístupů k virtualizaci, všechny mají za cíl vytvořit virtuální systém, ale liší se svojí vnitřní architekturou a tedy i produkčním prostředím, pro něž se daná technologie hodí. Výše jsem zmiňoval vytvoření abstraktního hardwaru, na který je pak možno nainstalovat libovolný operační systém. Dalším z možných přístupů je vytvoření autonomních kontejnerů běžících nad hostitelským systémem. V těchto logicky oddělených kontejnerech mohou běžet hostující systémy, ty předávají svoje systémová volání hostitelskému systému. Díky předávání systémových volání je nutné, aby hostující a hostitelský systém byly stejného typu a verze. Toto řešení má dvě zásadní slabiny, tou první a jistě na první pohled jasnou je nutnost využívat stejné operační systémy. Druhou a ne tak zjevnou slabinou je nutnost přítomnosti hostitelského systému, ten totiž tvoří další vrstvu mezi hosty a fyzickým hardwarem. Samozřejmě, čím je tato mezivrstva tlustší, tím budou procesy v řetězci host – hostitel – hardware komplikovanější. Komplikovanost se projeví snížením výkonu celého virtualizovaného systému. Současným trendem je nahradit hostitelskou část co možná nejtenčí vrstvou takzvaným hypervizorem, jehož úkolem je vytvořit pouze základní podhoubí pro samotnou virtualizaci.

Nyní na chvíli odbočím od virtualizace celých systémů a zmíním další trendy v této oblasti, které jsou neméně důležité a fascinující. Co třeba samostatné aplikace, dají se taky virtualizovat? Samozřejmě a děje se to již poměrně dlouhou dobu. Například taková java a její java virtual machine umožňuje spuštění aplikace nejen na jakékoliv platformě, ale dokonce jen v internetovém prohlížeči. Podobně můžeme do této roviny zařadit platformu .NET. Tyto technologie umožňují běh a publikaci aplikace na jiném fyzickém zařízení než

se nachází uživatel, kterému se zobrazují pouze grafické výstupy aplikace. Publikovat se samozřejmě dají i standardní aplikace umístěné na terminálovém serveru [14] [1], ten pak dokáže jednotlivým uživatelům aplikace zpřístupnit pomocí proprietárních klientů, nebo přes webové rozhraní. Díky tomu jsou na uživatelův stroj kladeny minimální výkonnostní požadavky, protože jím spuštěný běží a tudíž spotřebovává systémové prostředky poskytovatele. Když můžeme uživateli nabídnout vzdáleně aplikaci, co takhle distribuovat celou plochu systému? I tato možnost se stala skutečností a je známá pod pojmem distribuce vzdálených ploch. Nejblíže k celému konceptu má vzdálená plocha, která je jistě známá všem uživatelům systému Windows. Uživatel se připojí ke vzdálenému počítači a od té chvíle vše působí, jakoby pracoval na lokálním stroji. Tento přístup umožňoval současné připojení jen jednomu uživateli, který pracoval s celým systémem. Distribuce vzdálených ploch je založená na možnosti připojení mnoha uživatelů, každému z nich je nabídnuta samostatná instance pracovního prostředí. Uživatel však nepracuje s hostitelským systémem a tudíž nehrozí jeho poškození. Vzhledem k tomu, že distribuce aplikací a vzdálených plocha spotřebovává prostředky hostitelského systému, nabízí se nám nový pohled na budování informační infrastruktury. Jedná se o koncept tenkého klienta. Stejně jako v případě virtualizace se obracíme do minulosti, do dávných dob kdy se „hloupé“ znakové terminály zprostředkovávající vstup a výstup připojovaly k „chytrým“ serverům, na nichž běžely aplikace. V současnosti je tenký klient také ve srovnání s výkonnými osobními počítači „hloupý“, je to zařízení umožňující připojit vstupní a výstupní periferie, dále obsahuje síťové rozhraní a podporu protokolů umožňující připojení k serveru. Tento koncept má díky svým pozitivům a i přes svá negativa slibnou budoucnost pro nasazení v širokém spektru prostředí. Celá problematika bude podrobněji rozebrána v kapitole zabývající se tenkými klienty.

Předešlé odstavce nastínili možnosti virtualizace operačních systémů a aplikací, jedná se však jen o zlomek informační infrastruktury, která jde zvirtualizovat. Servery jsou důležitou, ne však jedinou součástí síťového ekosystému. V systémech vysoké dostupnosti jsou důležitá datová úložiště SAN – storage area network . V rámci virtuální sítě vznikají virtuální přepínače a switche, které slouží k řízení a přepínání virtuálního provozu. Pokud se bavíme o virtualizaci v rámci sítí, nesmíme opomenout pojmy jako jsou VLAN(Virtual Local Area Network) a VPN(Virtual Private Network), díky nimž můžeme vytvářet přímá virtuální logická spojení mezi body jenž jsou fyzicky spojená nepřímou, případně pomocí VPN je možné vytvořit přímé zabezpečené spojení přes veřejnou síť. V závěru tohoto obecného přehledu bych ještě rád zmínil implementaci podpory virtualizačních technologií v procesorech firem AMD a INTEL. Díky těmto rozšířením nemusí mít hostující systém upravené jádro a může fungovat podstatně efektivněji. Vlastní a tak trochu pionýrskou cestou se vydala firma IBM. Její procesory jsou na virtualizaci plně připraveny a mají v sobě integrovaný hardwarový hypervisor.

Úkolem předešlého textu bylo obecně nastínit co je virtualizace a jak se dá použít. Snažil jsem se minimálně používat názvy zainteresovaných firem a jejich produktů, ve snaze zabránit proměně této krátké kapitoly v nestravitelný guláš. Cílem bylo nastínit čtenáři základní myšlenky a technologie, které budou v dalších kapitolách postupně zpřesňovány.

1.1 Historie virtualizace

Jako první vlašтовku virtualizace můžeme označit CTSS (compatible time sharing system), tento systém umožňoval sdílet procesorový čas. V roce 1964 byla uvedena platforma mainframe a spolu s ní zahájen vývoj operačního systému CP-40, který umožňoval spuštění až 14 virtuálních strojů současně. Od roku 1967-1972 byl vyvíjen systém CP/CMS. Virtuální architektura se skládala z řídicího vizualizačního programu VM-CP na němž se spouštěl jednoduchý uživatelský systém CMS. Na této architektuře mohli uživatelé spouštět také další operační systémy od IBM například MVS nebo z/OS. Virtualizace nabízená společností IBM byla velice pokroková a vizionářská. Bohužel hardwarová platforma, na které byla vybudovaná se stala v porovnání se stále výkonnějšími osobními počítači obchodně neúnosná a zákazníci o ni ztratili zájem. Neviditelná ruka trhu zase jednou odsoudila pokrok k zániku ve prospěch méně vyspělé, ale komerčněji výhodnější technologie.

1.2 Virtualizace na PC platformě a VMware

Historie virtualizace na platformě PC (Personal Computer) se začala v roce 1998 kdy byla v Palo Alto v Californii založena společnost VMware. Necelý rok po svém založení, představila v roce 1999 svůj první komerční produkt VMware Workstation [10] [15] sloužící pro virtualizaci uživatelských stanic. Díky tomuto softwaru bylo možno na hostitelském spustit jakýkoliv jiný virtualizovaný operační systém. Takové řešení se hodí především pro vývojářské a testovací účely. V dalších verzích se u tohoto systému objevila možnosti sdílení složky mezi hostitelským a hostovaným systémem. V průběhu práce s virtuálním systémem jdou provádět snapshoty, což je uložení aktuálního stavu virtuálního stroje. Samozřejmě je podpora USB (Universal Serial Bus) rozhraní a připojení virtuálu do sítě.

Nejjednodušším a zdarma dostupným produktem VMware pro spuštění již existujících virtuálních strojů je VMware Player. Hlavní devizou tohoto softwaru je jednoduchost použití a podpora 3D hardwarové akcelerace na virtuální grafické kartě.

Předešla VMware řešení se zabývala uživatelskými stanicemi, nyní se budu zabývat serverovými řešeními. Nejrozsáhlejší sadou nástrojů je VMware Infrastructure 3, jde o systém umožňující jak virtualizaci serverů, tak části infrastruktury.

Další serverovým produktem je VMware ESX Server, tento produkt je také součástí sady VMware Infrastructure. Hlavní předností tohoto softwaru je, že je nainstalován na

server místo operačního systému a přímo spravuje všechny virtuální stroje přímo. Díky tomu, že se eliminuje potřeba hostitelského operačního systému, dojde ke snížení ceny za licence a hlavně se celý proces komunikace mezi hosty a fyzickým hardwarem podstatně zefektivní, protože se minimalizuje vrstva mezi hosty a hardwarem pouze na nutný hypervizor. Každý virtuální stroj je vybaven kompletním hardwarem, na němž je možno provozovat jakýkoliv neupravený operační systém.

Poslední serverová edice je opět dostupná zdarma, produkt se jmenuje VMware Server a pro svůj běh vyžaduje hostitelský operační systém, na který je nainstalován. VMware Server umožňuje tvorbu virtuálních strojů běžících ve vrstvách umístěných nad hostitelským operačním systémem.

1.3 Virtualizace v podání Microsoftu

Ve srovnání s VMware se společnost Microsoft začala virtualizaci věnovat poměrně pozdě, její vstup do tohoto segmentu je datován k roku 2003. V tomto roce koupila od společnosti Connectix část jejich vizualizačních produktů, které se staly základem pro softwarové balíky Virtual PC a Virtual Server.

Virtual PC 2007 [10] slouží k virtualizaci na koncových stanicích, umožňuje jednoduché vytváření a spouštění virtuálních strojů. Díky tomu, že je vyvíjen společností Microsoft, vykazuje dobré výsledky při hostování systémů rodiny Windows, zejména v oblasti 2D aplikací.

Virtual Server 2005 je softwarem pro nasazení virtualizace v serverové oblasti. Důležitou vlastností tohoto produktu je integrace s adresářovou službou Active Directory. Mezi další pozitivní vlastnosti patří správa virtuálních serverů pomocí webového prohlížeče.

1.4 Příchod Xenu

V roce 2002 byl na University of Cambridge založen projekt Xen [15], který vznikl odštěpením od dalšího projektu nazvaného Xenoserver, ten se zabýval vývojem infrastruktury pro distribuované výpočty. V roce 2003 vedoucí projektu Xen Ian Pratt zveřejnil první vydání svého open-source hypervizoru XEN 1.0. Vzniká společnost XenSource, která zastřešuje vývojářskou komunitu kolem Xenu a staví na něm komerční řešení.

V roce 2005 XenSource vydává Xen 3, tento systém již odpovídal požadavkům pro nasazení v enterprise prostředí. Produkt podporoval až 32 CPU (Central Processing Unit) a uměl spolupracovat i s podporou virtualizace přímo na procesoru. Jedná se o technologie Intel VT a AMD-V. Spolu s tímto softwarem XenSource vydala správčovské rozhraní pro virtuální stroje XenOptimizer. V roce 2006 byl na trh uveden XenEnterprise 3.0, cílem XenSource bylo zaútočit na dosavadní výsostné postavení společnosti VMware. Dalším významným krokem v tomto roce bylo pro XenSource uzavření partnerství se společností

Microsoft. Díky tomuto spojení se podařilo do Xenu implementovat plnou podporu virtualizace systémů Windows.

Rok 2007 přináší novou verzi Xenu a to XenEnterprise 4.0. Hlavní novinkou v tomto softwarovém balíku je XenMotion, což je nástroj umožňující migraci z jednoho virtuálního serveru na jiný. V tomto roce byla XenSource koupena společností Citrix a produkt XenEnterprise byl přejmenován na XenServer. Ještě koncem téhož roku vyšel XenServer 5.0

Tato kapitola se věnovala představení „vizualizačních“ začátků třech hlavních firem pohybujících se v této oblasti. V minulosti a i v době psaní této práce platí, že produkty společnosti VMware jsou brány jako virtualizační etalon, s kterým se konkurenční firmy porovnávají. Ovšem tato situace nemusí už příliš dlouho trvat, protože konkurenti a především Microsoft dohánějí VMware mílovými kroky. Současnému stavu na poli virtualizačních produktů bude věnována kapitola Virtualizace dnes a zítra.

2 Přínos virtualizace

Po přečtení předchozích kapitol by si měl i původně nezasvěcený čtenář dokázat představit, co je virtualizace a jaké významné firmy se v této problematice angažují. Ve vzduchu ale ještě zůstává mnoho nezodpovězených otázek, v tuto chvíli je zřejmě vhodná příležitost položit dotaz v následujícím znění „Co nám virtualizační technologie přináší a proč je jejich nasazení stále častější?“ Odpověď je jednoduchá, ulehčují nám život v mnoha oblastech, podívejme se tedy na tyto oblasti podrobněji.

Pokud uvažujeme o nákupu nějakého zařízení jedním z hlavních faktorů pro výběr konkrétního produktu je poměr výkonu ku ceně. Serverová virtualizace [2] je prostředek k zvýšení efektivity vašeho datového centra, respektive vašich fyzických serverů. Udává se, že průměrné vytížení serveru se pohybuje kolem 10 procent. Dovolím si uvést ještě několik čísel, která zveřejnila společnost IBM v rámci akce Forum 2009 virtualizace Power Systems. Při nasazení jednoho virtuálního serveru se průměrné vytížení pohybovalo kolem 20.7%, špičkové vytížení dosáhlo 79.0 %. V následující tabulce je uvedeno, jak se měnilo průměrné a špičkové vytížení se zvyšováním stupně konsolidace (přidány další virtuální servery a fyzická CPU)

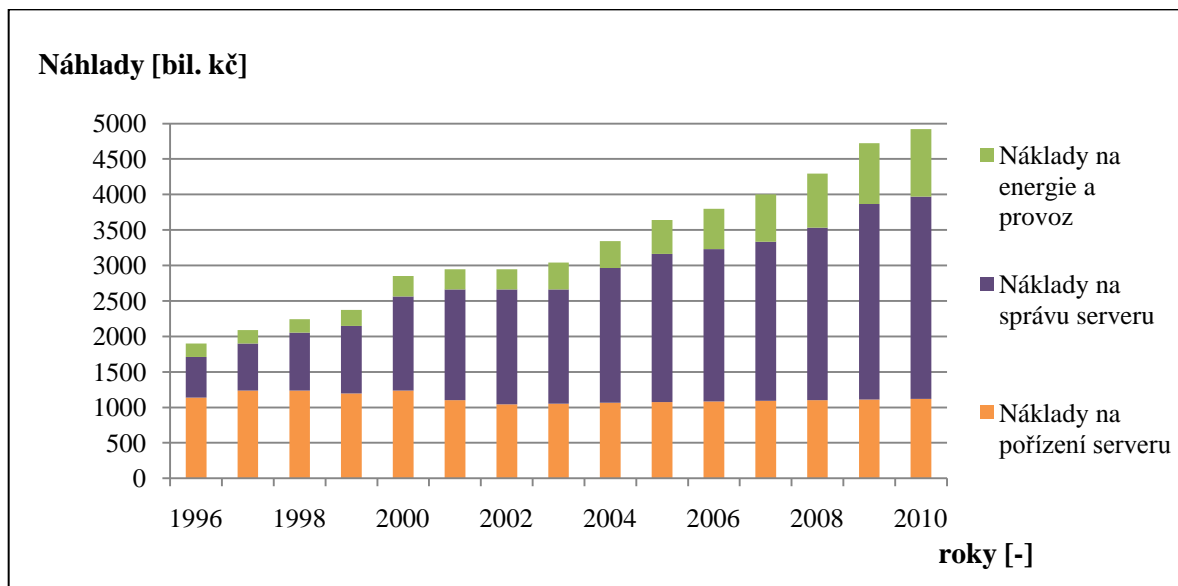
Tab. 2-1: Konsolidační poměr

Virtual. server : Fyz. Server	Počet fyz. CPU	Průměrné vytížení [%]	Špičkové vytížení
8:1	8	39	76
16:1	12	48	78
64:1	36	61	78

Z tab. 2-1 je lehce vyzorovatelné, že pokud zvyšujeme počet virtuálních strojů provozovaných na jednom fyzickém serveru, tak počet přidávaných CPU roste pomaleji než počet virtuálních serverů. Dalším důležitým faktorem je stav průměrného a špičkového vytížení. Jak je vidět, konsolidace umožňuje zvyšování průměrného vytížení, což je samozřejmě dobře, protože nám umožňuje efektivněji využívat vlastněný hardware. Díky vhodně zvolenému poměru přidávání serverů a procesorových jednotek se podařilo udržet špičkové vytížení pod hranicí 80 %, zbývá tedy dostatek rezervních zdrojů I pro případnou neočekávanou zátěž.

Snížením počtu fyzických serverů dosáhneme mnoha pozitivních efektů. Fyzické servery jsou výkonná zařízení, která mají vysokou energetickou náročnost. V dnešní době, kdy cena energie a především té elektrické roste strmě vzhůru, představuje provoz každého serveru významné výdaje. Do provozních nákladů samozřejmě platí výdaje za prostory

a klimatizační systémy serveroven, více fyzickým serverům odpovídá i vyšší náročnost administrace a tedy potřeba zaměstnávat více kvalifikovaných lidí.



Obr. 2-1: Náklady na vlastnictví serveru

Graf uvedený na obr.2-1 názorně ilustruje výši a rozprostření nákladů vynaložených na vlastnictví a provoz fyzických serverů. Čím blíže k přítomnosti se na časové ose posuneme, vidíme, že cena hardwaru klesala a v současnosti osciluje kolem stejné hodnoty.

Ušetřené provozní náklady jsou jistě jedním z hlavních lákadél pro nasazení virtualizačních řešení, důležité je však připomenout, že nejde o jediné pozitivum. Virtualizace je nejjednodušší způsob jak vytvářet heterogenní serverové prostředí, může například nastat situace, kdy se v rámci podniku využívá aplikace vyžadující hardware, který je již zastaralý a nevhodný pro udržování v datacentru. V takovém případě není nic jednoduššího, než vytvořit odpovídající virtuální stroj, který ve skutečnosti poběží na aktuálním a dostupném hardwaru. Některé subjekty mohou chtít provozovat zároveň různé systémy, ať už Unixové nebo Windows platformy. Díky virtualizačním řešením je správa takového multiplatformního systému podstatně jednodušší. Hlavní výhodou je, že virtuální stroj je ve své podstatě soubor, díky tomu je možné celé virtuální stroje snadno zálohovat, přesouvat na jiné fyzické servery, nebo navracet do původního stavu.

2.1 Automatizace administrace a vysoká dostupnost

Virtualizace přináší administrátorům dosud netušené možnosti jak zefektivnit a automatizovat proces správy serverového ekosystému. Příkladem takových technologií je například kombinace vMotion [20] s DPM (Distributed Power Management). vMotion je obchodní označení společnosti VMware pro technologii umožňující „live migraci“

virtuálních serverů mezi jednotlivými fyzickými ESX servery, to znamená, že pokud dojde k havárii nebo pokud je plánovaná odstávka rodičovského fyzického serveru, tak je možné pomocí živé migrace přesunout virtuální servery na jiný fyzický hostitelský server bez zastavení jejich činnosti. Virtuální server po přesunu pokračuje v činnosti započaté před migrací, obsah operační paměti virtuálního serveru odpovídá stavu před začátkem přesunu a změnám, které v ní proběhly během přesunu. Je důležité poznamenat, že přesouvaný server je funkční i v okamžiku migrace. Podobnou funkcionalitu nabízí i Xen, virtualizační řešení od Microsoftu nazvané Hyper-V umí pouze offline migraci, to se ale změnilo v jeho druhém vydání Hyper-V2 již také podporuje live migraci. Pod zkratkou DPM se skrývá systém umožňující efektivněji šetřit elektrickou energií použitou pro napájení a chlazení. DPM monitoruje vytížení fyzických serverů a v případě, že fyzické prostředky nejsou využity, přesune virtuální stroje na hardware tak, aby byl efektivně využit a ostatní fyzické zdroje jsou vypnuty. V případě, že opět dojde ke zvýšenému vytížení, jsou okamžitě nastartovány další fyzické servery, na které jsou pak přemigrovány virtuální stroje tak, aby došlo k efektivnímu rozložení využívaných prostředků.

Další technologie velice podobná DPM [20] je označovaná DRS [20] (Dynamic Resource Scheduling), také se vyznačuje snahou automatizovat správu hardwaru. Její prací je monitorovat přidělování výpočetní kapacity sledovaným aplikacím a v případě nedostatku výpočetního výkonu, nebo naopak při jeho neefektivním využití provést přemigrování na příslušný hardware. Další možností je změna dostupných fyzických zdrojů přiřazených určitému virtuálnímu stroji.

Předešlé techniky jistě ulehčí práci nejednomu administrátorovi, automatizovaná správa je velice důležitá pro snížení naší práce, ale má ještě jednu a snad i důležitější funkci. Je nutné uvědomit si, že přes všechny přínosy virtualizace nám díky konsolidaci vzniká kritická závislost na funkčnosti hardwaru. Pokud totiž dojde k chybě v hostitelském systému, nebo přímo na úrovni hardwaru dojde k selhání ne jednoho, ale třeba desítky hostovaných systémů. Taková závislost se nazývá Single Point of Failure. Takovému havarijnímu stavu se dá předcházet budováním záložních systémů, vytvářením výpočetních clastrů, umístěním virtuálních strojů do uložení typu SAN (Storage Area Network). Všechny tyto prvky jsou důležité, ale zcela zásadní jsou systémy, které jsou schopné sledovat výkon, dostupnost, vyhodnocovat logy a na základě těchto informací provádět operace s příslušnými virtuálními stroji. Společnost Microsoft distribuuje dva takové produkty, které jsou schopné splnit taková očekávání. Softwarový balík SCOM (System Center Operation Manager) dokáže monitorovat výkonnost a dostupnost, sleduje logy a v případě zjištění podezřelého chování je schopen nás včas upozornit. Druhým programem, který se s SCOM výborně doplňuje je SCVMM2008 (System Center Virtual Machine Manager). Taktéž jde o software z dílny Microsoftu, je určen pro správu heterogenního virtuálního prostředí. Pojmem heterogenní je myšleno, že zvládá spravovat nejen Hyper-V, ale i VMware ESX a Virtual Server 2005. Podle obchodních sdělení se

očekává v budoucnu přidání podpory i pro systémy založené na XENU. Velkým plusem SCVMM je, že přestože všechny dialogy jsou založeny na klasických klikacích průvodcích, tak celé prostředí včetně veškeré funkcionality je skriptovatelné v Power Shellu. Architektura nad níž SCVMM operuje se dá popsat pomocí vrstevového modelu. Na nejnižší úrovni je umístěn datový subsystém, nejčastěji jím je SAN Storage. Nad datovou vrstvou jsou umístěna jednotlivá virtualizační řešení (Hyper-V, Esx server). Všechny podporované systémy obsahují ovládací API, které je zastřešeno pod úroveň nazvanou Management interfaces . Toto rozhraní poskytuje SCVMM univerzální API (Application Interface) umožňující kompletně spravovat veškeré podporované virtualizační platformy. Důležitou součástí architektury SCVMM je konektor umožňující přímé napojení na již zmíněný SCOM, díky tomuto komunikačnímu kanálu mohou SCOM a SCVMM spolupracovat a zajišťovat tak neustálý dohled nad celým virtualizovaným prostředím.

