

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Obchodní podnikání

## Technologie cloud computing a virtualizace v podnikové praxi

Vedoucí diplomové práce

Doc. Ing. Ladislav Beránek, CSc., MBA

Autor

Bc. Jakub Mauric

2013



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub MAURIC**  
Osobní číslo: **E10949**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Obchodní podnikání**  
Název tématu: **Technologie cloud computing a vizualizace v podnikové praxi**  
Zadávací katedra: **Katedra aplikované matematiky a informatiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je rozebrat technologie cloud computingu a virtualizace. Podat ucelený přehled a nástin existujících řešení. Práce by měla zároveň demonstrovat, jaké přínosy tyto technologie přinášejí v podnikové praxi. Uvést, jaké jsou slabé a silné stránky těchto technologií z různých hledisek, např. bezpečnosti, zhodnocení nákladů a efektivity řešení jednotlivých společností zabývajících se vizualizačními produkty a claudovými řešeními. Součástí práce bude i zpracování modelového příkladu na němž budou demonstrovány vybrané konkrétní technologie a informace o cenách (datované k době psaní práce). Tento modelový příklad bude rozšířen o jednoduchý informační systém v podobě animací či webové prezentace.

Metodický postup:

1. Studium odborné literatury.
2. Sběr dat týkajících se využití cloud computingu a vizualizace v podnicích, sběr dat od jednotlivých společností zabývajících se vizualizačními produkty a claudovými řešeními.
3. Vlastní analytická část, analýza a vyhodnocení dat, aplikace a návrh využití technologií cloud computingu a virtualizace v organizacích, přehled jejich kladných a záporných stránek, otázky bezpečnosti, perspektivy těchto technologií.
4. Vytvoření modelového příkladu, který bude obsahovat porovnání vybraných konkrétních technologií a informace o cenách společně s jednoduchým informačním systémem v podobě animací či webové prezentace.
5. Závěry a obecná doporučení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. Cloud computing: slibná budoucnost nebo marketing? Zive.computer [online]. 13. 11. 2008, [cit. 2010-03-18]. Dostupný z WWW: <http://www.zive.cz/Clanky/Cloud-computing-slibna-budoucnost-nebo-marketing/sc-3-a-144443/default.aspx>.
2. ŠVEC, Petr. Jak se dělá cloud computing. ITBIZ [online]. 5. Březen 2010, [cit. 2010-03-18]. Dostupný z WWW: <http://www.itbiz.cz/par-slov-ke-cloud-computingu>.
3. Cloud computing jako trend pro firemní IT . Aktualni-Zpravy.cz [online]. 18 . března 2010, 12, [cit. 2010-03-18]. Dostupný z WWW: <http://aktualnizpravy.cz/details/2522583-Cloud-computing-jako-trend-pro-firemni-IT>.
4. Jennings, R. Cloud Computing with the Windows Azure Platform. New York : John Wiley & Sons, Inc. , 2009. 360 s.
5. Microsoft Virtualization - Training Portal [online]. 2011 [cit. 2011-02-07]. Microsoft - Learning. Dostupné z WWW: <http://www.microsoft.com/learning/en/us/training/virtualization.aspx>.
6. Blacharski, D., Landis, C. Cloud Computing Made Easy. London : Lulu Enterprises, Inc., 2010. 112 s.
7. Golden, B. Virtualization for dummies. Hoboken : Wiley-For Dummies, 2007. 384 s.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ladislav Beránek, CSc.


Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání diplomové práce:

7. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

13. dubna 2012

  
prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc., prof.h.c.

děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentské 13 (26)  
370 05 České Budějovice

  
prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. února 2011

## Prohlášení

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

V Českých Budějovicích, 11. dubna 2013

Bc. Jakub Mauric



## Poděkování

Děkuji všem, kteří mne podporovali, zvláště pak panu doc. Ing. Ladislavu Beránkovi, CSc., MBA za odborné vedení práce a pánům Jaroslavu Vazačovi a Ing. Martinovi Horáznému ze společnosti AutoCont a.s. za poskytnutí odborného poradenství.





## Abstrakt

Tato práce se zabývá technologiemi virtualizace a cloud computing. Hodnotí jejich silné a slabé stránky spolu s příklady jejich nasazení. Dokument slouží jako stručný ucelený návod popisující potřebnou teorii a možnosti praktického využití. Vše je demonstrováno na reálném projektu.

Praktická část se týká datového prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje, na kterém prezentuje využití studovaných technologií. Práce rovněž obsahuje rozbor a hodnocení technických i finančních aspektů projektu.

## Abstract

This work reports on virtualization and cloud computing technologies. It evaluates their strengths and weaknesses as well as describes the examples of its deployment. The document serves as a concise and comprehensive guide, describing the necessary theory along with the practical use. It is all demonstrated on a real project.

The practical part refers to the data environment of the Fire Rescue Service of South Bohemia Region and represents the usage of studied technologies. The analysis also includes project's financial and technical aspects.