2.2 Vytvoření virtuálního stroje je záležitost několika kliků

V případě kdy celý virtuální ekosystém obsahuje desítky strojů umístěných na výpočetních clastrech, může být pro administrátora nepříjemnou povinností přidat do systému další virtuální stroj, který může narušit rovnováhu v přidělování a konzumaci zdrojů konkrétních fyzických zdrojů. Naštěstí i v těchto případech jsou nápomocná centra pro správu virtuálních strojů. Jak SCVMM od Microsoftu tak VirtualCenter společnosti VMware nabízejí funkcionalitu, která značně zjednodušuje vytvoření a následné nasazení nového virtuálního stroje.

Nový virtuální stroj je možné vytvořit několika způsoby, první možností pro vytvoření virtuálu je použít předdefinovanou šablonu, která obsahuje nastavené těchto komponent (CPU, RAM, IDE, SCSI, VHD, Network, Domain, Administrator, atd.). Druhým způsobem je provést naklonování již existujícího virtuálního nebo fyzického stroje. V okamžiku kdy je vytvořen nový virtuální systém, provede správce virtuálních strojů analýzu dostupných výpočetních a úložných zdrojů a doporučí administrátorovi umístění virtuálního stroje.

2.2.1 Virtuální desktopy, minimum administrátorské námahy

Administrace mnoha počítačů a mnoha uživatelů často též přináší mnoho problémů, uživatele a počítače je nutné členit do skupin, přidělovat jim oprávnění a bezpečnostní politiky. Další rutinní prací administrátora je zajistit pravidelnou aktualizovanost jak samotného operačního systému klientské stanice, tak aplikací, které pro svoji činnost potřebují uživatele. V rámci adresářových služeb např. Active Directory [14] existuje mnoho nástrojů, které jsou přímo určeny pro řešení těchto situací, ale virtualizace desktopů nám přináší na tuto problematiku zcela jiný pohled a do jisté míry činí některé tyto nástroje nepotřebnými. Koncept je jednoduchý, vytvoříte virtuální plochu, což je abstrakce celého klientského systému, dále se vytvoří skupina klientských účtů, které mají k této vzdálené

ploše přístup. Nyní mají všichni uživatelé ve skupině stejné homogenní pracovní prostředí. V případě, že pracovníci v této skupině potřebují nainstalovat novou aplikaci, administrátor tuto aplikaci přidá pouze jednou a to do systému, ke kterému se vzdálení uživatelé připojují.

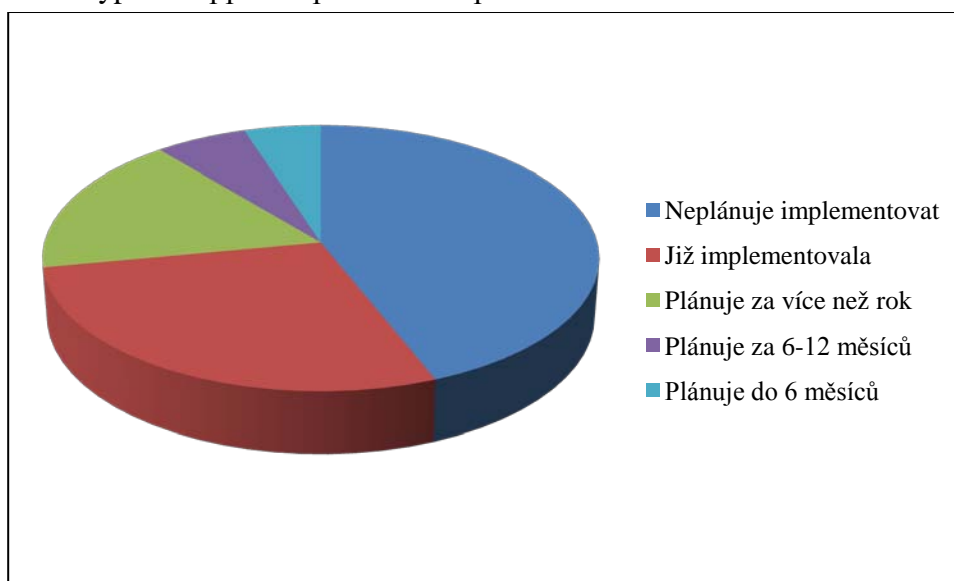
2.3 Licenční politika podporuje virtualizaci

Posledním, ale určitě nezanedbatelným přínosem virtualizace, o kterém bych se rád zmínil je licenční politika podporující virtualizaci. Touto cestou se vydala společnost Microsoft, v případě nákupu Windows Serveru 2008 R2 v edici Standard získáváte licenci na provozování jednoho Windows Serveru 2008 Standard ve virtuálu. V případě koupě edice Enterprise se jedná už o licence na 4 virtuální stroje, tzv. Licencování 1+1. Nejvyšší edice Windows Serveru 2008 R2 Datacenter získává jeho majitel neomezený počet licencí na virtuální stroje.

2.4 Stav virtualizace v České republice

V roce 2009 v období duben až květen provedla analytická společnost Afinity výzkum stavu a úrovně virtualizace ve středně velkých a velkých společnostech. Spektrum zkoumaných firem bylo široké, jejich zaměření šlo napříč trhem (chemie, farmacie, stavebnictví, automotive), průzkumu se zúčastnilo přes 300 firem.

Výsledkem tohoto průzkumu bylo, že 56% zúčastněných firem již implementovala nebo plánuje implementovat virtualizaci. Z respondentů, kteří virtualizaci neplánují nasadit, uvedlo 75 % dotázaných jako důvod nedostatek financí, nebo času na expertizu a nasazení virtualizace. Nejčastějším typem virtualizace je serverová, vzrostl však zájem o network a storage virtualizaci. Další důležitou informací je nárůst zájmu o produkty Hyper – V a Hyper – App vůči produktům společnosti VMware.



Obr. 2-2: Stav virtualizace v roce 2009

2.5 Shrnutí

Po přečtení této kapitoly budete jistě souhlasit s tvrzením, že virtualizace je trend současného IT. Nutno poznamenat, že se ale nejedná o módní, ale nýbrž velice užitečný trend. Díky ní je možné snížit provozní výdaje za hardware a údržbu, dokáže značně zjednodušit a zefektivnit celý virtuální ekosystém díky automatizovaným dohledovým systémům, které mohou provést včasné zásahy i bez přítomnosti administrátora.

3 Druhy virtualizace a virtualizační architektury

3.1 Podpora virtualizace na úrovni procesoru

Nejdůležitějšími úkoly virtualizace je v první řadě obsluha procesoru a jeho privilegovaných instrukcí. Dále se můžeme zaměřit na obsluhu paměti (stránkování, přidělování paměti) a virtualizaci vstupně výstupních zařízení. Standardní procesor rodiny x86 může pracovat v tzv. chráněném režimu. Tento režim poskytuje 4 stupně oprávnění označované jako RING 0 (nejvyšší oprávnění) až RING 3 (nejnižší oprávnění). Tyto bezpečnostní zóny slouží k rozdělení přístupových práv k fyzickému hardwaru. Výkonný kód programu směřovaný na úroveň RING 0 má privilegované instrukce, a proto může přímo pracovat s hardwarem systému. V této bezpečnostní zóně, případně v RING 1 běží operační systémy. Aplikace běžící pod operačním systémem většinou běží na úrovni RING 3. Ostatní úrovně se standardně nevyužívají.

V okamžiku kdy nasadíme virtualizaci, tak dojde ke změně využití privilegovaných režimů. V předchozím odstavci jsem uvedl, že standardně běží jádro operačního systému v kruhu 0 (RING 0). V případě virtualizace jsou hostované (virtualizované) systémy spuštěny v režimu kruhu 1 (RING 1). Na úrovni kruhu 0 (RING 0) je spuštěn speciální systém nazývaný hypervizor, někdy je také nazývaný VMM – virtual machine monitor. Úkolem tohoto systému je zajistit, aby nedošlo ke konfliktu mezi jednotlivými systémy při snaze o přístup k hardwarovým prostředkům. Hypervizor je tedy jakýmsi rozhraním, které umožňuje systémová volání a stará se o binární překlad instrukcí. Takovému druhu virtualizace se říká paravirtualizace.

Paravirtualizace patří mezi velice efektivní druhy virtualizace, hlavní nevýhodou tohoto řešení je, že vyžaduje, aby hostované systémy měly upravené jádro systému pro běh na hypervizoru. Systémová volání tzv. syscall musí být upraveny na hypercall, které jsou směřovány na hypervizor. Dalším problémem, který souvisí s hardwarem je, že díky virtualizaci běží hostované systémy mimo kruh s nejvyššími oprávněními, což vyžaduje vyšší režii při předávání instrukcí na úrovni hypervizoru. Tento systém předávání instrukcí se nazývá binární překlad (BT – binary translation), původním tvůrcem této technologie je společnost VMware. Samozřejmě tuto problematiku zaznamenali i výrobci procesorů, a protože i oni vidí ve virtualizačních technologiích budoucnost, rozhodli se implementovat podporu virtualizace přímo na úrovni procesoru. Společnost Intel označuje svoje řešení jako Intel VT (Virtualization Technology), někdy je též známá pod svým kódovým označením Vanderpool. Druhým důležitým výrobcem procesorů do osobních počítačů je firma AMD, ona svoji technologii označuje jako hardwarově asistovanou virtualizaci AMD-V (AMD Virtualization), toto označení odpovídá kódovému jménu Pacifica.

Obě výše zmíněné technologie (Vanderpool i Pacifica) mají společné to, že rozšiřují standardní režimy ochrany a přidávají další úroveň (Rings). Tento nový kruh označovaný jako (Ring -1) je určen pro běh hypervizoru, disponuje nejvyššími oprávněními pro přístup

k hardwaru. Navíc pro tuto úroveň přibyly i některé speciální instrukce. Díky přesunu hypervizoru na nižší úroveň mohou hostované systémy běžet na své nativní úrovni ochrany (Ring 0), díky tomu už není třeba směřovat veškerá systémová volání na vrstvu hypervizoru, ten vstoupí do hry v případě, že systémové volání vyvolá kritické instrukce, které jím musí být obslouženy.

Podpora virtualizace v procesorech se díky technologiím Vanderpool a Pacifica zase posunula vpřed, přesto je nutné poznamenat, že je to pouze začátek „cesty za virtualizací“. [6] [2] V předchozím textu jsem zmiňoval technologie společností AMD a INTEL, jak všichni víme, jsou to největší výrobci procesorů pro osobní počítače a přestože jsou jejich virtualizační technologie důležitým pokrokem, tak mají na poli virtualizace stále ještě co dohánět. Nabízí se otázka koho dohánět? Při hledání odpovědi na tuto otázku se zastavíme v segmentu výrobců procesorů pro servery. Zde narazíme na společnost IBM a její technologii PowerVM. IBM se vydala v této oblasti svojí vlastní cestou, která je po technologické stránce unikátní. Základem architektury PowerVM jsou procesory Power, které mají virtualizaci implementovanou rovnou na hardwarové úrovni. Jinými slovy, celý hypervizor je realizován hardwarově přímo na procesoru. Tento přístup samozřejmě vede k maximální minimalizaci virtualizační mezivrstvy, tím klesá režie a spotřeba výpočetních požadavků na obsluhu samotného hypervizoru. Je evidentní, že softwarová mezivrstva bude vždy pomalejší a režijně nákladnější, než fyzický ekvivalent implementovaný přímo v procesoru. Technologie PowerVM je vysoce inovativní počín, který díky své vyšší ceně a podpoře pouze systémů AIX, Linux a IBMi u nás není příliš rozšířen. Přesto mu však věnuji následující podkapitolu, která se pokusí popsat v hrubých rysech jeho zajímavé možnosti.

3.1.1 PowerVM

Systém PowerVM je postaven na procesorech Power, v současnosti se konkrétně jedná o řadu Power 6. Možnosti těchto procesorů jsou rozšiřitelné díky upgradu firmwaru, takže je možné po celou dobu vývoje udržovat jejich funkcionalitu v aktuálním stavu. Hypervizor je kompletně fyzicky realizován na procesoru.

PowerVM je možné spravovat dvěma způsoby, prvním je použít nástroj nazvaný Integrated Virtualization Manager, který je přístupný přes webovou správu a slouží ke správě celého virtualizačního systému. Druhou možností je tzv. Hardwarová správní konzole (Hardware Management Console), tato konzole oproti webovému rozhraní přináší rozšířenou správu a umožňuje centrálně spravovat všechny vizualizované servery v síti.

Pokud se budete zabývat virtualizací v podání IBM, tak budete v první řadě konfrontováni se slovem LPAR. Jedná se o magickou zkratku, která v podstatě stojí na pozadí celého systému PowerVM. LPAR je zkratka pro (Logical Partitioning) a jedná se o IBM analogii pro další zkratku VM (Virtual Machine), jde tedy o virtuální oddíly, na které je možné hostovaný systém rozdělit a v nichž běží hostované virtuální stroje. S LPAR

je spojen další pojem, nazývá se Micro-Partitioning. Jedná se o technologii, která umožňuje rozdělit jedno jádro až na 10 virtuálních hostů, kterým lze přidělit výkon CPU až s přesností na setiny CPU jádra. Minimální možná velikost oddílu je 1/10 CPU jádra. Maximální velikost LPAR je až 64 CPU jader. Jak je vidět, Micro-Partitioning umožňuje velice přesně a jemně přerozdělovat výkon CPU mezi virtuální systémy. Velkou výhodou je, že hodnota přiděleného CPU výkonu k určitému oddílu se dá za běhu dynamicky měnit. V souvislosti s využitím CPU přichází na scénu další funkce a to Shared Dedicated Capacity, jedná se o rozšíření Micro-Partitioningu, které umožňuje vzájemné poskytování a v případě nutnosti spotřebovávání volných cyklů CPU, takto je možno v případě nutnosti využít volné výkonnostní zdroje a přitom neohrozit garanci prostředků pro jednotlivé LPAR. Nad oddíly LPAR je možné vytvářet ještě tzv. pooly, tyto pooly sdílí procesory dostupné v rámci jednoho serveru. Pools obsahují LPAR oddíly a je tedy možné mezi těmito oddíly sdílet prostředky vyhrazené pro daný pool.

Obdobou Shared Dedicated Capacity je funkcionalita nazvaná Active Memory Sharing, jak už název napovídá, bude nám umožňovat sdílení paměťových zdrojů. Pokud není dedikovaná paměť využita, mohou ji využít jiné LPAR jednotky pro svoji činnost.

V případě nasazení virtualizace mohou nastat různé požadavky na úroveň abstrakce fyzického hardwaru. K vysvětlení předešlé věty použiji příklad. Může nastat situace, že máme ve fyzickém serveru umístěnou rozšiřující kartu se specializovanou funkcionalitou, nebo chceme, aby virtuální server prováděl náročné datové transfery s databázovým serverem. Ani v jednom z těchto uvedených případů se nám nehodí provést virtualizaci daných zařízení. Abstrakce specializovaných karet a rozhraní je v současnosti velice nákladná a obtížná, proto se této možnosti zatím příliš nevyužívá. Ve druhém případě předpokládáme vysokou zátěž na rozhraní, kde bude probíhat komunikace s databázovým serverem. Z obou předpokladů tedy dospějeme k závěru, že za současných technologických podmínek je lepší možností umožnit virtuálním strojům dedikovaný přístup k těmto specializovaným fyzickým zdrojům. Na architektuře PowerVM se o toto stará Virtual I/O Server, který pracuje jako speciální hostitelský oddíl a umožňuje přidělovat LPAR jednotkám jak virtuální tak dedikovaný fyzický hardware. Každý LPAR oddíl může využívat různé kombinace virtualizovaného a dedikovaného hardwaru.

V tomto posledním odstavci PowerVM bych rád zmínil podporu live migrace, v podání IBM je migrace označovaná jako Live Partition Mobility. Značného rozšíření zaznamenala na procesorech řady Power 6. Umožňuje přesunout aktivní LPAR z jednoho fyzického serveru na jiný aniž by došlo k zastavení chodu přesouvaného virtuálního stroje. Migrace jde využít jak k dynamické optimalizaci a rozproštění zátěže přes dostupné fyzické stroje, tak k úspoře energie a odstavení fyzických serverů, které nejsou v daném čase vytíženy.

Virtualizační řešení společnosti IBM se vydalo vlastní a technicky velice zajímavou cestou, otázkou samozřejmě zůstává, zda pokrokovější technologie nebude zase jednou

smetena méně elegantnější, ale komerčně dostupnějším řešením. Bude jistě zajímavé, jak se do budoucna bude vyvíjet souboj mezi virtualizací na úrovni hardwaru versus softwarová virtualizace.

3.2 Druhy virtualizace

V předchozím textu bylo zmíněno několik druhů virtualizace, samozřejmě se nejednalo o všechny, a proto bude náplní této podkapitoly provést jejich obsáhlejší zmapování.

3.2.1 Emulace

Tento druh virtualizace představuje abstrakci kompletního hardwaru a často i zcela odlišného oproti hostitelskému systému. To znamená, že můžeme virtualizovat celé platformy. Například na hostitelském jednoprocessorovém systému můžeme emulovat i víceprocesorový systém. Opodstatněním pro využití emulace je především možnost vytvářet různá prostředí pro vývoj a testování softwaru. Emulace se využívá také v případě vývoje a testování nového procesoru kdy ještě neexistuje jeho reálný ekvivalent, ale pouze model.

Emulace tedy provádí překlad instrukcí mezi různými výpočetními platformami, z tohoto důvodu vzniká na provozu samotné emulace výpočetní režie, která vede k zdatelnému zpomalení emulovaného systému. Například software QEMU dokáže emulovat následující architektury x86, x64, ARM, PowerPC, SPARC

Mezi nejznámější zástupce tohoto způsobu virtualizace patří QEMU, Bochs, DOSBox, PearPC.

3.2.2 Plná virtualizace

Plná virtualizace [10] je částečně podobná emulaci v tom, že virtualizuje všechny důležité komponenty počítače nezbytné pro běh neupraveného virtuálního systému. Virtuální systém si tedy myslí, že se nachází ve svém nativním prostředí a není schopen, že je virtualizován. Zásadním rozdílem oproti emulaci je, že hostovaný systém musí využívat shodného procesoru (se shodnou instrukční sadou). Díky této kompatibilitě mezi hostovaným a hostujícím procesorem je možné využívat virtualizační rozšíření implementovaná v hostujícím procesoru, což vede ke zvýšení efektivnosti celého systému. Mezi kompatibilními fyzickými stroji lze hosty snadno přemísťovat, také reinstalace virtuálního systému je vcelku svižná záležitost.

Příklady: KVM-Qemu, XEN, VMware ESX server

Nevýhodou tohoto přístupu je zpomalení na úrovni vstupně výstupních operacích, to je zapříčiněno kompletní abstrakcí hardwaru. Výkonnová ztráta oproti v současnosti výkonnostně nejefektivnější paravirtualizaci se pohybuje v řádu dvou procent. Dá se očekávat, že se vzrůstající podporou virtualizace se bude tato ztráta snižovat a plná virtualizace se stane vedoucím přístupem.

3.2.3 Paravirtualizace

Tento druh virtualizace patří v současnosti k nejčastěji nasazovanému způsobu, jeho hlavní předností oproti ostatním přístupům je vyšší efektivnost a nižší režie na samotnou virtualizační vrstvu. Toho je dosaženo díky tomu, že nedochází k abstrakci kompletního virtuálního hardwaru. Hostovaný stroj tedy v tomto případě nepotřebuje, ani nemá iluzi vlastního fyzického hardwaru, protože všechna systémová volání jádra hostovaného operačního systému jsou směřovaná na vrstvu hypervizoru (hostitele), která je obslouží. Díky takovému schématu může být vrstva hypervizoru tenčí než například u plné virtualizace. Nevýhodou paravirtualizace je potřeba, aby hostovaný systém měl upravené jádro operačního systému, které bude schopno přesměrovávat systémová volání na hypervizor.

Paravirtualizační hypervizory [6] můžeme rozdělit na dva základní typy:

1. Hypervizor je provozován přímo nad fyzickým hardwarem počítače, nachází se na úrovni RING -1, a proto disponuje nejvyššími oprávněními pro přístup k hardwaru. Hostovaný operační systém bude disponovat nižším oprávněním než hypervizor.
2. Hypervizor běží na stejné úrovni jako hostovaný systém a tudíž mají stejná oprávnění

Příklad: QEMU s jaderným modulem (KQEMU), XEN, VMware Server

Paravirtualizace je efektivní a v současnosti často využívaná. Jejím největším záporem je potřeba upraveného hostovaného systému. Tento fakt v zásadě příliš nepřeje virtualizaci uzavřených systémů, k nimž výrobci hypervizorů nemají přístup.

3.2.4 Kontajnerová virtualizace

Přístup této metody se může zdát podobný paravirtualizaci a dosahuje i podobných výkonnostních výsledků. Stejně jako u paravirtualizace nedochází k vytvoření abstrakce celého fyzického hardwaru, hlavním bodem je rodičovský systém. Nad tímto kořenovým systémem mohou být spuštěny jako instance hostované systémy, které musí být stejné jako rodičovský systém. Tyto instance se sice tváří jako izolované systémy, ale ve skutečnosti veškerá systémová volání jsou směřována na rodičovský systém. V tomto případě není přítomen ani hypervizor, dá se říci, že nad rodičovským systémem je spuštěna jen jakási virtualizační nadstavba umožňující fungování hostů. V takovém systému sdílejí jak hosti

tak hostitel jeden reálný operační systém, který spravuje fyzické zdroje hardwaru. V oblasti Unixu a Linuxu se hostovaný systém chová jako jakýkoliv jiný proces spuštěný na rodičovské úrovni, lze na něho tedy aplikovat příkazy pro standardní práci s procesy.

Výhodou tohoto způsobu je nízká režie na systémové zdroje, malá náročnost na vytváření instancí (většinou je lze vytvořit při instalaci rodičovského sys). Dalším plusem je, že nad hardwarem běží jediný systém a ten spravuje využívání fyzických zdrojů.

Zásadní nevýhodou tohoto přístupu je neúplné oddělení hostovaných systémů. Na černou listinu můžeme přiřadit i skutečnost, že díky architektuře „Kontejnerové“ virtualizace využívají hosti i hostitel jeden operační systém, a proto je nemožné instalovat aplikace zasahující do jádra systému. Typicky se jedná například o antiviry a firewally.

Příklad Virtuozzo, FreeBSD Jail, Solaris Containers (Solaris Zones)

Virtualizace na úrovni operačního systému může být efektivním řešením v případě, kdy chceme provozovat homogenní prostředí hostů a neplánujeme na nich využívat žádné aplikace požadující interakci s jádrem (kernelem) operačního systému.

4 Virtualizace dnes

Informační technologie jsou známé rychlým a skoro až turbulentním vývojem, co je ráno považováno za horkou novinku, tak večer téhož dne jde už o zastarávající řešení. Samozřejmě je předešlá věta psaná s lehkou nadsázkou snažící se zdůraznit prudký vývoj v IT. Virtualizace samozřejmě nestojí stranou těchto změn, takže často dochází ke změnám v produktové nabídce výrobců virtualizačních řešení, přesto se v této kapitole pokusím zmapovat nabídku virtualizačních produktů od nejdůležitějších výrobců na trhu.

4.1 VMware

S historií produktů této společnosti jsme se seznámili již v předešlém textu, podívejme se tedy na současný stav. Pro serverovou virtualizaci poskytoval VMware dva produkty VMware GSX server a VMware ESX Server. GSX se používal nad standardním operačním systémem, naproti tomu ESX běžel přímo nad hardwarem. V současnosti je GSX přejmenován na VMware Server 2, je možné ho stáhnout ze stránek VMware zdarma. U produktu ESX zůstalo označení stejné, vznikla však ještě volně dostupná varianta ESX i, která poskytuje stejnou virtualizační funkcionalitu jako ESX. Jediné v čem se tyto dvě verze liší je, že ESX i postrádá možnost centrální správy. Aktuální jsou tyto programy nabízeny ve verzi ESX 4 a ESX 4i a mohou se pochlubit podporou 64 fyzických procesorů, 256 virtuálními procesory a 1 TB fyzické paměti RAM.

4.1.1 vSphere4

V oblasti budování komplexní virtuální architektury pro datová centra došlo taktéž k produktové změně, sada nástrojů Virtual Infrastructure 3 byla přejmenována na vSphere4. Samozřejmě nejde pouze o změnu jména tohoto vizualizačního balíku, ale především o přidání funkce, které jsou zaměřeny především na zvýšení dostupnosti a spolehlivosti v datových centrech.

Dostupnost řeší technologie Fault Tolerance [20] eliminující veškeré výpadky a umožnění chodu hostovaného serveru i případě havárie hostitele. Principem Fault Tolerance je, že se veškeré změny prováděné na primárním hostovaném serveru přenášejí na záložní, který je okamžitě připraven ke spuštění. V případě, že se záložní systém stane primárním, bude automaticky zahájeno jeho zálohování na další rezervní stroj.

Změnu zaznamenala i oblast ukládání dat, zde byl použit Virtual Disk Provisioning, to znamená, že virtuální stroje mají disky, které alokují pouze skutečnou velikost dat a horní limit, jehož mohou dosáhnout. Díky tomu je možné diskový prostor průběžně zvyšovat, aniž by byla vyhrazená celá kapacita diskového prostoru. Rozšíření se dočkaly i funkce řešící redundanci dat uložených v klastru.

Posledním rozšířením se týká virtuálního síťování mezi jednotlivými hosty, nad síť mezi virtuálními počítači lze rozprostřít virtuální distribuovaný switch (network Distributed Switch). Velkou výhodou je, že lze použít i distribuovaný switch od jiného výrobce např.

switch Cisco Nexus 1000V. Posledním rozšířením virtuální síťové infrastruktury je přidáno podpory IPv6.

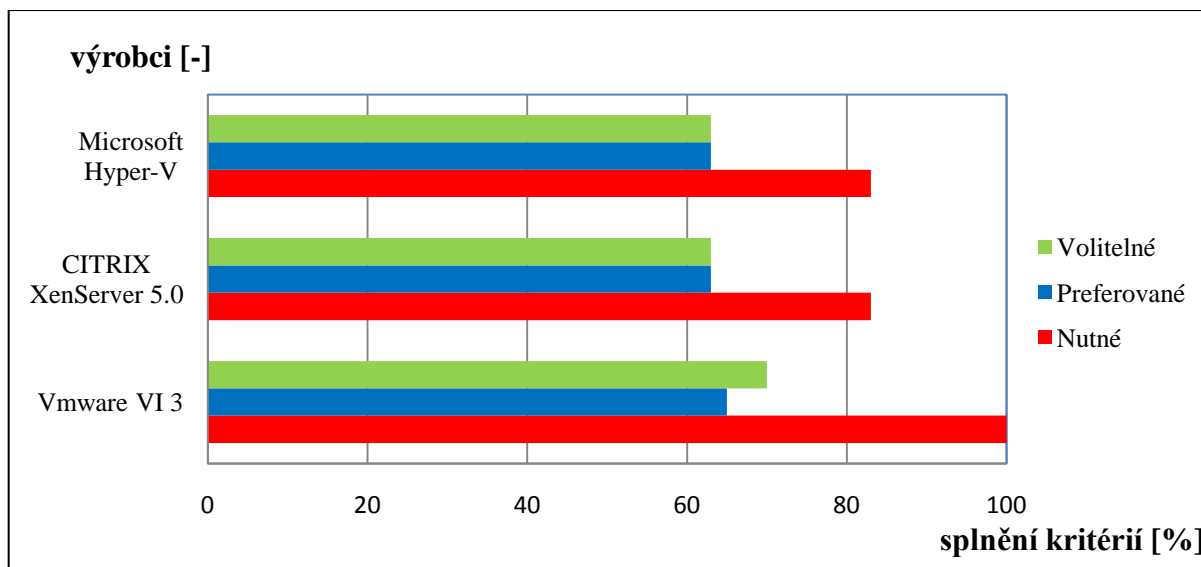
4.2 Citrix

U Citrixu [5] také došlo k přejmenování jeho produktů. Nynější řešení pro serverovou virtualizaci je označováno jako XENServer 5.5. Zásadním plusem tohoto nástroje je, že poskytuje Enterprise funkcionalitu pro nasazení v datovém centru a to za nulovou cenu. Oproti ESX i disponuje především centralizovanou správou virtuálních strojů, která se u konkurence nachází až v placených edicích.

4.3 Microsoft

Nejaktuálnější označení vizualizačního nástroje od Microsoftu je Hyper-V2, oproti předchozí verzi doznala zlepšení migrace. Ta je označovaná jako rychlá migrace, ale prozatím nedosahuje takových výsledků jako konkurence. Migrace je dostupná až od edice Enterprise a Datacenter. Hyper-V2 podporuje 1 TB fyzické paměti RAM, z toho virtuální stroj může mít přiděleno maximálně 64 GB. [14]

V úvodu jsem uvedl, že výrobci ve snaze dosáhnout lepších výsledků než konkurence uvádějí na trh nová řešení ve stále nižších rozestupech, to v důsledku znamená, že sice vyjde nová verze produktu, ale v produkčním a datovém centru se ještě s jistou setrvačností budou používat předchozí verze. Proto bych si dovilil citovat výsledky průzkumu renomované společnosti BurtonGroup, která sestavila komplexní schéma požadavků na virtualizační nástroje provozované v rámci datacentra. Produkty, které byly v této testovací metodice, jsou následující: VMware VI3, CITRIX XenServer 5.0 a Microsoft Hyper-V. Testovací požadavky byly podle své důležitosti rozděleny do třech kategorií a to na nutné, preferované a volitelné. To jak testované nástroje uspěly, můžete vidět v následujícím grafu. Přehled testovacích požadavků je uveden v příloze této práce. Nutné požadavky na 100 procent splňovalo pouze VI 3 od VMware. Nutné je ale poznamenat, že současné verze všech produktů, tedy VMware vSphere, CITRIX XenServe 5.5 a Microsoft Hyper-V2 již také 100 procentně splňují daná kritéria. [15] [10]



Obr. 4-1: Hodnocení virtualizačních nástrojů podle metodiky Burton

5 Virtualizace desktopů

Předešlé kapitoly nastínily především možnosti serverové virtualizace, její rozvoj otevřel dveře dalšímu technicky zajímavému řešení a to virtualizaci aplikací a desktopů. Stejně jako u serverové virtualizace se historie opakuje, protože zárodek myšlenky virtualizace desktopů se dá vysledovat až do sedmdesátých let minulého století, v tu dobu se začalo používat interaktivní rozhraní (terminál) pro připojení k sálovým počítačům (mainframům). Terminály můžeme považovat za velice prostoduché zařízení, které umožňovalo zadávat požadavky aplikacím běžícím na mainframu a zobrazovat jejich výstupy uživateli. Podstatné je, že veškeré výpočetní operace se odehrávaly na mainframu, terminál sloužil jen jako prostředník. Jak tedy vypadá nový kabát starého konceptu? Na výkonném serveru, případně výpočetním klastru běží distribuční služba, která je vzdálenému uživateli schopna poskytnout aplikace nebo iluzi kompletního systému, aniž by tyto komponenty byly umístěné na lokálním systému uživatele.

V následujících podkapitolách se opět zaměřím na produkty, které nabízejí společnosti zaujímající nejvýznamnějšího postavení na trhu v této oblasti. Jistě nebude žádným překvapením, že se jedná o stejné firmy jako v případě serverové virtualizace. Budu diskutovat softwarová řešení od Citrixu, VMwaru a Microsoftu.

V oblasti distribuce aplikací je nejznámější společnost Citrix a její XenApp, do nedávna byl tento produkt vlajkovým řešením Citrixu. Princip vytvoření distribuované aplikace je následující, distribuční systém (např. XenApp) proskenuje systém, v následujícím kroku je požadovaná aplikace standardně nainstalovaná. Po instalaci je opět provedeno přeskenování, ze zjištěných rozdílů vytvoří jediný spustitelný soubor s odděleným a plně přenositelným programem. Takto vytvořenou aplikaci jde přesunout do sdíleného úložiště na datové farmě, nebo může být umístěna kdekoliv v síti a pouze na ni

vytvoříme odkazy. Tímto procesem získáme aplikaci, kterou můžeme spouštět v místě mimo její fyzické umístění a dokonce na zcela odlišné platformě. Aplikační virtualizace však jde ještě o kousek dál a umožňuje distribuovanou aplikaci spouštět ve webovém prohlížeči, díky tomu mohou uživatelé spouštět svoje aplikace opravdu odkudkoliv. Výše uvedený postup jsem uváděl v souvislosti s aplikací XenApp, jedná se však o fundamentální princip, který je shodný i pro konkurenční produkty.

Rozdílným a ještě zajímavějším konceptem oproti centralizaci aplikací je centralizace celých desktopů. Tato technologie se nazývá VDI (Virtual Desktop Infrastructure) a jejím tvůrcem je společnost VMware. [16] Uživatel připojený k distribuovanému desktopu získá celý klientský systém, včetně aplikací, které jsou na něm nainstalovány. Důležitou vlastností je, že každý klientský systém je zcela autonomní a nezávislý na ostatních virtuálních desktopech.

Nyní když už je jasný princip VDI, podívejme se na nároky, jaké budou kladeny na provoz takovéto virtuální architektury. Nejdůležitějším atributem distribučního systému je zajištění vysoké dostupnosti. Je nutné si uvědomit, že se jedná o centralizovaný přístup, kdy jsou uživatelé využívající stejný distribuovaný systém připojeni ke shodnému poolu (virtuální obraz daného systému, který je distribuován). V případě havárie poolu budou odstaveni všichni uživatelé, kteří k němu přistupují, proto je zásadní takové situaci předejít. Dalším důležitým bodem při budování VDI infrastruktury je nasazení výkonných správních a administračních nástrojů. Tyto nástroje nám umožní monitorování jednotlivých připojení, provádění vzdálených zásahů do relace (zastavení, restart), nastavování politik pro pravidla připojování uživatelů.

Z textu uvedeného v předchozím odstavci se dá udělat závěr naznačující, že vybudování VDI infrastruktury nebude jednoduchou a levnou záležitostí, přesto její přínosy ve značné míře převyšují počáteční investice. Díky centralizované správě stačí provést změnu pouze na jednom obrazu systému např. aktualizaci nebo instalaci nového softwaru a všichni uživatelé pracující v jednom poolu mají k dispozici aktualizovanou verzi systému. Dalším pozitivem toho, že veškeré klientské systémy jsou virtuální, je rapidně nižší riziko zanesení virů či jiného škodlivého softwaru do interní sítě. V případě nutnosti může administrátor vstoupit do uživatelské relace a sledovat jeho práci, nebo může na relaci přímo participovat a zasahovat do ní společně s uživatelem, taková funkce je ideální například pro vzdálenou podporu nebo pro výuku ve školách.

5.1 Distribuční protokoly

Současní uživatelé jsou nároční a v případě nasazení distribuovaných desktopů očekávají zachování stejného komfortu, jaký jim poskytoval lokální systém. Tento fakt si uvědomili i výrobci virtualizačních nástrojů a začali do svých systémů a protokolů implementovat nástroje zajišťující vysokou uživatelskou zkušenost. Tato vylepšení předpokládají využití hardwaru na straně tenkého klienta pro výpočty grafických dat.

Společnost Microsoft využívá pro svoje Terminal Services protokol RDP (Remote Desktop Protocol). Nejnovější verze tohoto protokolu je označena jako RDP 7, hlavním přínosem této verze je podpora grafického prostředí Aero. [12] Další novinkou je podpora systému Direct 2D a Direct 3D 10.1. Rozšíření také zaznamenalo přehrávání HD videí, už by nemělo docházet ke ztrátě synchronizace mezi obrazem a zvukem.

Citrix do svého distribučního protokolu ICA implementoval rozšíření HDX (High Definition User Experience) Tato rozšíření provádí zefektivnění přenosového pásma při přenosu grafických dat. Příkladem může být technologie HDX MediaStream for Flash, která umožňuje streamování Flash videa v jeho nativní komprimované podobě. Obrazový výstup je z přijatých dat vypočítán až na straně klienta. Pro nasazení multimediálních a grafických aplikací je použita technologie HDX 3D. Rozšíření HDX je schopno dynamicky upravovat datový tok podle stavu přenosové linky, díky tomu se hodí pro distribuci virtuálních desktopů jak pře síť LAN (Local Area Network) tak i WAN (Wide Area Network)

VMware samozřejmě nezůstává stranou a v rámci spolupráce se společností Teradici vytvořil nový protokol nazvaný PC-over-IP. Tato technologie umožňuje automaticky identifikovat lokální zařízení uživatele (např. zda jde o tenkého klienta nebo projektor) a podle toho je schopná zvolit optimální způsob doručení dat. Dalším kritériem sloužícím k optimalizaci přenosu je stav datové linky, kterému se přizpůsobí datový přenos. PC-over-IP dosahuje výborných výsledků při přenosu grafických a multimediálních dat, je ovšem nutné poznamenat, že pro plné využití možností této technologie je potřeba mít zařízení s hardwarovou podporou Teradici technologie.

Horkou novinkou v době psaní této práce je protokol nazvaný SPICE. [7] Vyvíjí ho společnost Red Hat jako součást svého nástroje Red Hat Enterprise Virtualization for Desktops. Protokol SPICE disponuje stejně jako ICA HDX a PC-over-IP pokročilými funkcemi pro optimalizaci přenosového pásma, jeho hlavní předností je, že je vyvíjen jako open source.

Původní koncept distribučních protokolů je tvořen dvěma složkami. První je serverová komponenta spuštěná na straně serveru a druhá je klient spuštěný na uživatelském stroji. Řešení společnosti Red Hat přidává k původnímu modelu ještě jednu složku, jedná se o virtuální grafický adaptér vytvořený na úrovni hypervizoru. Virtuální grafický adaptér poskytuje hostovy podporu v provádění grafických výpočtů. Vzhledem k tomu, že virtuální grafika je spuštěna v rámci hypervizoru, je nutné, aby distribuovaný hostovaný systém byl spuštěn jako virtuální stroj.

Současný vývoj distribučních protokolů naznačuje, že všechny tři společnosti (Citrix, VMware, Microsoft) přikročí k implementaci architektury tvořené třemi složkami.

5.2 Nasazení tenkého klienta

Konceptem tenkého klienta je vize o oddělení uživatelského rozhraní od výpočetního systému, který bude provádět samotnou exekuci spuštěné aplikace. Jako uživatelské rozhraní se předpokládá jednoduché zařízení s minimálními energetickými nároky. Od výpočetního systému očekáváme výkonný server nebo ještě lépe výpočetní cluster, který dokáže uspokojit požadavky stovek připojených klientů. Nabízí se otázka, jaké jsou důvody k budování takové infrastruktury? V následujícím odstavci se pokusím tuto otázku zodpovědět.

V současnosti je stav takový, že není příliš nákladné pořídit výkonný a plně vyhovující osobní počítač za minimální náklady. Dnes totiž není hlavním nákladem nákup, ale paradoxně provozní výdaje. Cena nových a výkonných technologií klesá, zatímco cena energií a administrace stoupá. Proč tedy vlastnit výkonné počítače, které nebudou plně využity a přinesou více práce administrátorům? Tato úvaha staví na podobných základech, z nichž vychází konsolidace v oblasti serverové virtualizace. Máme tedy dostatečně výkonný hardware, který je možno díky serverové virtualizaci plně využít a přitom zachovat maximální možnou dostupnost. Desktopová a aplikační virtualizace poskytne vhodné nástroje pro vzdálenou distribuci těchto virtuálních objektů na koncová zařízení. V případě, že veškeré výpočetní operace se provádí na serveru, postačuje nám jednoduché zařízení provádějící vstupně výstupní operace.

Několikrát jsem uvedl v souvislosti s tenkým klientem, že se jedná o jednoduché zařízení, to ale není zcela pravda. Hlavním neduhem, který provázal tenké klienty od jejich uvedení na trh byl fakt, že distribuované prostředí neposkytovalo pro uživatele dostatečný komfort. Pod malým komfortem si lze představit male bitové rozlišení barev pracovní plochy, nedostatečné rozlišení zobrazované plochy. Pro případ nasazení grafických nebo multimediálních aplikací bylo toto řešení nepoužitelné. Vývojáři virtualizačních aplikací tedy museli přepracovat distribuční protokoly a implementovat do nich metody schopné optimalizovat datový tok v rámci možností přenosového pásma. Tyto optimalizační techniky jsou schopné rozhodnout podle stavu datové linky, jestli budou data převedena do obrazové podoby na serveru a odeslány na klienta, nebo zda budou zaslány v komprimované podobě a vlastní převod do obrazové podoby provede až výpočetní jednotka klienta. Vzhledem k těmto nárokům, které na tenkého klienta klade distribuční software, můžeme tenkého klienta označit za dostatečně výkonné zařízení s efektivním poměrem výkon ku spotřebovaná energie. Jako reprezentační příklad je uvedeno jedno z testovaných zařízení obr. 5-1.

5.2.1 Tenký klient

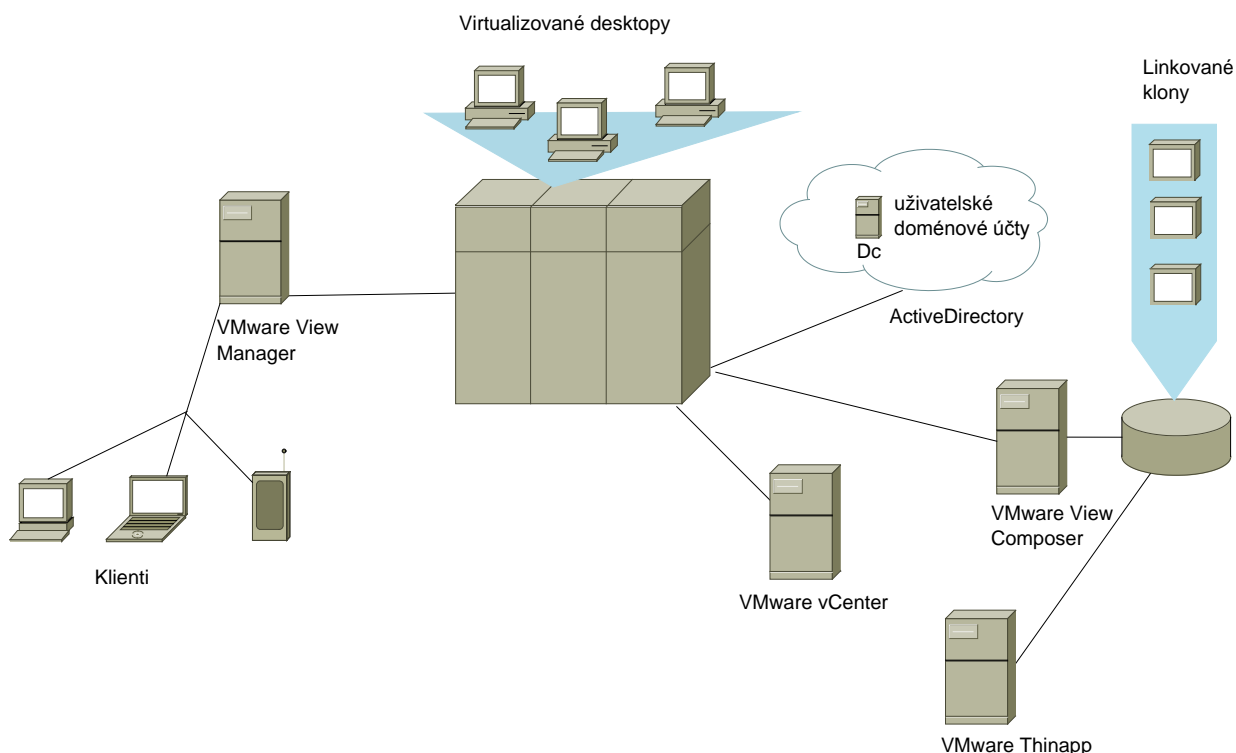


Obr. 5-1: Tenký klient

Výrobce je společnost ChipPC, jedná se o tenkého klienta s označením Plug PC LXP 2310 viz obrázek. Srdcem tohoto zařízení je procesor s redukovanou instrukční sadou o taktu 528 MHz. Podle výrobce je tento procesor ekvivalentní s procesorem řady x86 o taktu 1,8 GHz. Disponuje 256 MB Flash a 128 MB RAM DDR2. Pro komunikaci s periferiemi disponuje čtyřmi porty USB 2.0. Ve výbavě nechybí ani audio vstup/výstup. Nad tímto hardwarem běží operační systém Windows CE 6.0. Díky tomu, že nad tímto zařízením běží regulérní operační systém je snadné rozšiřovat jeho funkcionalitu. Klient disponuje hardwarovou podporou zpracování videa a grafiky, v případě spolupráce s vhodným distribučním prostředím lze tedy mluvit o zařízení vhodném pro multimediální aplikace. Spotřeba tohoto zařízení je podle výrobce pouhé 3 W.

V základní výbavě jsou podporovány tyto protokoly pro distribuci virtuálních desktopů. Připojení k systému Citrix XenDesktop umožňuje klient ICA 10, pro spolupráci s Microsoft Terminal Services je použita implementace protokolu RDP 6.0, připojení k linuxovým systémům je umožněno protokolem X-Windows 7.2 server. [1] Další rozšíření, například pro VMware View lze zdarma stáhnout ze stránek výrobce tohoto zařízení.

5.3 VMware View



Obr. 5-2: Schema architektury VMware VDI

Architektura VDI v provedení společnosti VMware se skládá z několika komponent umožňujících celý proces virtualizace a distribuce desktopů. [17] Obdobnou strukturu komponent tvořící základ VMware řešení můžeme nalézt v mírných úpravách a rozšířeních i u konkurenčních produktů.

Prvek, který umožňuje připojení k distribučnímu centru, se nazývá VDM Klient. Klient může být realizován jako softwarový program spustitelný na uživatelské stanici, nebo jako plugin obsažený v hardwarovém klientovi. VDM Agent je připojen ke Connection brokeru jehož úkolem je přijímat požadavky od VDM klienta a předávat je na server komponentě VDM Agent, další činností Connection brokeru je udržování informací o spuštěných relacích. Komponenta VDM Agent je spuštěna na uvnitř virtualizovaného obrazu a umožňuje připojení hosta. [16] VMware View poskytuje dva přístupy pro připojování k obrazům virtuálních systémů. První vychází z modelu kdy je na hypervizoru ESX virtualizovaná vždy jeden stroj pro jednoho klienta. Virtuální stroj je plnohodnotná samostatně fungující jednotka nezávislá na VMware View. Ve schématu je to označeno jako virtualizované desktopy. Druhý přístup je vhodný pro situaci kdy větší počet uživatelů využívá stejné pracovní prostředí (například ve škole) je vytvořen zdrojový virtualizovaný obraz označovaný jako master image. Z master image je pak pomocí Composeru v případě

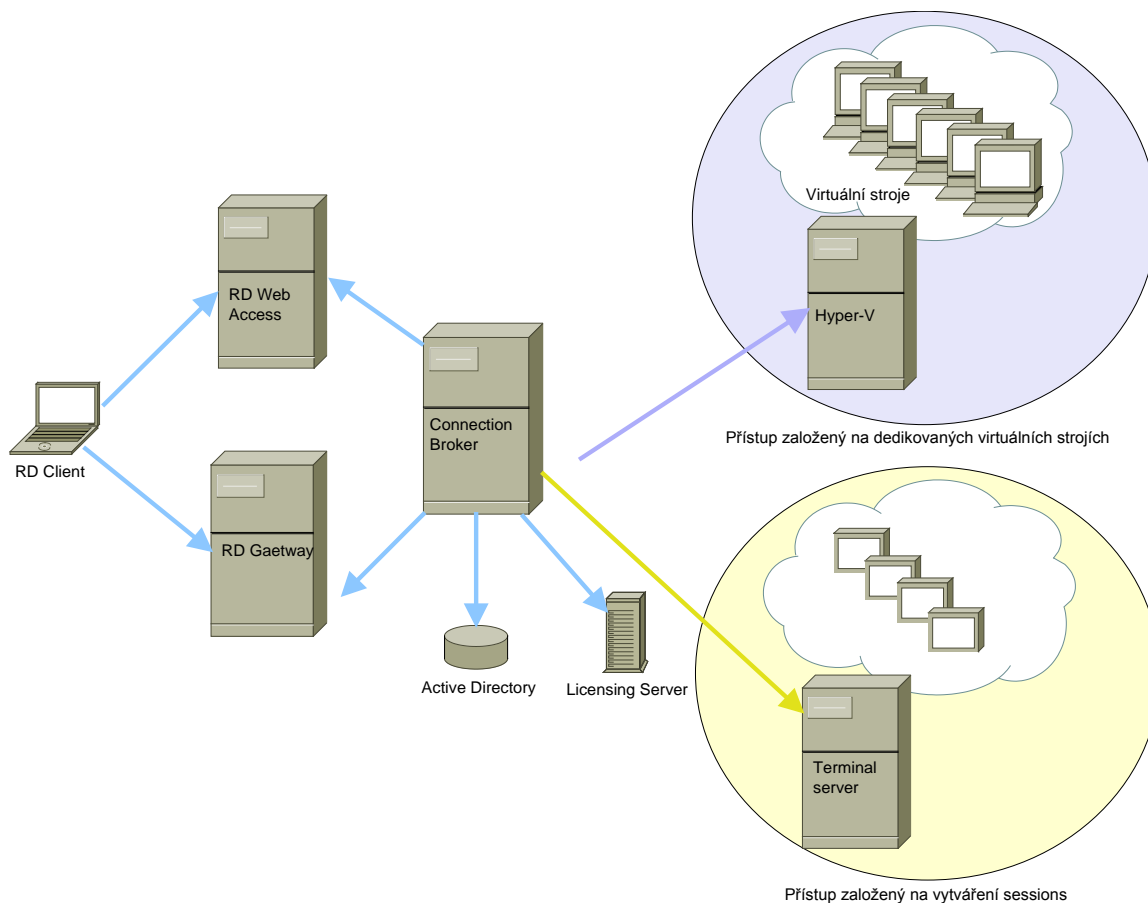
požadavku na přihlášení dynamicky vytvořen klon. Takto vytvořený klon si je možné představit jako šablonu předepisující jak má systém vypadat, v dalším kroku jsou s touto šablonou propojena uživatelská data pro konkrétního uživatele, která jsou uložena v databázi. Následně je uživateli doručen kompletní systém. Na funkcionalitu Composeru navazuje Thinapp, který je možno použít pro virtualizaci a doručování jednotlivých aplikací. Technologie klonů v mnoha ohledech připomíná chování terminálového serveru. Pro správu celé virtualizační architektury slouží VMware vCenter. Pro vytváření a správu virtuálních ploch je určen VMware View Manager. View Manager umožňuje vyhledat pomocí Connection serveru všechny dostupné obrazy s nainstalovaným View Agentem. Z takto vyhledaného obrazu je pak možné připravit připojení. Operace přípravy připojení sestává z nastavení přenosového protokolu (PCoIP nebo RDP), nastavení vlastností uživatelského prostředí a přidání autorizovaných uživatelů nebo celých skupin z active directory.

Virtualizační systém potřebuje pro svoji funkci integraci do adresářové služby, případně Windows serveru 2008 jde o ActiveDirectory. Adresářová služba je vyžadována kvůli tomu, že funguje jako struktura uchováající oprávnění, která jsou použita pro autentizaci uživatelů přihlašujících se k virtuálnímu desktopu. Ověřování se provádí na úrovni VDM serveru, pokud je uživatel úspěšně autentizován nemusí podstupovat další ověření. To je umožněno díky technologii SSO(Single Sign-On), ta běží také na VDM Serveru a umožňuje jednotné přihlášení skrze adresářovou službu.

VMware View umožňuje přistupovat k distribuovaným desktopům z řady různých systémů, jsou podporovány například tyto: Windows, RedHat, SLES,Ubuntu,OS/X Panther, Tiger, Leopard. Samozřejmě u tohoto produktu nechybí ani možnost využití spolu se zařízením typu tenkého klienta.

Aktuální verze produktu je označena jako VMware View 4, hlavní novinkou této verze je implementace protokolu PCoIP (PC over IP). PCoIP je nový zobrazovací protokol, který byl vyvinut speciálně pro distribuci virtuálních desktopů. Kromě zobrazovacích schopností nabízí i automatickou detekci cílového uživatelského zařízení.

5.4 Microsoft Terminal Services



Obr. 5-3: Architektura Microsoft RDS (Terminal service)

TS (Terminal Services) je služba spustitelná na serveru rodiny Windows Server, konkrétně bude zmiňován Windows Server 2008 R2. [1] TS nabízí dvě základní funkcionality, první je vzdálená distribuce aplikací, druhou je poskytování distribuovaných virtuálních ploch. Technologie TS využívá stejně jako standardní vzdálená plocha protokol RDP (Remote Desktop Protocol) na portu 3389. Zásadní rozdíl mezi těmito dvěma připojeními je, že pomocí vzdálené plochy se může připojit pouze jeden uživatel ke konkrétnímu systému, v případě TS je počet uživatelů limitován pouze fyzickými prostředky serveru. Současná verze Windows Serveru 2008 R2 využívá pro TS protokol ve verzi 7.0, minimální přípustná verze protokolu je 6.1. [13] Nižší verze RDP neumožňují podporu grafického stylu Aero, mají problémy s akcelerací grafiky a neumožňují obousměrný přenos zvuku. Architektura TS je v mnoha ohledech podobná systému VMware View, v následujícím textu uvedu základní součásti TS. Důležité ovšem je, že TS umožňuje distribuovat pouze systémy Windows.

TS Gaetway je přístupová brána, která umožňuje připojení přes veřejně přístupný server k serverům zapojeným za firewallem. K veřejnému serveru se přistupuje přes protokol HTTPS.

Další součástí TS je TS Session Broker jehož hlavním úkolem je sledovat a uchovávat informace o právě spuštěných relacích TS. V případě, že je uživatel odpojen od vzdáleného desktopu, umožní mu Session Broker při opětovném obnovení spojení se správnou relací.

TS podléhá speciálnímu licencování, od přidání služby TS na server je nutné provést licencování, v opačném případě se služba TS stane nefunkční. Licencování se provádí instalací služby TS licensing role na některý member server domény. Licence jsou značeny zkratkou CAL (Client Acces License) může je rozdělit na dva typy.

- TS Per Device CALs – provádí se licencování na připojené stroje
- TS Per User CALs – provádí se licencování na přihlášeného uživatele

V případě, že jsou všechny licence vyčerpány, není umožněno připojení dalšího uživatele nebo počítače. Důležité je, že licence se spolu nedají kombinovat. Obecným pravidlem pro zvolení licenčního schématu je zakoupit licence na to čeho vlastníme méně. Jako typický příklad může posloužit prostředí školy. Mnohou uživatelů se střídá u stálého menšího počtu počítačů, proto je nejlepší volbou zvolit licencování TS Per Device CALs.

5.5 Citrix XenDesktop

V době psaní této práce společnost uvedla na trh produkt XenDesktop 4.0. Princip technologie je opět podobný jako u předešlých konkurenčních produktů. Vzdálený server funguje jako datové úložiště, ve kterém jsou umístěny obrazy hostovaných operačních systémů. Je důležité, aby uživatel měl na svém lokálním zařízení nainstalovaný Citrix Desktop Receiver. Ten slouží jako autentizační bod pro připojení ke vzdálenému desktopu. Desktop Receiver přeposílá svoje požadavky na serverovou službu Delivery Controller. Delivery Controller provádí samotné ověření a v případě úspěšné autentizace zpřístupní vyžádaná data. Další možností pro připojení k distribuované ploše je využití webového prohlížeče, v takovém případě se uživatel může nacházet kdekoliv a přesto může využít svůj pracovní stroj s veškerým nainstalovaným softwarem.

Důležitým prvkem systému XenDesktop je technologie nazvaná HDX (High Definition User Experience), jejím úkolem je nabídnout uživateli stejné uživatelské prostředí jako-by pracoval na lokálním stroji. Rozšíření nazvané HDX Plug-n-Play umožňuje bezproblémovou komunikaci zařízení připojených na USB rozhraní lokálního stroje spolu s virtuálním desktopem.

Ve verzi XenDesktop4 získala technologie HDX několik dalších rozšíření, které z ní dělají poměrně inteligentní nástroj pro distribuci desktopů na vysoké úrovni. Takovým rozšířením může být například balík funkcí nazvaný HDX Adaptive Orchestration, tato skupina funkcí dokáže na základě analýzy přenosového kanálu a koncového zařízení

uživatele určit optimální metodu doručení. [5] Další nová vylepšení HDX se zabývají především zefektivnění přenosu multimediálních a graficky náročných aplikací. Patří mezi ně následující technologie:

- HDX MediaStream for Flash: Akceleruje přenos multimediálních dat formátu Flash, urychlení se provádí tak, že se Flash data posílají do koncového zařízení v jeho nativním formátu a pro vlastní zobrazení se využívá výkonu lokálního stroje.
- HDX RealTime: Umožňuje připojení webové kamery a minimalizuje šířku přenosového pásma při přenosu hlasu a hudby.
- HDX Plug-n-Play: Zavádí vylepšenou podporu pro zařízení připojitelná přes rozhraní USB.
- HDX 3D: Tato technologie přináší na distribuované desktopy to, co jim dlouho chybělo a to podporu pro CAD/CAM aplikace. Dalším pozitivním přínosem je, že se HDX 3D dokáže vyrovnat i poměrně velkým zpožděním, a proto je možné využívat tyto aplikace i přes síť WAN (Wide Area Network).
- HDX IntelliCache: V případě, že data nebo grafika vyžadují velkou šířku pásma, tak jsou ukládány do sdílené mezipaměti, odkud mohou být co nejefektivněji doručeny.

5.6 Návrh a testování parametrů serveru pro technologii VDI

Virtualizace a distribuce desktopů je v současnosti jedním z nejaktuálnějších trendů konsolidace IT infrastruktury. Jedná se o další logický krok, který navazuje na virtualizaci v oblasti serverů a přináší úsporná opatření na klientskou stranu. Díky tomuto znovuobjevenému paradigmatu, kdy je výpočetní zátěž z větší části přesunuta na server, je možné minimalizovat výkonnost klientského zařízení. Nejvýznamnějším důsledkem takové zeštíhlovací kúry aplikované na klientské zařízení je významné snížení jeho energetické spotřeby. Zařízení, které bylo takto záměrně ochuzeno na výkonostních parametrech je označováno jako tenký klient. Tato technologie využívá v principu dva odlišné přístupy. První, označovaný jako VDI je založen na oddělených samostatných systémech. Obraz operačního systému je uložen do centralizovaného sdíleného úložiště. V tomto úložišti je zmíněný obraz virtualizován a připraven pro připojení klienta. Přístupový software na straně klienta se připojí k virtualizovanému systému na serveru, veškerý datový přenos z klientských periférií je přesměrován do vzdáleného systému. Tento proces je však před uživatelem skrytý a celý systém tak vytváří dojem, že je spuštěn lokálně. Druhý přístup využívá jednoho operačního systému, který figuruje jako hostitel. S každým klientským požadavkem o připojení je v rámci hostitelského systému vytvořena izolovaná relace. Z pohledu uživatele se opět jedná o samostatný lokální systém, který je ale stejného typu jako hostitelský systém a obsahuje pouze ty aplikace, které jsou instalovány na hostovi. Z pohledu hostitelského systému je každá relace spuštěna jako další proces, nejedná se tedy o autonomní systém. Tento přístup je označovaný jako terminálová služba. [1] [8]

V případě, že se rozhodneme nasadit do svého produkčního prostředí technologii virtualizace desktopů, je zásadním krokem vhodná analýza požadavků, které budou na takový systém kladeny. Systémy distribuce vzdálených ploch jsou obecně nejnáročnější na spotřebu operační paměti. Hned za operační paměti jsou kladeny vysoké nároky na úložný subsystém. Je nutné zajistit redundanci obrazů virtuálních systémů a přitom minimalizovat přístupovou dobu k datům.

Prvotním úkolem při plánování fyzických zdrojů serveru je stanovit počet uživatelů, kteří se budou připojovat k serveru. [18] [12] [11] Každý uživatel představuje relaci a existence relace sama o sobě vyžaduje přidělené operační paměti. K této paměťové režiji je nutno přičíst sumu veškeré paměti zkonsumované uživatelskými aplikacemi. Hodnotu tohoto výpočtu pak vynásobíme počtem uživatelů a získáme nároky kladené na operační paměť. Stanovení výkonu procesoru je značně subjektivní podle místa nasazení. Obecné doporučení je využít 64 bitový vícejádrový procesor s co největší vyrovnávací pamětí. Dají se vyhledat doporučení, ale odborná literatura doporučuje sestavit zátěžové testy, které nám ukážou nároky kladené na náš systém.

Návrh testovací metodiky sestává z těchto bodů:

- Stanovení sledovaných čítačů hodnot
- Stanovení požadavků na virtualizační architekturu
- Stanovení provozovaných klientských aplikací
- Výběr vhodných prostředků pro samotné testování
- Zhodnocení výsledků testů a jejich promítnutí do návrhu fyzických prostředků

Například při návrhu systému založeném na Microsoft Terminal Services je nutné sledovat tyto výkonnostní ukazatele.

Tab. 5-1: Čítače

Processor: % Processor Time	Vyjadřuje na kolik procent je procesor vytížen
Terminal Services Session: Total Bytes	Udává počet bytů, přenesených po virtuálních kanálech v rámci dané relace
Physical Disk: Avg. Disk Queue Length	Reprezentuje průměrný počet vstupně výstupních operací čekajících na obsluhu diskem. Počet by neměl být větší než 2.
Memory: Page Faults/Sec	Hodnota představuje počet přístupu do stránkovacího souboru, tento děj nastává při nedostatku operační paměti. Čím nižší hodnota, tím je situace lepší.
Terminal Server Session: Working Set Peak	Hodnota představuje množství paměti zkonsumované danou relací
Terminal Server Session: % Processor Time	Vyjadřuje na kolik procent je procesor vytížen danou relací

5.7 Identifikace klíčových parametrů pro nasazení systému VDI a TS

V případě, že se rozhodneme nasadit do svého produkčního prostředí technologii virtualizace desktopů, je zásadním krokem vhodná analýza požadavků, které budou na takový systém kladeny. Systémy distribuce vzdálených ploch jsou obecně nejnáročnější na spotřebu operační paměti. Hned za ní jsou kladeny vysoké nároky na úložný subsystém. Je nutné zajistit redundanci obrazů virtuálních systémů a přitom minimalizovat přístupovou dobu k datům. V neposlední řadě je důležité zajištění dostatečně výkonných CPU, tak aby zvládla uspokojit výpočetní požadavky klientských systémů. [12] [13] [18] Předšlé ukazatele můžeme shrnout do skupiny označené jako primární. V sekundární skupině se nacházejí indikátory, které více než s hardwarovými parametry serverů souvisí s uživatelskou zkušeností. Jako sekundární ukazatel můžeme označit schopnost

distribučního protokolu přizpůsobit se fyzickému prostředí sítě a dodat uživateli očekávaný výsledek v očekávaném čase. Příkladem sekundárního parametru může být například odezva na uživatelův podnět v síti typu WAN.

Vzhledem k tomu, že každé produkční prostředí se zákazník od zákazníka liší, je nejlepším způsobem pro vhodné dimenzování distribuční architektury provést testy, které odhalí jeho potřeby a umožní volbu optimální architektury.

5.8 Zvolené testy a testovací metodiky

5.8.1 Testované architektury

V této práci bylo provedeno testování a srovnání řešení VMware View využívající svůj nový protokol PCoIP a Microsoft Remote Desktop Services s protokolem RDP. Pro připojení k těmto systémům byly použity jak softwarové implementace klientů, tak 3 tenci klienti, které se mi podařilo zapůjčit od jejich výrobců.

5.8.2 Testy

Při sestavování testovací metodiky bylo cílem postihnout jak primární tak sekundární parametry. V primární skupině testů je zahrnuto především sledování využití operační paměti a výpočetního času procesoru v závislosti na scénáři, který definuje náročnost uživatele. Pojmeme náročnost uživatele představuje například počet současně spuštěných aplikací, nastavení barevné bitové hloubky pracovní plochy, nastavení vizuálních stylů atd. Předešlé testy mají vypovídací schopnost vzhledem k jednomu uživateli a jeho vlivu na systém. Díky tomu, že známe výsledky pro jednoho uživatele, můžeme pak jejich prostým vynásobením počtem uživatelů získat požadované fyzické parametry našeho serveru. Tento přístup však díky tomu, že vychází z dat získaných činností jednoho uživatele, předpokládá ustálený stav a není vhodným ukazatelem pro extrémní situaci. Jako extrémní situaci můžeme například označit hromadné přihlášení uživatelů v krátkém časovém úseku. Tento problém simuluje test škálovatelnosti, kdy se v rozmezí jedné sekundy budou přihlašovat noví uživatelé až do celkového počtu 18 relací. Testy ze sekundární skupiny se dělí na dva typy. První sledují konzumaci přenosového pásma v závislosti na použitém protokolu, nastavení relace a uživatelské činnosti. Druhé sledují rychlost odezvy systému na uživatelský podnět v závislosti na fyzických parametrech sítě, nastavení relace, použitém protokolu a uživatelské činnosti.

5.8.3 Realizované testy

Tab. 5-2: Realizované testy

Konzumace operační paměti při vytvoření RDP relace : Test 1,
Konzumace operační paměti v závislosti na uživatelském scénáři: Test 2, Test 3:
Využití přenosového pásma při použití protokolu PCoIP a RDP: Test 4, Test 5
Odezva systému při použití protokolu PCoIP a RDP: Test 4, Test 7
Porovnání konzumace pásma protokolem RDP implementovaným do tenkých klientů: Test 9
Porovnání spotřeby elektrické energie jednotlivých klientů při použití scénáře náročného uživatele: Test 10
Test škálovatelnosti maximálního počtu uživatelů: Škálovatelnost

V závislosti na typu a počtu paralelně spuštěných aplikací dochází k různému vytížení fyzických zdrojů, zejména procesoru a operační paměti. Výchozím předpokladem je, že před samotným návrhem je nutné stanovit nároky a požadavky uživatelů, aby bylo možné správně dimenzovat kapacitu hardwaru. Ze skupiny požadavků je vhodné izolovat podmnožiny, které se významně liší v konzumaci fyzických parametrů. Z takto sestavených skupin neboli scénářů je možné přesněji odhalit nedostatky v návrhu infrastruktury. V této práci byly pro ilustraci vytvořeny dva scénáře označené jako běžný a náročný uživatel.

5.8.4 Scénář pro běžného uživatele:

Start (Test)

- ⇒ Start (Thunderbird)
 - Přijmi email
 - Minimalizuj
- ⇒ Start (Internet Explorer)
 - ⌘ Smyčka (pocPanelu=0; pocPanelu<7;pocPanelu++)
 - Přejdi na WWW
 - Čekej 0,5 minuty
 - Otevři nový panel
 - ⌘ KonecSmyčka
 - Minimalizuj (Internet Explorer)
- ⇒ Start (Writer || Word)
 - Zapiš stránku textu
 - Uprav a formátuj text
 - Minimalizuj (Writer || Word)

⇒ Start (PowerPoint prezentaci)

- Projdi prezentaci
- Minimalizuj PowerPoint

Konec (Test)

5.8.5 Scénář pro náročného uživatele

Start (Test)

⇒ Start (Thunderbird)

- Přijmi email
- Minimalizuj

⇒ Start (Internet Explorer)

⌘ Smyčka (pocPanelu=0; pocPanelu<7;pocPanelu++)

- Přejdi na WWW
- Čekej 0,5 minuty
- Otevři nový panel

⌘ KonecSmyčka

▪ Minimalizuj (Internet Explorer)

⇒ Start (Writer || Word)

- Zapiš stránku textu
- Uprav a formátuj text
- Minimalizuj (Writer || Word)

⇒ Start (PowerPoint prezentaci)

- Projdi prezentaci
- Minimalizuj PowerPoint

⇒ Start (Fierfox)

⌘ Smyčka (početPanelu=0; početPanelu<7;početPanelu++)

- Přejdi na WWW
- Čekej 0,5 minuty
- Otevři nový panel

⌘ KonecSmyčka

- Minimalizuj (Firefox)
 - ⇒ Otevři (Pdf1)
 - ⇒ Otevři (Pdf2)
 - ⇨ Smyčka (dokud časovač true)
 - Pdf1.PosunNaDalšíStranu
 - Čekej 2s
 - Pdf2.PosunNaDalšíStranu
 - Čekej 2s
 - ⇨ KonecSmyčka
 - ⇒ Otevři projekt ve VisualStudiu
 - Přelož a spusť projekt
- Konec (Test)**

Výše uvedené zátěžové scénáře jsou popsány v zjednodušené formě, aby jasně ukázaly, jaké aplikace budou spouštěny a co s nimi bude prováděno. Z toho důvodu zde nejsou podrobně rozebrány časovače a synchronizační události důležité pro řízení automatizovaného testu. Pro popis testu z hlediska programových kroků může vývojový diagram, který je na obr. 5-5 usnadnit pochopení probíhajících procesů.

Scénáře jsou koncipovány tak, aby simulovaly nejčastěji prováděné činnosti na počítači. Při podrobnějším pohledu na scénáře je možné identifikovat bloky, které spadají do kategorií **text**, **pdf**, **www**, **prezentace**. Toto vyčlenění podkategorií je důležité zejména pro testy, kde je sledovaná velikost zkonsumovaného pásma v závislosti na konkrétní činnosti a není důležité rozlišování na celé scénáře. Jsou podstatné rozdíly datového toku při činnostech spadající do kategorie text a například prezentace.

Velikost datového toku je ovlivněna kromě prováděné činnosti také uživatelským nastavením relace. [11] [12] Pod pojmem uživatelské nastavení je myšleno například rozlišení obrazovky a bitová hloubka barev, vyhlazování písma, zapnutí vizuálních stylů atd. Význam těchto parametrů může být demonstrován při změně bitové hloubky barev a pracovní kategorii text viz. tab. 5-3.

Tab. 5-3: Vliv změny bitové hloubky

Protokol RDP 6.0				
Bitová hloubka [bit]	32	16	15	8
Text [kBps]	23,00	3,10	3,00	2,05

Vzhledem k množství nastavitelných možností pro protokol RDP nejsou v rámci testů měněny všechny, ale je využíváno předvoleb, které odpovídají určité kvalitě linky a vždy aktivují uživatelská nastavení vhodná pro danou kvalitu spojení. V tab. 5-4 jsou uvedeny předvolby a k nim náležící volby používané v testech.

Tab. 5-4: Nastavení předvoleb

Předvolby	56 kbps	256 kbps	LAN
Pozadí plochy	-	-	ANO
Vyhlazení písma	-	-	ANO
Kompozice plochy	-	-	ANO
Zobrazení obsahu okna při přesouvání	-	-	ANO
Animace nabídek a oken	-	-	ANO
Vizuální styly	-	ANO	ANO
Trvalé ukládání rastrů do mezipaměti	ANO	ANO	ANO

Protokol PCoIP nabízí oproti RDP podstatně méně možností pro nastavení relace. Nastavení se vztahují pouze k chování přenosu Flash videa. Absence možnosti podrobnějšího nastavení se dá přisoudit adaptivní povaze protokolu PCoIP, měl by být schopen přizpůsobit se fyzickému stavu linky a nabídnout uživateli maximální komfort srovnatelný s lokálním systémem. Z tohoto důvodu jsou v testech definovány pouze dvě skupiny uživatelských nastavení a to **maximální** a **minimální**. Menu s možnostmi nastavení protokolu PCoIP je na obr. 5-4.

Testy sledující odezvu na uživatelský podnět jsou založeny na měření času uplynulého od vyvolání akce uživatele až po adekvátní reakci systému. Příkladem může být doba uplynulá mezi vyvoláním nabídky start a jejím skutečným zobrazením na ploše.

Testová metodika sestává především z operací, které mění pozici oken, provádí jejich maximalizaci a minimalizaci a vyvolává kontextové nabídky. Vzhledem k tomu, že reakční doba je velice důležitá pro komfort uživatele, mohou být hodnoty získané z tohoto typu testu rozhodující pro zákazníka při výběru konkrétního řešení.

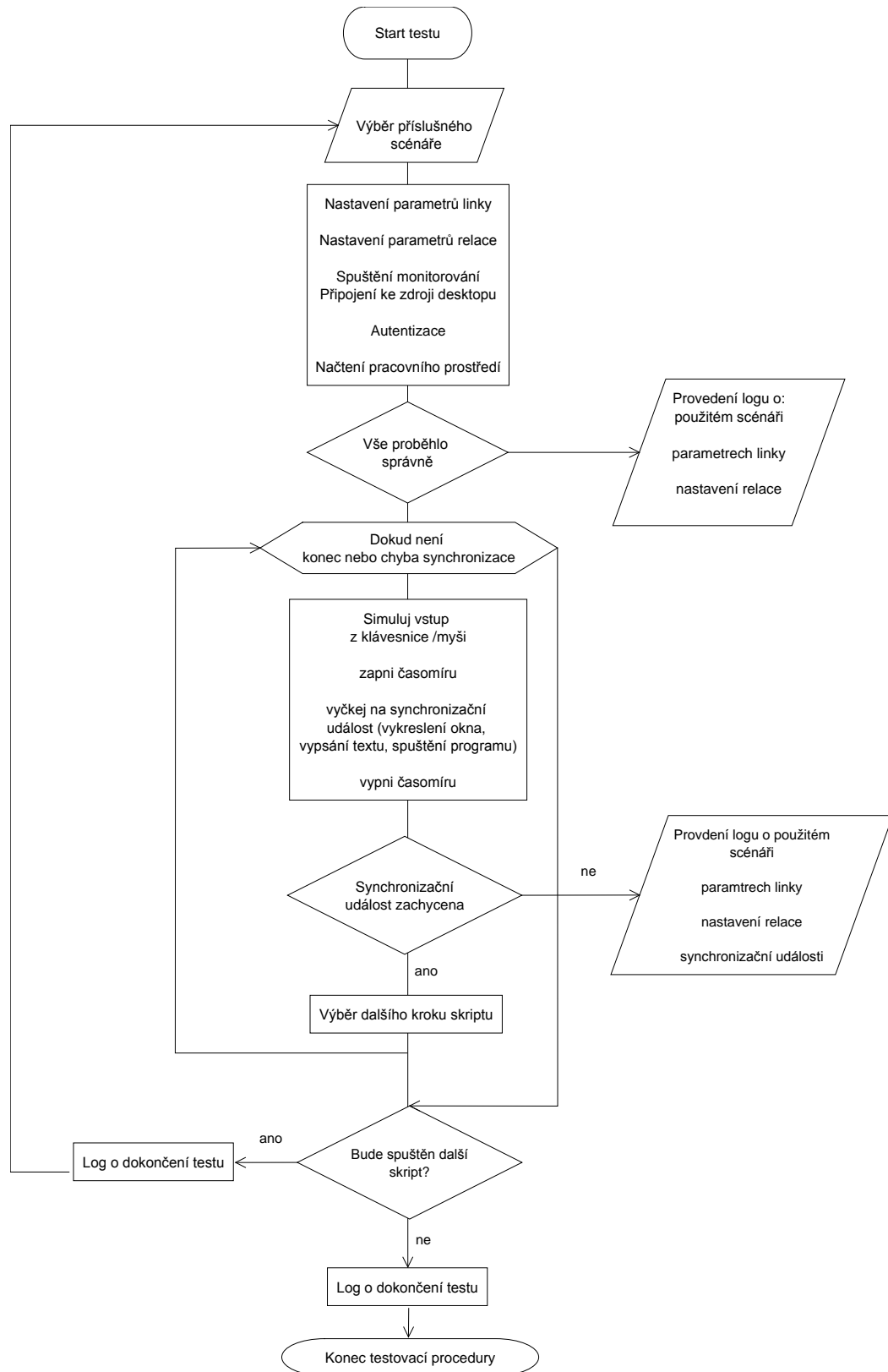
Pro zjištění schopnosti protokolů RDP a PCoIP přizpůsobit se nepříznivým přenosovým podmínkám byl realizován test měřící odezvu systému v závislosti na přenosové rychlosti a zpoždění na dané lince.

The screenshot shows the 'Edit Desktop' configuration window. On the left is a navigation pane with options: Type, Source, vCenter Server, Unique ID, Desktop/Pool Settings (selected), and Ready to Complete. The main area is titled 'Desktop/Pool Settings' and contains the following sections:

- General**: State (Enabled), When VM is not in use (Do nothing (VM remains powered on)), Automatic logoff after disconnect (Never), Connection server restrictions (None), and a checkbox for 'Allow users to reset their desktop' (unchecked).
- Display Protocol**: Default display protocol (PCoIP), a checked box for 'Allow users to override the default protocol', Max number of monitors (1), and Resolution of each monitor (1920x1200). A note states: '**Existing virtual machines need to be powered off and then on for the settings to take effect'.
- Adobe Flash**: Adobe Flash quality (Low) with the note 'Lower quality results in more bandwidth savings', and Adobe Flash throttling (Aggressive) with the note 'More aggressive throttling results in more bandwidth savings'.

At the bottom right are four buttons: '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'.

Obr. 5-4: Nastavení PCoIP



Obr. 5-5: Vývojový diagram

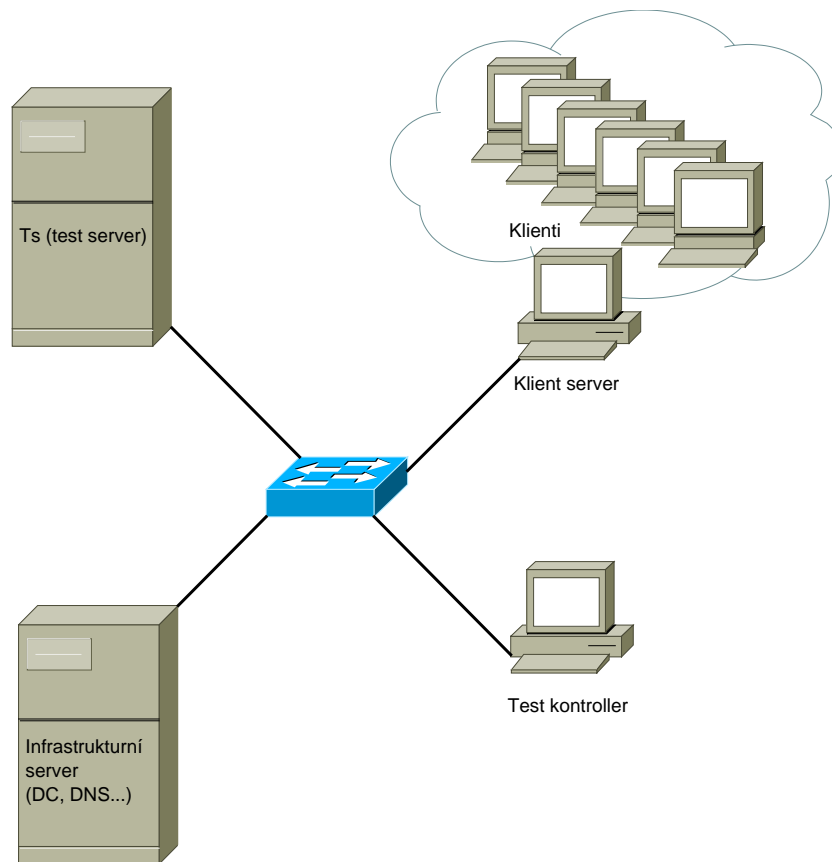
5.9 Nástroje použité při simulacích

Pro automatizaci testovacích procesů bylo nutno využít skriptovací nástroje, které celý testovací proces umožní zefektivnit a zrychlit. Použil jsem Wintask a TS simulation toolbox.

Wintask [19] umožňuje zaznamenat uživatelskou činnost. Tento záznam převede do skriptu zapsaného v jazyce podobném Visual Basicu a umožňuje ho editovat a opětovně spustit. Obsahuje velké množství komponent usnadňujících vytváření skriptů, například časovače. Obsahuje metody, které umožňují podle zadaného textu vyhledat handle daného okna a přesunout na něho focus. Toto se používá zejména při synchronizačních událostech. Dalším zajímavým nástrojem je OCR agent, díky němuž je možné zaměřit i objekty, které nemají handle. WinTask je pokročilý nástroj pro rychlou a efektivní práci, bohužel se jedná o komerční software, dá se však vyzkoušet ve 30 denní trial verzi.

Druhý nástroj TS simulation toolbox sice neumožňuje vizuální záznam uživatelské činnosti, ale na druhé straně nabízí rozhraní, které umožňuje programově řídit veškeré chování terminálové relace. Další podstatnou devizou je, že není zpoplatněn. V tomto případě je nutno skript psát přímo v jazyce Visual Basic.

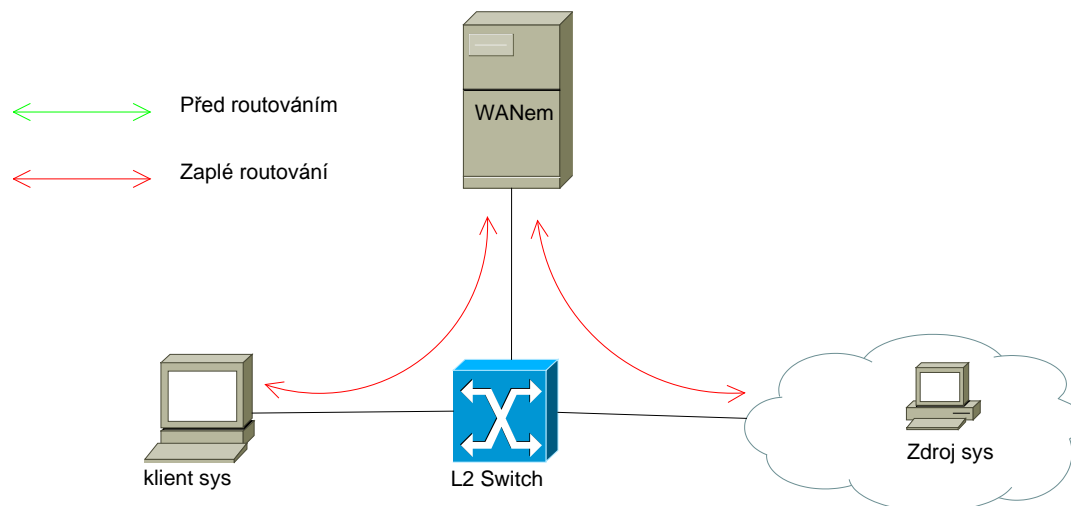
TS simulation toolbox potřebuje pro svoji činnost několik komponent viz obr. 5-6. Na terminálovém serveru je nutné nainstalovat Server agenta, ten bude přijímat příkazy od RDLoadSimulationControlleru a bude je předávat terminálovému serveru. Na jiný počítač umístěný v doméně je nutné provést instalaci TestControlleru. TestController je aplikace, která slouží k nastavení a samotnému spouštění testovacích skriptů. Poslední komponentou je RDLoadSimulationClient [3], [4], tento program slouží pro kontrolu a spouštění nových relací. V okamžiku, kdy přijme instrukce z TestControlleru vytvoří nové připojení k pracovní ploše. Další funkcionalitou, kterou poskytuje je navigace a přepínání mezi již vytvořenými pracovními plochami.



Obr. 5-6: Schéma TS simulation

Simulaci odlišných parametrů sítě jsem realizoval pomocí nástroje WANem. Umožňuje velice podrobnou konfiguraci parametrů sítě například nastavení šířky pásma, latenci, jitter a ztrátovosti paketů.

WANem je distribuován ve formě bootovatelného image live CD. Jádro systému je tvořeno Linuxovou distribucí založenou na Linux Knoppix OS. V konzoli systému se nastavuje pouze síťové rozhraní, konfigurace parametrů emulované sítě se provádí přes webové rozhraní. Princip emulace sítě je zobrazen na obrázku Obr. 5-7. Podmínkou fungující emulace je správně nastavené routování z klienta na zdrojový systém přes WANem a v opačném směru ze zdrojového systému na klienta přes WANem. [9]



Obr. 5-7: Schéma použití WANem

5.9.1 Testování tencí klienti a jejich základní parametry

Tab. 5-5: Parametry RBT 417

Výrobce	10Zig
Typové označení	RBT 417
Procesor	VIA 400 MHZ
Operační systém	Windows XPe SP2
Max video rozlišení	1600 x 1200 x 32 bit
RAM	512 MB
Storage	512 MB
verze RDP	6.1
VDI klienti	Quest vWorkspace V6.2, Leostream, Citrix XenDesktop, Ericom PowerTerm WebConnect, VMware View 4 with PCoIP 2X VirtualDesktopServer
Rozměry	36mm x 156 mm x 122 mm
Hmotnost	0,75 kg
Průměrná spotřeba	8-9 W

Tab. 5-6: Plug PC 2310

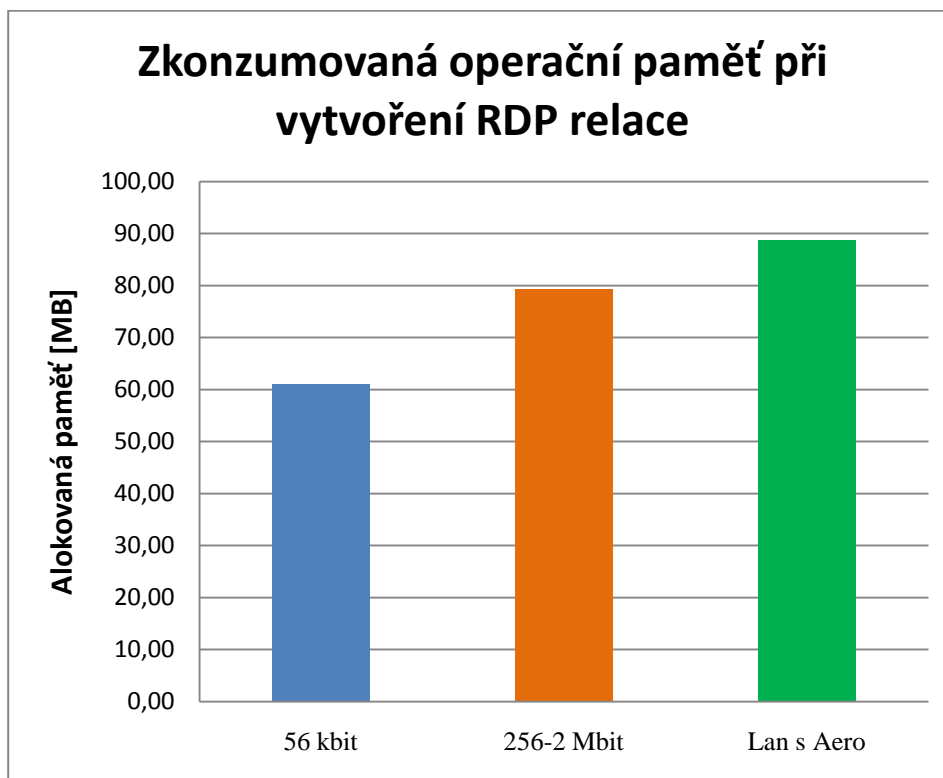
Výrobce	Chip PC
Typové označení	Plug PC 2310
Procesor	RMI Au 1250, 528 MHz RISC
Operační systém	Windows CE 6.0
Max video rozlišení	1600 x 1200 x 16
RAM	128 MB
Storage	256 MB
verze RDP	6.0
VDI klienti	Citrix XenDesktop HDX
Rozměry	50mm x 77 mm x 24mm
Hmotnost	0,3 kg
Průměrná spotřeba	3 W

Tab. 5-7: RBT 672V

Výrobce	10Zig
Typové označení	RBT 672V
Procesor	Intel Atom N270 1.6 GHz Dual Thread
Operační systém	Linux 2.6 kernel
Max video rozlišení	1920 x 1440 x 32
RAM	256 MB
Storage	256 MB
verze RDP	Rdesktop 1.5
VDI klienti	VMware View, Quest vWorkspace V6.1
	Citrix XenDesktop, Ericom PowerTerm
	NX Client, X-Windows
	2X VirtualDesktopServer
Rozměry	36mm x 156 mm x 122 mm
Hmotnost	0,6 kg
Průměrná spotřeba	8-9 W

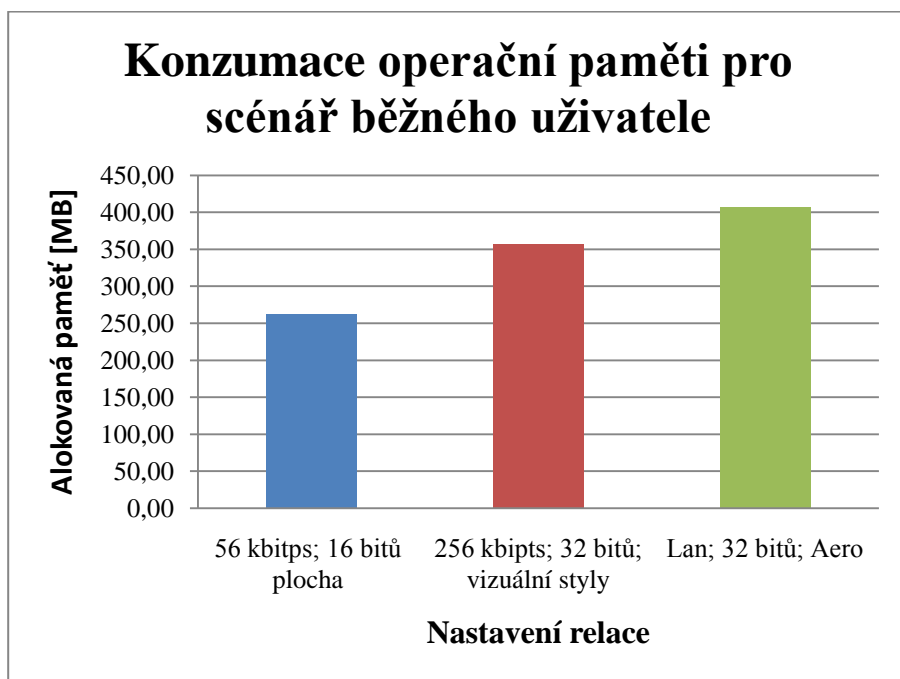
5.9.2 Výsledky testů

Tento test sleduje, jak velké množství operační paměti je zkonsumováno na terminálovém serveru po připojení relace a zobrazení pracovní plochy v závislosti na vybrané předvolbě definující nastavení uživatelského prostředí.



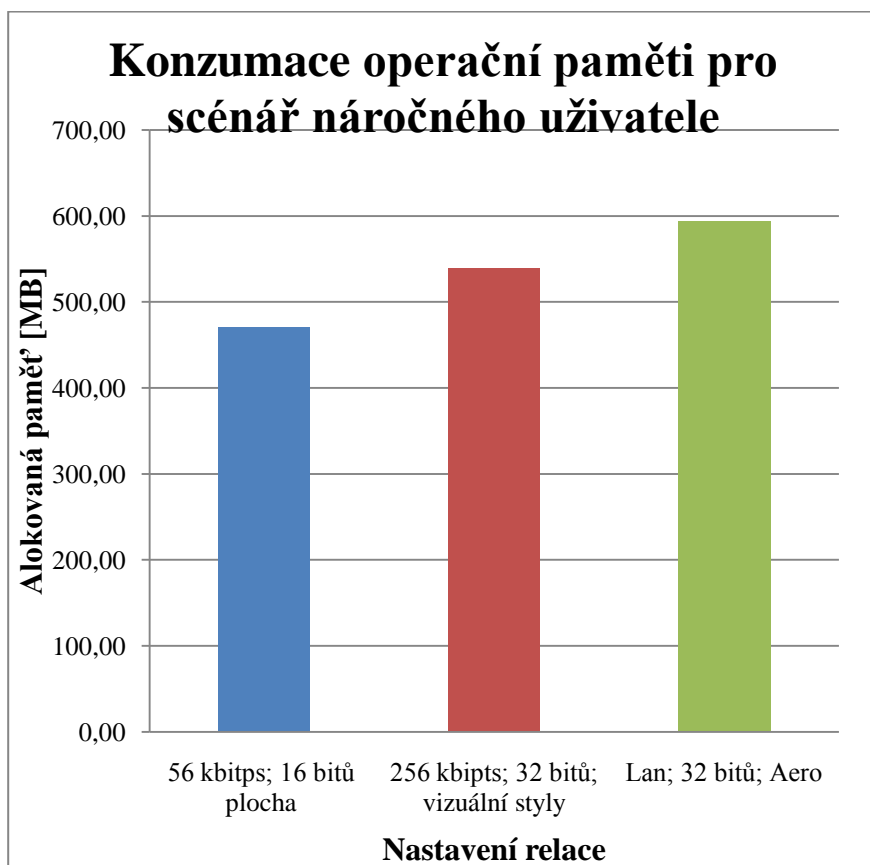
Obr. 5-8: Test 1

Tento test sleduje, jak velké množství operační paměti je zkonsumováno na terminálovém serveru během vykonávání scénáře běžného uživatele v závislosti na vybrané předvolbě definující nastavení uživatelského prostředí.



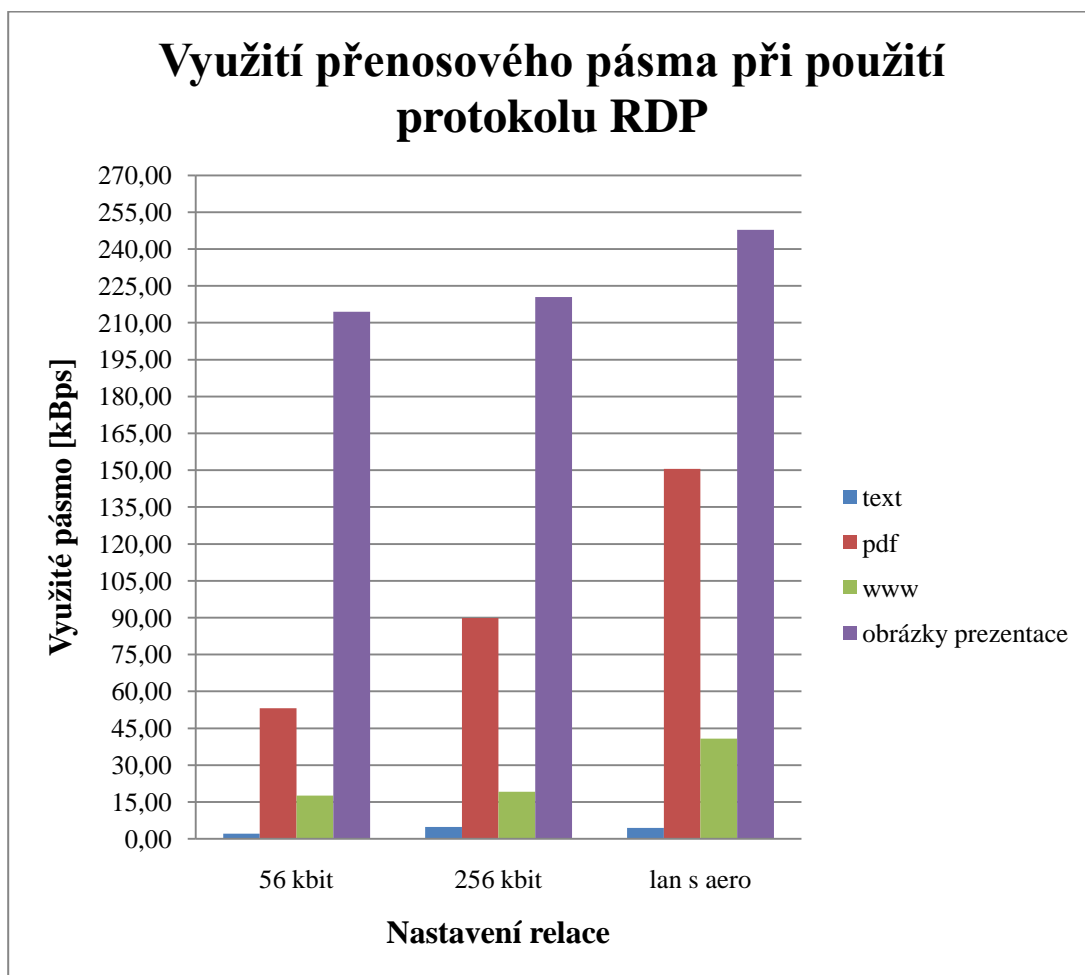
Obr. 5-9: Test 2

Tento test sleduje, jak velké množství operační paměti je zkonsumováno na terminálovém serveru během vykonávání scénáře náročného uživatele v závislosti na vybrané předvolbě definující nastavení uživatelského prostředí.



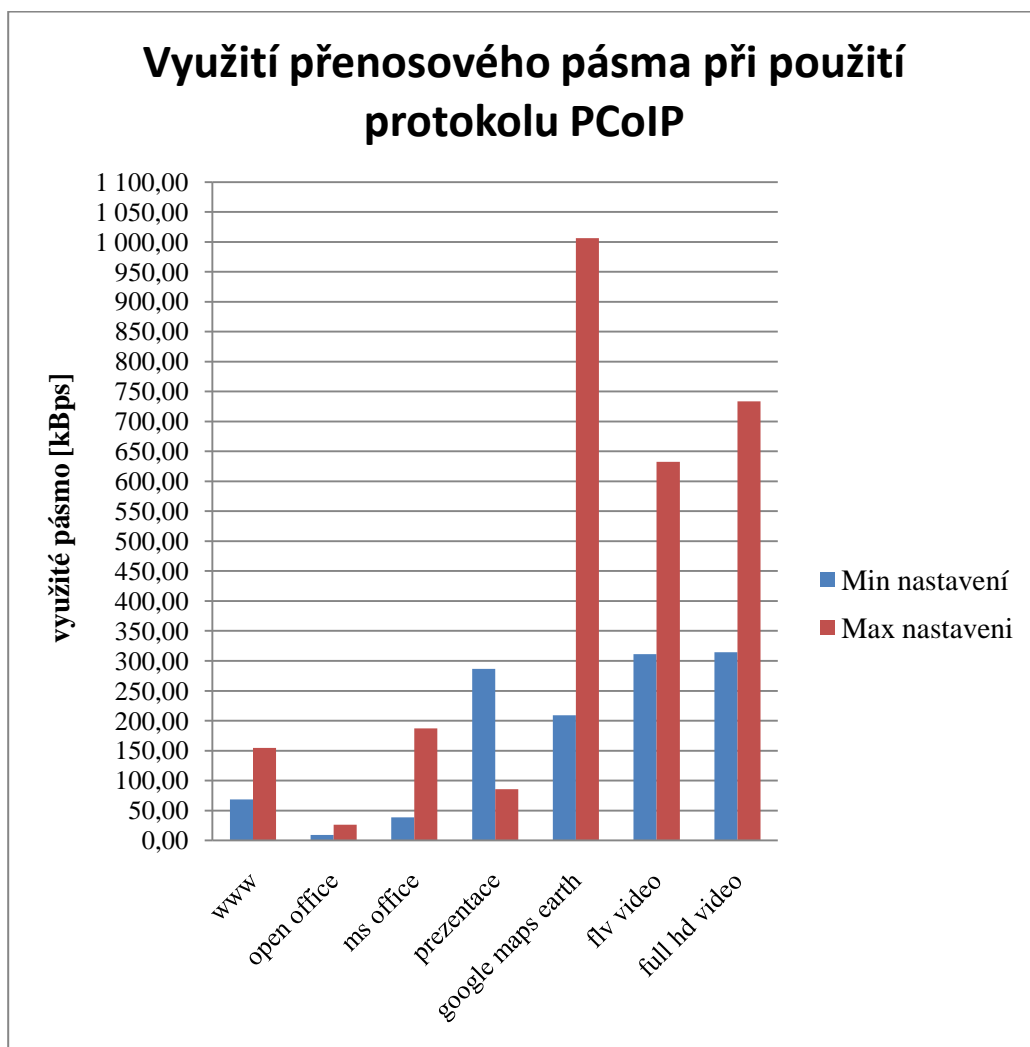
Obr. 5-10: Test 3

V tomto testu je mapováno využití šířky přenosového pásma protokolem RDP 7.0 v závislosti na pracovním scénáři (text, pdf, www, prezentace) a na vybrané předvolbě konfigurující nastavení uživatelského prostředí.



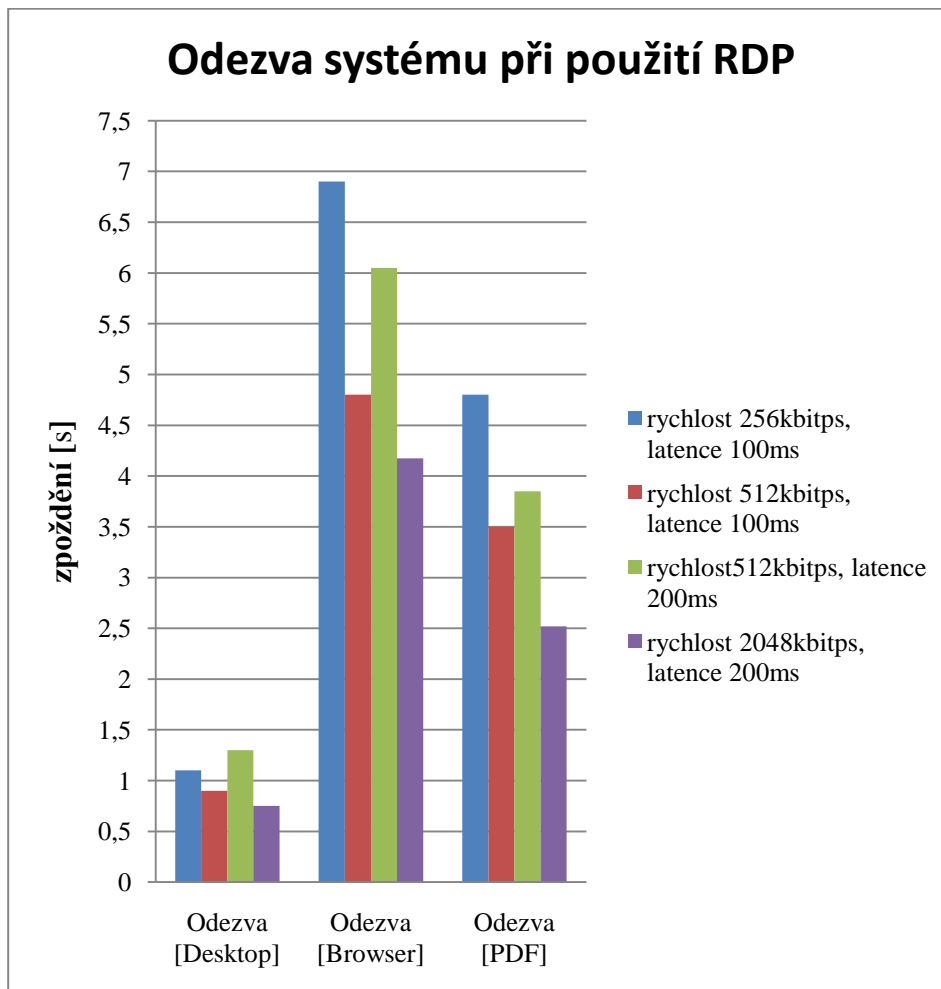
Obr. 5-11: Test 4

Tento test sleduje využití šířky přenosového pásma protokolem PCoIP v závislosti na pracovním scénáři (text, pdf, www, prezentace) a na vybrané předvolbě konfigurující nastavení uživatelského prostředí.



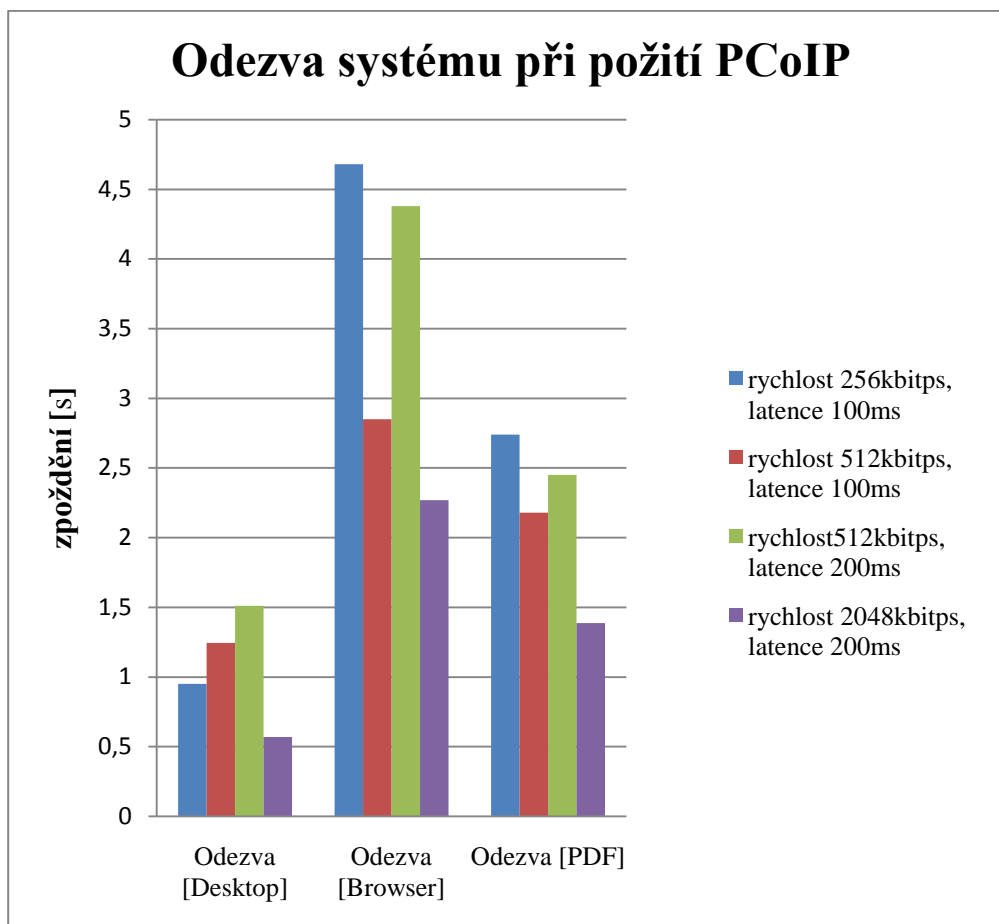
Obr. 5-12: Test 5

Tento test sloužil k zjištění časové odezvy systému při použití protokolu RDP 7.0 na podnět uživatele v závislosti na fyzických parametrech. Test je zaměřen především na měření rychlosti vykreslení oken, kontextových menu a přechodových stavů u ikon po akci uživatele.



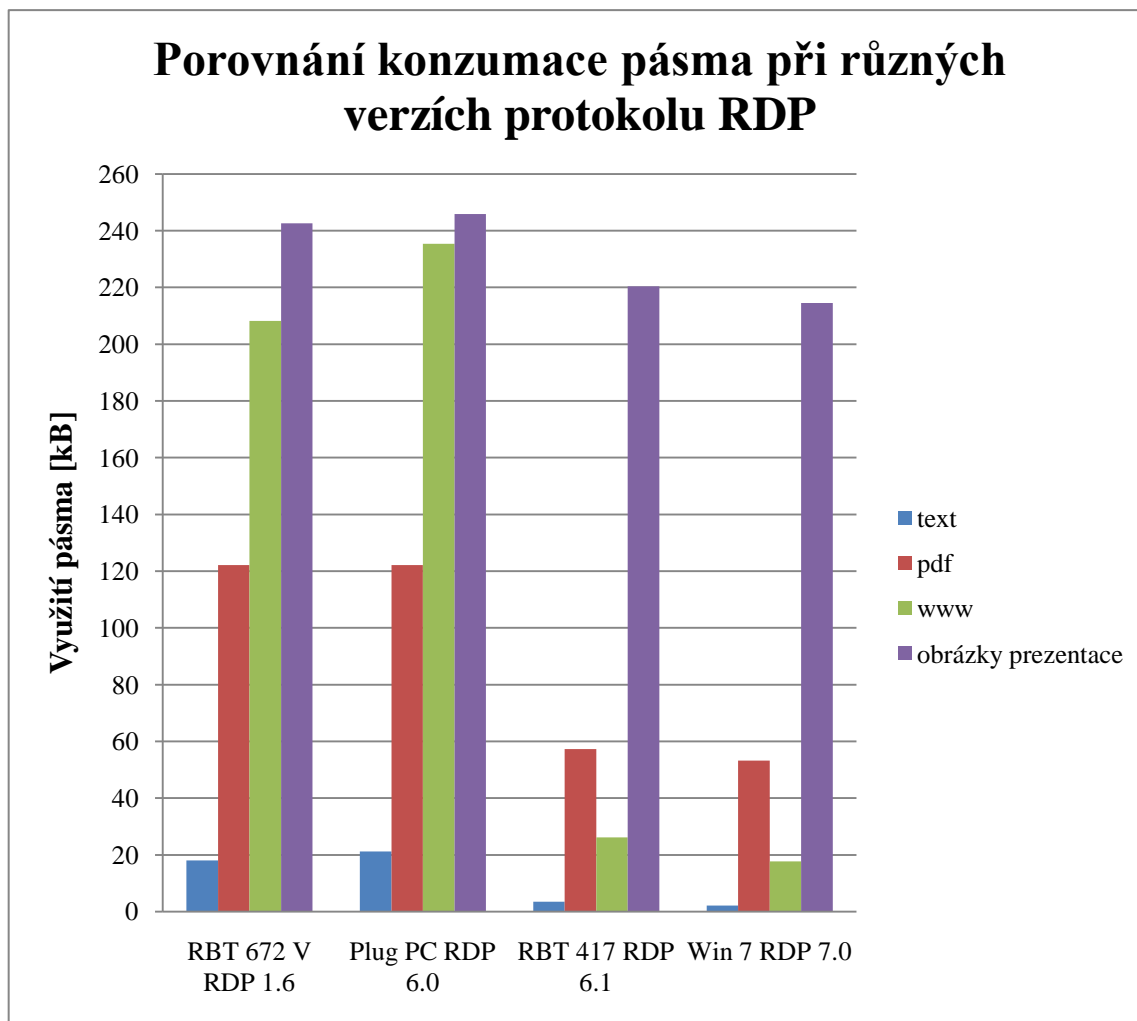
Obr. 5-13: Test 6

Tento test sloužil k zjištění časové odezvy systému při použití protokolu PCoIP na podnět uživatele v závislosti na fyzických parametrech. Test je zaměřen především na měření rychlosti vykreslení oken, kontextových menu a přechodových stavů u ikon po akci uživatele. Odezvy byly sledovány odděleně pro operace na ploše, v internetovém prohlížeči a v prohlížeči PDF.



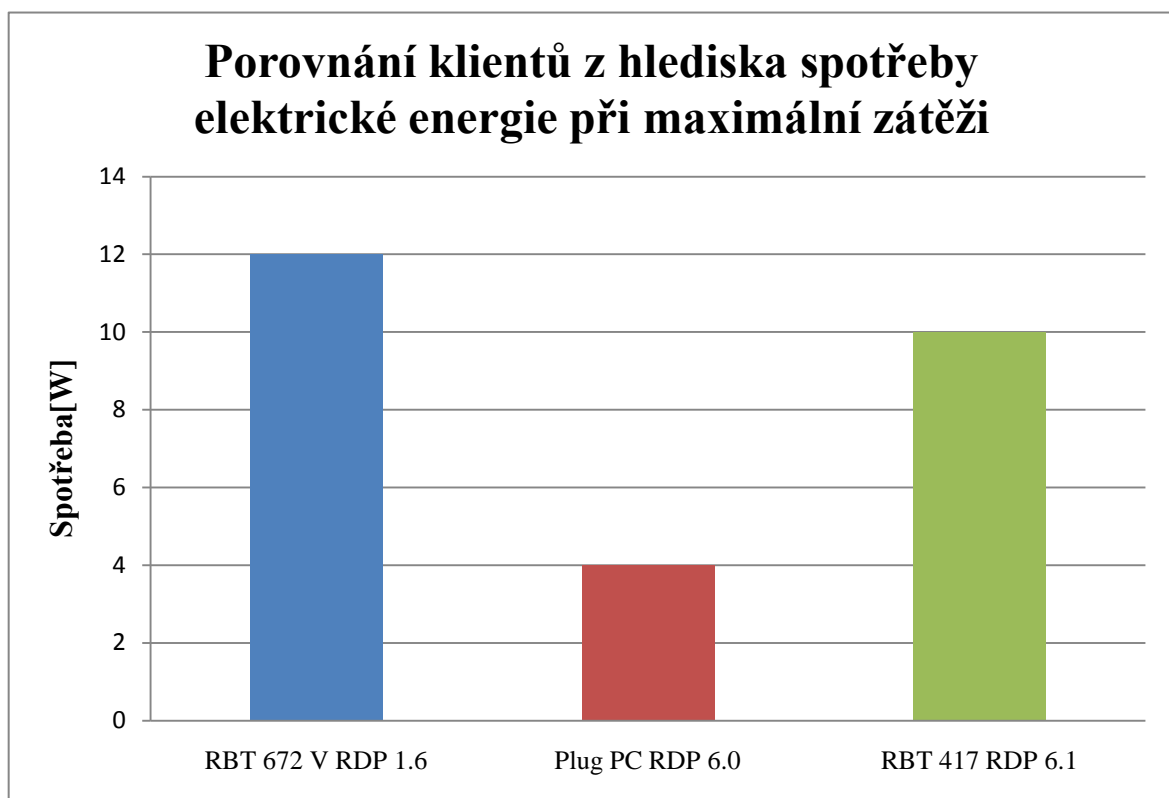
Obr. 5-14: Test 7

Tento test slouží k porovnání využití šířky pásma různými implementacemi protokolu RDP. V analýze jsou zahrnuty implementace RDP obsažené v testovaných hardwarových klientech + softwarový klient RDP 7.0. Odlišnosti jsou způsobené použitím různého kompresního algoritmu v jednotlivých verzích.



Obr. 5-15: Test 9

V tomto grafu je zobrazena průměrná spotřeba elektrické energie při vykonávání scénáře pro náročného uživatele. Příkon byl měřen wattmetrem EMOS FHT9999.



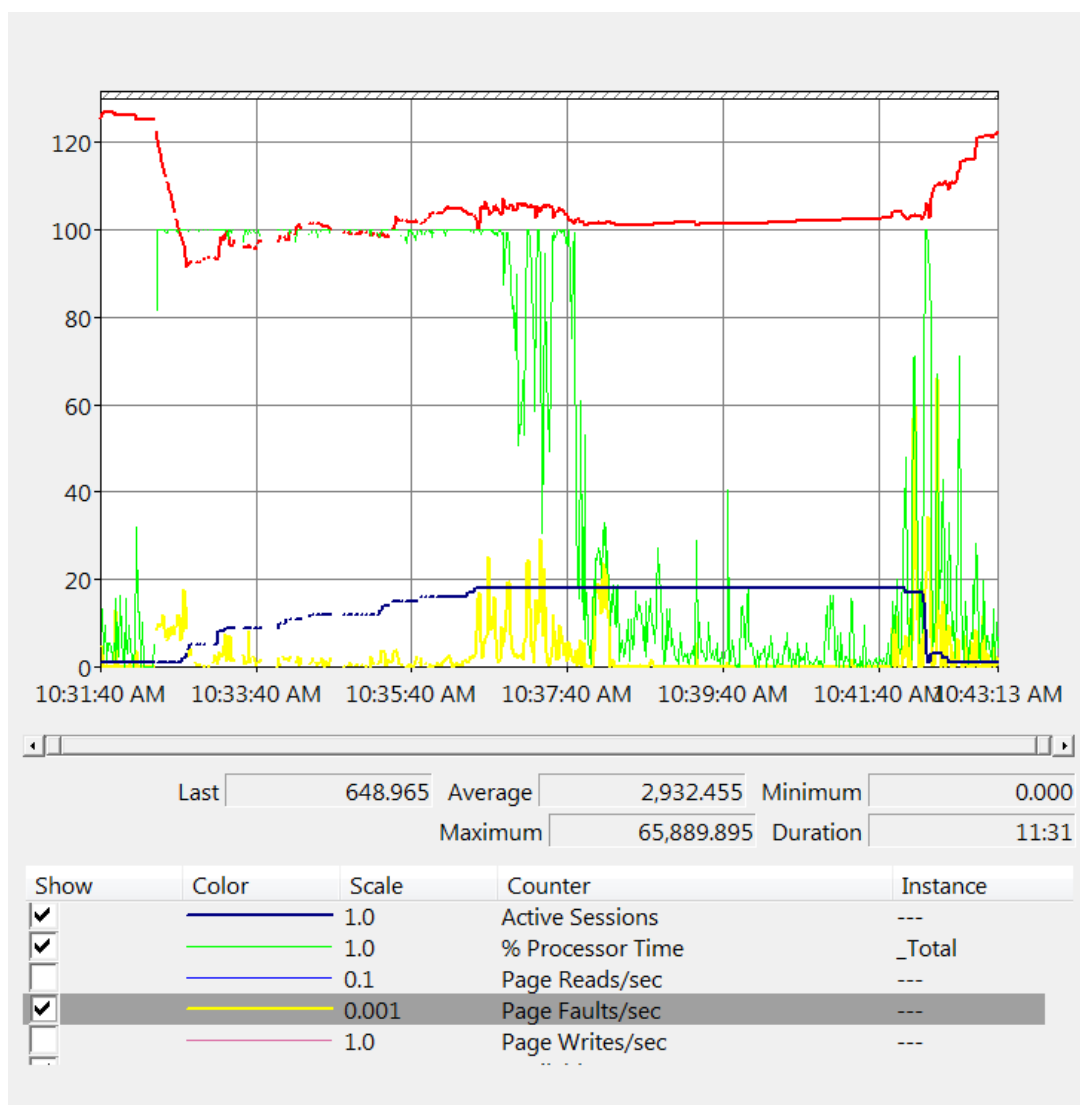
Obr. 5-16: Test 10

Test škálovatelnosti byl zaměřen na simulaci kritického vytížení systémových prostředků. Pomocí skriptu byla v rozmezí 1 s postupně generována připojení k novým relacím až do celkového počtu 18 uživatelů. Provedení takového testu má smysl pro zachycení extrémního stavu, který může nastat například při hromadném přihlášení studentů na začátku vyučovací hodiny. Sledovanými čítači je dostupná paměť (zakreslena červenou barvou), využití procesoru (zeleně), výpadky paměťových stránek (žlutě) a počet připojených uživatelů (modře).

Jak je vidět z grafu procesor je vytížen na maximum hned v okamžiku zahájení a tuto hodnotu si udržuje téměř konstantně po celou přihlašovacího procesu. Podle doporučení by se křivka využití procesoru měla chovat tak, že s každým přihlášeným uživatelem může špička dosáhnout 100%, ale pak nutně musí klesnout pod maximum. V případě, že bychom na křivku využití procesoru aplikovali spojnicí trendu (klouzavý průměr 30 %) tak by tato křivka v ideálním případě vzrůstala s menší strmostí než křivka počtu uživatelů a dosáhla by konstantní hodnoty (ideálně vůbec nedosáhla) později než křivka přihlášených uživatelů (všichni už budou přihlášení). Koeficient znásobení počtu možných uživatelů po znásobení počtu jader procesoru odpovídá zhruba koeficientu 1,5. To

znamená, že při zdvojnásobení počtu jader CPU se zvýší počet akceptovatelných uživatelů 1,5 krát.

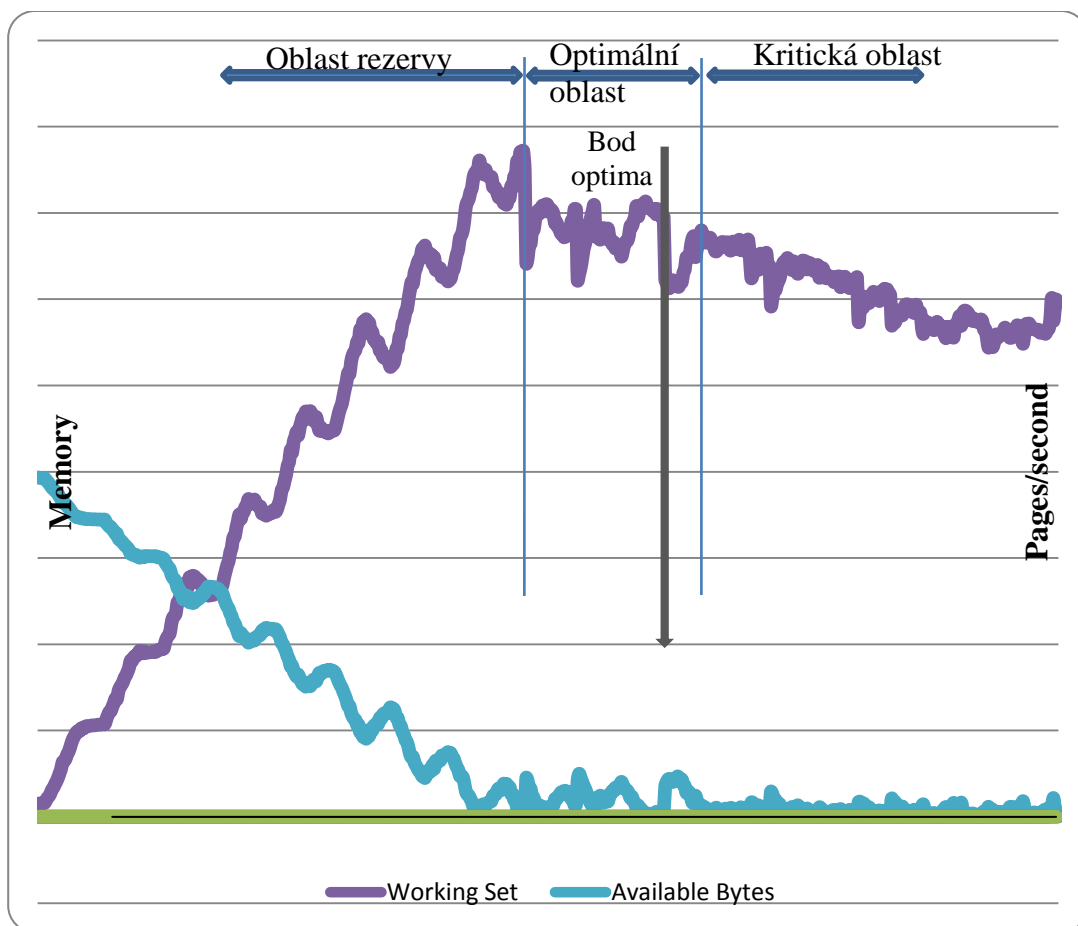
Při zkoumání průběhu křivky představující dostupnou paměť (červená křivka) je vidět, že po strmém poklesu začne pomalu růst, až dosáhne bodu maxima. V tomto okamžiku je vhodné zaměřit se na žlutou křivku (výpadky stránek nebo také PageFaults). Výpadky stránek značí nutnost načítat data z disku, to většinou znamená nedostatek operační paměti, v tomto případě však paměť roste. Tento jev je objasněn na následujícím schematickém obrázku. obr. 5-17



Obr. 5-17: Škálovatelnost

V případě, že je aplikaci alokována operační paměť, je tato paměť považována za obsazenou, přestože reálně může být využita jen polovina. Množství paměti, které je opravdu využito je označováno jako working set. V grafu na obr. 5-18 získaného ze zdroje

[11] jsou vyznačeny tři oblasti. V oblasti rezervy se alokuje stále větší množství paměti, working set vzrůstá, dostupná paměť klesá. V oblasti optima již není dostatek paměti pro další alokaci, proto se z operační paměti přesunou nepotřebné stránky na disk. Díky tomu klesne working set a stoupne množství volné operační paměti. V optimální oblasti je pak dostupné téměř konstantní množství operační paměti. Při optimalizování výkonu do této zóny je však nutné dbát na dostatečně výkonný úložný systém.



Obr. 5-18: Working set

5.9.3 Shrnutí výsledků testů

První typ testů obr. 5-8 sledoval konzumaci operační paměti při navázání terminálové relace protokolem RDP 7.0 v závislosti na nastavení uživatelské relace. Za navázání relace je považován stav, kdy je uživatel úspěšně přihlášen do systému a je mu zobrazena jeho pracovní plocha. Pro nastavení odpovídající předvolbě 56 kbps odpovídala hodnota zkonsumované paměti 61 MB. Při předvolbě 256 kbps došlo k nárůstu spotřebované paměti o 18,82 %. Zvýšení způsobovalo především použití vizuálních stylů. Aktivování všech nastavení při volbě Lan s Aero zapříčinilo vzrůst využití paměti oproti první předvolbě o 45,00 %. V tomto případě za nárůstem stojí především prostředí Aero.

Test sledující paměťové požadavky podle pracovního scénáře obr. 5-9, obr. 5-10 určil, že nárůst spotřebované paměti při nejvyšším uživatelském nastavení vůči nejnižšímu se u scénáře běžného uživatele pohyboval kolem hodnoty 55,80 %. U scénáře náročného uživatele došlo k růstu o 26 %. Tyto hodnoty ukazují na fakt, že v případě vyššího využití operační paměti pracovním scénářem dochází ke snížení vlivu uživatelského nastavení na konzumaci operační paměti.

Porovnání konzumace přenosového pásma u protokolu RDP 7.0 a PCoIP přineslo oproti předpokladu překvapivé hodnoty, které vypovídají o tom, že protokol PCoIP využívá pro svoji činnost podstatně větší šířku pásma než RDP. V případě kdy srovnáme hodnoty naměřené pro minimální uživatelské nastavení při pracovním scénáři text, využíval PCoIP 4.32 krát větší šířku pásma než RDP. Konkrétní naměřené hodnoty jsou pro RDP 2,15 kBps a pro PCoIP 9,27 kBps. Tento trend byl shodný i pro ostatní pracovní scénáře viz. obr. 5-11, obr. 5-12. PCoIP je koncipován jako adaptivní protokol, tato vlastnost ho však mohla v rámci tohoto testu znevýhodnit. Adaptivní protokol se přizpůsobuje stavu linky a snaží se co nejlépe využít jejích možností pro maximalizování spokojenosti uživatele. Pokud k takové situaci dojde v provozně nezátížené síti, může nastat situace, kdy protokol začne využívat větší šířku pásma než je nezbytně nutné.

Na obrázcích obr. 5-13 a obr. 5-14 jsou zobrazeny reakční doby systému na uživatelský podnět v závislosti na kvalitativních parametrech přenosové linky. V tomto testu měl reakční dobu podstatně lepší protokol PCoIP, pouze v pracovním scénáři desktop podal horší výsledky než RDP. Scénář desktop se vyznačoval simulací práce s ikonami a kontextovými nabídkami na ploše a v nabídce start. Nejednalo se tedy o příliš náročné vykreslovací operace, a proto mohla být v případě RDP většina dat uložena do mezipaměti, odkud mohla být načtena rychleji a bez penalizace způsobené nastavením přenosové linky.

6 Případová studie pro Ústav telekomunikací

Podle zadání je studie zpracována pro 150 klientů což odpovídá vybudování pěti učeben po 30 klientech. Vzhledem k tomu, že se předpokládá využití různých operačních systémů (Linux, Windows, Unix), není možné zvolit terminálové řešení, které je závislé na jedné platformě. Dalším důvodem pro volbu VMware View a protokolu PCoIP jsou jeho lepší výsledky v testech odezvy na uživatelský podnět. Dá se totiž očekávat, že se uživatelé budou moci připojovat i mimo síť VUT přes WAN a to by mohlo u neadaptivního protokolu vést ke značnému znehodnocení spojení.

Jako klientské zařízení byl zvolen tenký klient Plug PC RBT 417. Tento klient sice není energeticky nejúspornějším testovaným modelem, ale nabízí uživateli nejlépe iluzi lokálního systému. Jako možný problém by se mohlo ukázat, že disponuje pouze analogovým VGA rozhraním.

Srdcem celého virtualizačního ekosystému jsou servery. Nabízí se otázka jakými vlastnostmi musí disponovat? Odpovědí na tuto otázku jsou požadavky na dostatečný výkon, minimální energetické nároky, jednoduchou správu a modularitu. Přestože předchozí výčet požadavků vypadá jak opsaný z marketingového prohlášení, jedná se o oprávněné cíle, k nimž nás nejbližší může posunout v současnosti stále oblíbenější serverová architektura označená Blade. Blade neboli žiletka je kompletní dedikovaný server umístěný na jedné desce. Každý Blade obsahuje minimálně procesor, paměťový modul, síťové rozhraní a případně další IO porty. Tyto žiletky jsou pak jednoduše zasunuty do modulární skříně a tím jsou okamžitě připraveny ke spuštění. Zásadními výhodami oproti klasickému rackovému řešení, které Blade přináší je zrychlení instalace serveru, podstatné snížení množství potřebné kabeláže (podle údajů výrobců zhruba o 80%), snížení spotřeby elektrické energie až o 30 % díky optimalizaci napájení a chlazení. V současnosti své Blade řešení nabízí většina výrobců serverů (IBM, HP, SUN, DELL, FUJITSU atd.). Z hlediska úspory energie jsou velice zajímavé produkty společnosti DELL, konkrétně server Dell PowerEdge M610 patří k vysoce úsporným řešením.

6.1 Návrh infrastruktury

6.1.1 Stanovení ceny za klienty

Současné desktopové stanice budou nahrazeny tenkými klienty, periférie (myši, klávesnice) a monitory mohou být opětovně použity.

Tab. 6-1: Kalkulace VM tenký klient

Tenký klient	
Počet tenkých klientů [ks]	150
Cena jednoho klienta [Kč]	6 201
Klávesnice, myš, LCD monitor [Kč]	-

Pro srovnání s původním desktopovým řešením zavedeme pracovní dobu a spotřebu elektrické energie pro klienta, desktop i server. Orientační cena za kWh je určena na 4,7 Kč.

Tab. 6-2 VM: energie

Spotřeba elektřiny desktopem	Jednotky
Příkon [W/hodinu]	90
Chladicí výkon [W/hodinu]	72
Pracovní doba [hod]	6
Celková spotřeba 150 desktopů za den [W]	145 800
Celková spotřebovaná energie za rok [kWh]	52 488
Cena za kWh [Kč]	4,70
Celková cena za rok [Kč]	246 703

Tab. 6-3: VM energie server

Spotřeba elektřiny desktopem	Virtual Desktop Server	Tenký klient	Celkem
Příkon [W/hodinu]	750	10	760
Chladicí výkon [W/hodinu]	600	8	608
Pracovní doba [hod]	24	6	30
Celková spotřeba za den [W]	101 250	16 200	117 450
Celková spotřebovaná energie za rok [kWh]	36 450	5 832	42 282
Cena za kWh [Kč]	4,70	4,70	4,70
Celková cena za rok [Kč]	171 314	27 416	198 730

6.1.2 Určení fyzických prostředků serveru

V závislosti na fyzických parametrech se odvíjí licencování některých komponent VDI. Například hypervizor ESX je licencován podle počtu jader procesoru (100 USD za jádro).

Při scénáři náročný uživatel se pohybovalo vytížením procesoru o taktu 1800 MHz pod hranicí 18%, proto je možné stanovit, že na jedno jádro procesoru připadne 6 uživatelů. Systém bude obsahovat 2 procesory po 4 jádrech, celkem tedy 8 výkonných jednotek na jeden server. Přidělená paměť RAM bude pro každého uživatele 1GB.

Jak už jsem zmiňoval v předchozí části této práce, mohou být obrazy publikovány dvěma způsoby. První je statický a umožňuje připojení jednoho klienta k jednomu obrazu. V případě dynamického publikování je po obdržení požadavku ze zdrojového obrazu nalinkován klon. Komponenta, která toto umožňuje ve VMware View se jmenuje Composer. [18], [16] Každý nový dynamický klon znamená nutnost zakoupit další licenci pro Composer. Pro statické klony je nutno zakoupit licenci na vSphere a View Manager. Pro tuto případovou studii jsem zvolil 120 licencí pro uživatele v linkovaném módu a 30 licencí ve statickém. Většina uživatelů bude v jediném okamžiku využívat stejný operační systém, například ve 4 učebnách bude probíhat výuka využívající běžné aplikace pod Windows a na zbývajících 30 samostatných strojích může probíhat výuka Windows Serverů. V následujících tabulkách jsou ceny a počty kusů jednotlivých licencí a komponent nutných pro realizaci této studie.

Tab. 6-4: VM komponenty

VMware View konfigurace - Desktop Virtualization komponenty	Cena [Kč]
VMware View Software (Enterprise Plus Edition: vSphere and View Manager)	1 842,74
VMware View Software (Premier Edition: Also includes View Composer and ThinApp)	3 071,24
Windows operating systems for VC management server	3 071,24
Windows XP Pro fully packaged product/volume licenses	5 528,23
Windows Vista Enterprise Centralized Desktop thick client license for VMware View (annual)	470,92
Windows Vista Enterprise Centralized Desktop thin client license for VMware View (annual)	2 252,24

Tab. 6-5: VM komponenty pocet

VMware View konfigurace - Desktop Virtualization komponenty	Pocet kusů
VMware View Software (Enterprise Plus Edition: vSphere and View Manager)	30
VMware View Software (Premier Edition: Also includes View Composer and ThinApp)	120
Windows operating systems for VC management server	1
Windows XP Pro fully packaged product/volume licenses	0
Windows Vista Enterprise Centralized Desktop thick client license for VMware View (annual)	0
Windows Vista Enterprise Centralized Desktop thin client license for VMware View (annual)	150

Tab. 6-6: VM Server

Cena za VMware View Server / Storage Infrastructure	Cena [Kč]
ESX server hardware	262 079,22
VC servers	20 474,94
FC SAN switch ports	61 424,82
FC SAN storage capacity cost	102,37
Connection broker server hardware	26 617,42

Tab. 6-7: VM Server kusy

Nutné komponenty pro VMware View Server / Storage Infrastructure	Počet kusů
ESX server hardware	4
VC servers	1
FC SAN switch ports	4
FC SAN storage capacity [GB]	1 127
Connection broker server hardware	1

Vzhledem k tomu, že je cílem navrhnout infrastrukturu tak, aby byla co nejpružnější a umožňovala do budoucna další rozšiřování bez rizika nedostatečné datové propustnosti je nejlepším způsobem použít externí úložiště typu SAN (Storage Area Network). San tvoří vysokorychlostní propojené disky, které jsou připojeny k serveru pomocí optického kabelu. V případě použití serverů Blade může být celá SAN tvořena dalším zásuvným modulem.

Vyhrazení diskové kapacity pro linkované obrazy, statické obrazy a uživatelská data je nastíněno na následujících řádcích. Pro výpočet těchto hodnot jsem použil VMware TCO kalkulátor, který na základě výchozích parametrů stanoví velikost pro OS Disk a Uživatelská Data. Výchozím parametrem je především velikost tzv. master obrazu (z něho jsou vytvářeni kloni), dále pak vstupuje do hry procentuální nastavení předpokládaného využití uživatelského disku. Velikost linkovného klonu je zhruba poloviční oproti master obrazu.

Kalkulace diskové kapacity pro View Composer	
Replica Images [GB]	17,00
OS Disk [GB]	510,00
Uživatelská Data (GB)	150,00
Celková kapacita pro linkované klony [GB]	
Kalkulace diskové kapacity pro statické klony	
Velikost disku [GB]	15,00
Celková velikost úložiště [GB]	450,00
Výsledná velikost úložiště (linkované klony + statické klony, v GB)	1 127,00
Průměrná cena za GB v úložišti typu SAN (Kč)	102,37

Jako klientský systém byly zvoleny Visty pod licencí VECD, donedávna se jednalo o jedinou použitelnou licenci Microsoftu pro VDI. V současnosti Microsoft vydal licenci VDA, která by se měla stát jediným typem licence pro přístup k systémům Microsoftu ze zařízení typu tenkého klienta. VDA je postavena jako roční předplatné v ceně 100 USD a je vázána na konkrétní zařízení, na rozdíl od VECD zde však existuje výjimka v podobě "jmenovaného" uživatele. Tento zaměstnanec se například z práce připojuje pomocí tenkého klienta na nějž je vázána VDA a díky rozšíření v podobě jmenování se může připojit i třeba z domova. Vzhledem k tomu, že VDA je nová licence a panují kolem ní stále ještě dohady, ponechal jsem licencování VECD.

6.1.3 Celková kalkulace řešení

Porovnání nákladů na elektrickou energii a správu infrastruktury původního řešení založeném na desktopových PC s přístupem založeném na tenkých klientech a virtualizaci za období 5 let.

Tab. 6-8: VM operativní úspory [Kč]

Operativní úspory	Desktop	Tenký klient	Rozdíl, úspora
Správa	3 673 409	1 455 543	2 217 866
Odběr elektrické energie a chlazení	1 336 195	1 076 368	259 827
Součet	5 009 603	2 531 910	2 477 693

Tab. 6-9: celkové investice

Investice do architektury	
[Kč]	
VMware View Server s Storage Infrastructure Configuration	1 456 485
VMware View Configuration - Desktop Virtualization	764 739
Tencí klienti	930 156
Celková investice	3 151 380

Z uvedených dat vyplývá, že i když je úspora s tenkými klienty markantní, nedosáhne se návratu investice dříve než po uplynutí šesti let. Možné řešení, které se nabízí pro urychlení návratnosti investice je provést zároveň serverovou konsolidaci. Pro výpočet byl využit návrhový online software dostupný na adrese http://vmware.com/products/vi/calculator_v1.html

6.2 Případová studie do prostředí základní školy.

6.2.1 Terminálový server

Virtualizační technologie nemusejí být doménou jen velkých firem a institucí. Samozřejmě v případě základní školy, knihovny nebo internetové kavárny nemá cenu uvažovat o enterprise řešení za miliony korun. Vzhledem k tomu, že se v těchto prostředích využívá jen omezený okruh aplikací s malými systémovými nároky není nutné investovat do zvlášť drahého hardwaru.

Pro výše zmíněná prostředí se výborně hodí spojení s terminálovými službami. Nenároční uživatelé nepotřebují odlišné autonomní systémy, ale spokojí se jednotným unifikovaným prostředím, které bude odvozeno od hostitelského systému. V této práci jsem se zabýval především terminálovými službami společnosti Microsoft, ale to neznamená, že se jedná o jedinou možnost. Právě naopak, stačí navštívit svět Linuxu a nabídne se nám zdarma několik možností. Mezi velice zajímavý projekt patří LSTP, vyskytuje se hned v několika mutacích a rozumí si se všemi tenkými klienty, kteří byly v této práci představeni. Bohužel Linuxové prostředí by mohlo ve školství narazit, protože tlak trhu stále vede k vyučování softwaru na platformě Windows.

Naštěstí i přes agresivní cenovou politiku Microsoftu existují rámcové smlouvy mezi ministerstvem školství a Microsoftem. Díky těmto dohodám je u nás zaveden licenční program Select plus, který umožňuje vzdělávacím institucím nakupovat software za zlomek komerční ceny.

Licencování Terminal (Remote desktop) services podléhá takzvaným CAL licencím, ty udělují oprávnění přístupu k TS. CAL licence se dělí podle toho zda jsou

vázány na zařízení nebo na uživatele. Logicky se vždy volí ta volba, která bude stát méně peněz. [1]

6.2.2 Přínosy řešení

Mezi hlavní přínosy tohoto řešení pro školu je především snížení spotřeby elektrické energie, zjednodušení administrace a snížení servisních akcí. Díky tomu, že klientský systém je pouhou relací, může se malý záškodník snažit sebevíc a to nejhorší k čemu může dojít je restart session. Další zajímavou funkcionalitou může být pro učitele možnost připojit se do žákovy relace a vidět tak co dělá, dokonce je možná i aktivní spoluúčast.

6.2.3 Návrh řešení

System bude dimenzován pro 16 uživatelů (včetně vyučujícího), server bude zároveň sloužit jako učitelský počítač. Spouštěné aplikace budou většinou z balíku Office + internetový prohlížeč. Podle naměřených údajů se konzumace operační paměti pro běžného uživatele při uživatelském nastavení na předvolbu 256kbit/s-2Mb/s pohybovala kolem 350 MB. Server bude disponovat 6 GB operační paměti a čtyřjádrovým procesorem Intel Xeon Quad-Core X3440 s frekvencí 2,53 GHz. V tomto případě je CPU serveru úmyslně nadhodnoceno kvůli tomu, že bude zároveň sloužit jako pracovní stanice. Na serveru bude běžet jako hostitelský systém Windows Server 2008R2 Standard. Na klientské straně bude nasazeno 15 tenkých klientů, protože je hlavním cílem minimalizovat spotřebu elektrické energie i za cenu méně kvalitní uživatelské zkušenosti bude použit klient Plug PC.

6.2.4 Kalkulace

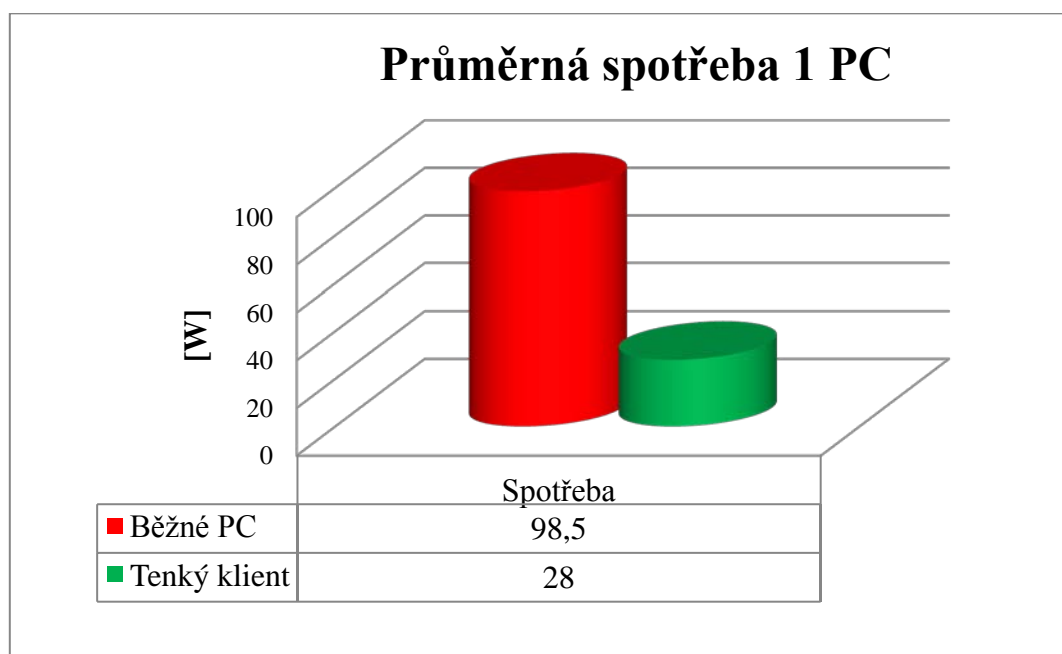
Porovnání spotřeby běžného PC a tenkého klienta Plug-PC.

Tab. 6-10: TS kalkulační PC

Běžné PC	Příkon v provozu [W]	Příkon v režimu stand-by [W]
Stolní PC	78,5	11,0
LCDmonitor 17"	25,0	1,0
Celkem 1 PC sestava	98,5	12,0

Tab. 6-11: TS kalkulační klient

Tenký klient	Příkon v provozu [W]	Příkon v režimu stand-by [W]
Chip pc	3,0	0,5
LCDmonitor 17"	25,0	1,0
Celkem 1 PC sestava	28,0	1,5



Obr. 6-1: Porovnání spotřeby

Tab. 6-12: TS porovnání klienta a desktopu

<i>Kalkulace ceny spotřeby pro 15 PC (učebna)</i>			
Spotřeba, cena	Běžná učebna	Učebna s Tenkými klienty	Jednotky
V režimu činnosti za rok	1 520,0	1 520,0	hod
V režimu stand-by za rok	7 240,0	7 240,0	hod
Spotřeba el. při činnosti	1477,5	420,0	Wat
Spotřeba el. při stand-by	180,0	22,5	Wat
Celková spotřeba za rok činnosti	2245,0	638,0	kWat
Celková spotřeba za rok stand-by	1303,0	162,0	kWat
Celková spotřeba rok	3 548,0	800,0	kWat
Přibližná cena el.	4,5	4,5	Kč/kWh
Celková cena spotřeby 1 rok	15 966,0	3600,0	Kč

Specifikace serveru HP ProLiant ML110G6

Procesor:

Počet procesorů: 1

Osazen Intel Xeon Quad-Core X3440 s frekvencí 2,53 GHz

8 MB L3 Cache

4 jádra, 8 threadů

Intel Turbo Boost s frekvencí 2,93 GHz

Čipová sada:

Intel 3420

Paměť:

Sloty: 4 patice pro paměťové moduly

Osazená paměť 6 GB DDR3 ECC Unbuffered

Grafická karta:

Integrovaná

Disky a řadiče:

Smart Array P212/256MB BBWC (RAID 0, 1, 5) SATA/SAS řadič
Osazený disk 1x 500 GB, Serial ATA, 7200 RPM, LFF, Non-Hot-Plug

Mechanika:

DVD

Síťová karta:

HP NC107i PCI Express Gigabit Ethernet Server Adapter

Rozšiřující pozice:

4x 3,5" interní pro Serial ATA disky (1x obsazené)

2x 5,25" externí (1 obsazená)

Porty:

1x Sériový port

1x eSATA

8x USB 2.0 (4 vzadu, 2 vpředu, 2 vnitřní)

1x RJ-45

1x VGA

Napájecí zdroj:

ATX 300 W Non-Hot-Plug

Vstupní napětí: AC 100 - 240 V, 50 - 60 Hz

Účinnost: 80%

Skříň:

Formát: Tower (4U)

Tab. 6-13: TS kalkulace

Kalkulace			
Položka	Cena [Kč]	Počet	Celková cena [Kč]
Server	25 418	1	25 418
Tenký klient	4 680	15	70 200
RDS CAL licence	463	15	6 945
Win Server 2008R2	2 502	1	2 502
Celková cena	-	-	105 065

Celková cena virtualizačního řešení kalkulovaného pro nasazení v jedné třídě základní školy se vyšplhala na 105 065 Kč.

7 Závěr

Tato práce dokumentuje současné možnosti serverové a desktopové virtualizace a na základě těchto teoretických poznatků je sestavena a následně realizována testovací metodika. Tvorba testovací metodiky sestávala z definování sledovaných parametrů, na základě těchto parametrů byly vytvořeny testy sledující zatížení serveru, konzumaci přenosového pásma v závislosti na použitém přenosovém protokolu, reakční dobu uplynulou mezi akcí uživatele a reakcí systému, schopnost serveru zpracovávat uživatelské požadavky při kritickém vytížení hardwarových zdrojů.

Po vytvoření testovací metodiky následovalo vytvoření jednotlivých testovacích scénářů, které definovali chování uživatele a tím i zatížení serveru, jenž způsobuje. Pro realizaci testových scénářů bylo nutné vybrat vhodné automatizované testovací nástroje. V této práci jsou využity především programy Wintask a Remote Desktop Load Simulation Tools. Wintask umožňuje interaktivní záznam uživateli činnosti, který je následně převeden do skriptovacího jazyka podobného Visual Basicu. Remote Desktop Load Simulation Tools je sada nástrojů vytvořená přímo pro zátěžové testování Microsoft Remote Desktop services.

Výše uvedené testy byly použity pro porovnání výkonnostních charakteristik protokolů PCoIP a RDP, které jsou využívány technologiemi VMware View a Microsoft Remote Desktop Services. Z výsledků testů vyplynulo, že protokol PCoIP vykazuje podstatně rychlejší odezvu systému při průchodu sítí WAN než protokol RDP.

Na základě teoretických a praktických poznatků byly zpracovány dvě případové studie o nasazení virtualizačních technologií do produkčního prostředí. Jedna z případových studií se zabývá nasazením VMware View do prostředí Ústavu telekomunikací VUT, podrobně jsou nastíněny především investice a následné úspory vzniklé zavedením této technologie do praxe.

Použitá literatura

- [1.] Anderson, CH. K. L. Griffin. Windows Server(r) 2008 Terminal Services. Microsoft Press, 2009, Paperback. ISBN: 978-0-7356-2585-3.
- [2.] BENEŠ, Vladimír. Serverová konsolidace : Virtualizace [online]. c2008 [cit. 2010 3 -25].
Dostupný z WWW: <http://d.nipax.cz/CQR/publications/Soudobe_Trendy_JR/Bene%9a_STJ%d824_Serverov%e1%20konsolidace.pdf>.
- [3.] BUTT, Hammad. Remote Desktop Load Simulation Test Controller : User Interface Reference [online]. [s.l.] : Microsoft Corporation, 2009 [cit. 2010-03-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=c3f5f040-ab7b-4ec6-9ed3-1698105510ad&displaylang=en>>.
- [4.] BUTT, Hammad. Remote Desktop Load Simulation Tools : User Guide [online]. [s.l.] : Microsoft Corporation, 2009 [cit. 2010-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=c3f5f040-ab7b-4ec6-9ed3-1698105510ad&displaylang=en>>.
- [5.] Citrix. Desktop Virtualization [online]. Citrix, c1999-2009 [cit. 2009-11-15].
Dostupný z WWW:
<http://www.citrix.com/English/ps2/products/product.asp?contentID=163057%20&ntref=prod_top>.
- [6.] KRÁL, Jan . Virtualizace a virtualizace s podporou procesoru [online]. Ostrava : VŠB-TU , 2008. 15 s. Referát. VŠB-TU . Dostupné z WWW:
<[http://wh.cs.vsb.cz/mil051/images/f/f5/PAP_Virtualizace_refer%C3%A1t_\(Krahulec_Kr%C3%A1l\).pdf](http://wh.cs.vsb.cz/mil051/images/f/f5/PAP_Virtualizace_refer%C3%A1t_(Krahulec_Kr%C3%A1l).pdf)>.
- [7.] MADDEN'S, Brian Madden's. Brian Madden to Blog [online]. 2209 [cit. 2009-11-6]. Dostupný z WWW:
<<http://www.brianmadden.com/blogs/brianmadden/archive/2009/12/10/red-hat-makes-the-qumranet-spice-protocol-open-source-a-free-alternative-to-ica-pcoip.aspx>>.
- [8.] Microsoft TechNet [online]. 2010-1-14 [cit. 2010-04-03]. Microsoft Virtual Desktop Infrastructure (VDI) Explained. Dostupné z WWW:
<<http://edge.technet.com/Media/Microsoft-Virtual-Desktop-Infrastructure-VDI-Explained/>>.

- [9.] OPENMANIAK [online]. 2007-28-8 [cit. 2010-05-27]. WANem Network Scenario. Dostupné z WWW: <http://openmaniak.com/wanem_network.php>.
- [10.] Pašek, David. Tři z nejsilnějších . Connect. 2009, roč. 2009, 7-8, s. 20-21. Dostupný z WWW: <<http://connect.zive.cz/serverova-virtualizace>>.
- [11.] Remote Desktop Protocol Performance : Presentation and Hosted Desktop Virtualization [online]. [s.l.] : Microsoft Corporation, 13.10.2008 [cit. 2010-03-06]. Dostupné z WWW: <http://download.microsoft.com/download/4/d/9/4d9ae285-3431-4335-a86e-969e7a146d1b/RDP_Performance_WhitePaper.docx>.
- [12.] Remote Desktop Protocol Performance Improvements : in Windows Server 2008 R2 and Windows 7 [online]. [s.l.] : Microsoft Corporation, 2010 [cit. 2010-04-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=en&FamilyID=e4d25d08-ae40-4c5c-ac81-eaacdc9923d3>>.
- [13.] Remote Desktop Session Host Capacity : Planning in Windows Server 2008 R2 [online]. [s.l.] : Microsoft Corporation, 2010 [cit. 2010-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=CA837962-4128-4680-B1C0-AD0985939063&displaylang=en>>.
- [14.] Stanek, W. R. Mistrovství v Microsoft Windows Server 2008. CPRESS, 2009. ISBN:978-80-251-2158-0.
- [15.] ŠTAUD, Marek. Virtualizace na 3 způsoby. Connect [online]. 13.1.2008, č 12, [cit. 2010-05-27]. Dostupný z WWW: <<http://connect.zive.cz/trikrat-virtualizace-vmware-server-virtual-pc-2007-xen-3>>.
- [16.] ŠVÁB, Petr VMware vSphere 4. In *Virtualizace systémů, konsolidace serverů* [online]. [s.l.] : Storyflex, 22.03.2010 [cit. 2010-04-8]. Dostupné z WWW: <<http://everest.natur.cuni.cz/konference/2010/sponzori/storyflex/prezentace/VMware.pdf>>.
- [17.] View Manager Administration Guide : View Manager 4.0 [online]. [s.l.] : VMware, 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <http://www.vmware.com/pdf/view40_admin_guide.pdf>.

- [18.] VMware View 4 : EVALUATOR'S GUIDE [online]. [s.l.] : VMware, 2009 [cit. 2010 2-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-View4-Evaluators-Guide.pdf>>.
- [19.] VMware View Architecture Planning Guide [online]. [s.l.] : VMware, 2010 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <http://www.vmware.com/pdf/view40_architecture_planning.pdf>.
- [20.] WINTASK : Develop efficient and reliable Web automation scripts [online]. Version 3.7. [s.l.] : TaskWare, 2010 [cit. 2010-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.wintask.com/wintaskwebbook.pdf>>.

Seznam zkratek

API	Application Interface
CAL	Client Access License
DPM	Distributed Power Management
DRS	Dynamic Resource Scheduling
HDX	High Definition User Experience
IDE	Integrated Device Electronics
LAN	Local Area Network
PC	Personal Computer
RAM	Random Access Memory
RDP	Remote Desktop Protocol
RISC	Reduced Instruction Set Computer
SCOM	System Center Operation Manager
SCSI	Small Computer System Interface
SCVMM2008	System Center Virtual Machine Manager
TS	Terminal Server
USB	Universal Serial Buss
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
WAN	Wide Area Network