# Obsah

Slovníček pojmů a zkratk	6
1 ÚVOD	10
2 PŘIBLÍŽENÍ TECHNOLOGIE	11
2.1 Důvody vzniku technologií	11
2.1.1 Idea dynamického IT	12
2.1.2 Model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft	12
2.2 Pojmy cloud computing, virtualizace	14
2.2.1 Virtualizace	15
2.2.1.1 Virtualizace serverů a pracovních stanic	16
2.2.1.2 Virtualizace aplikací	17
2.2.1.3 Virtualizace sítě	17
2.2.1.4 Virtualizace datového úložiště	18
2.2.2 Cloud computing	20
2.2.2.1 Infrastructure as a service (IaaS)	21
2.2.2.2 Platform as a service (PaaS)	21
2.2.2.3 Software as a service (SaaS)	22
2.2.3 Dopad popisovaných technologií na model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft	23
2.2.4 Názory manažerů z praxe	24
3 DOSTUPNÁ ŘEŠENÍ	28
3.1 VMware, Inc.	28
3.1.1 O společnosti	28
3.1.2 Produkty	29
3.2 Microsoft Corporation	29
3.2.1 O společnosti	29
3.2.2 Produkty	29
3.3 Citrix Systems, Inc.	30

3.3.1	O společnosti -----	30
3.3.2	Produkty-----	30
3.4	Oracle Corporation-----	30
3.4.1	O společnosti -----	30
3.4.2	Produkty-----	31
3.5	Cisco Systems, Inc. -----	31
3.5.1	O společnosti -----	31
3.5.2	Produkty-----	31
3.6	OpenStack Foundation -----	32
3.6.1	O nadaci -----	32
3.6.2	Produkty-----	32
4	ÚVOD DO REALIZACE PROJEKTU -----	33
4.1	Stručný popis výchozího prostředí-----	33
4.2	Dosavadní využití virtualizace a cloud computing -----	33
4.2.1	VLAN -----	34
4.2.2	Cisco Packet Tracer -----	34
4.2.3	GNS3 -----	35
4.2.4	Oracle VM VirtualBox-----	36
4.3	Popis jednotlivých etap-----	36
4.4	Management projektu-----	39
4.5	Ekologie -----	40
5	REALIZACE PRVNÍ ETAPY-----	41
5.1	Technické řešení etapy -----	41
5.2	Příležitosti a hrozby -----	44
5.3	Postup realizace etapy -----	44
5.4	Finanční analýza-----	45
5.5	Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy -----	47
6	REALIZACE DRUHÉ ETAPY -----	49
6.1	Technické řešení etapy -----	49
6.2	Příležitosti a hrozby -----	50
6.3	Postup realizace etapy -----	51
6.4	Finanční analýza-----	52
6.5	Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy -----	54

7	REALIZACE TŘETÍ ETAPY -----	55
7.1	Technické řešení etapy -----	55
7.2	Příležitosti a hrozby -----	58
7.3	Postup realizace etapy -----	58
7.4	Finanční analýza-----	59
7.5	Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy -----	61
8	REALIZACE ČTVRTÉ ETAPY -----	63
8.1	Technické řešení etapy -----	63
8.2	Příležitosti a hrozby -----	64
8.3	Postup realizace etapy -----	65
8.4	Finanční analýza-----	65
8.5	Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy -----	66
9	ZÁVĚR-----	67
9.1	Poznátky HZS Jčk-----	67
	Použité zdroje -----	69

## Seznam obrázků

Obr. 1 Model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft .....	13
Obr. 2 Virtualizace serverů a pracovních stanic .....	16
Obr. 3 Virtualizace aplikací .....	17
Obr. 4 Virtualizace sítě .....	18
Obr. 5 Virtualizace datového úložiště.....	19
Obr. 6 Komponenty cloud computing .....	23
Obr. 7 Doplněný model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft .....	24
Obr. 8 Rozhodovací model jednotlivých etap .....	38
Obr. 9 Logický postup realizace etapy .....	39
Obr. 10 Projektová hierarchie .....	40
Obr. 11 Topologie první etapy.....	42
Obr. 12 Postup realizace první etapy .....	45
Obr. 13 Topologie druhé etapy .....	50
Obr. 14 Postup realizace druhé etapy .....	51
Obr. 15 Topologie třetí etapy.....	57
Obr. 16 Postup realizace třetí etapy .....	58
Obr. 17 Topologie čtvrté etapy .....	64
Obr. 18 Postup realizace druhé etapy .....	65

## Seznam tabulek

Tab. 1 Náklady a úspory první etapy .....	46
Tab. 2 DDN, ROI, NPV první etapy .....	46
Tab. 3 TCO první etapy .....	47
Tab. 4 Náklady a úspory druhé etapy .....	52
Tab. 5 DDN, ROI, NPV druhé etapy .....	53
Tab. 6 TCO druhé etapy .....	53
Tab. 7 Náklady a úspory třetí etapy .....	60
Tab. 8 DDN, ROI, NPV třetí etapy .....	60
Tab. 9 TCO třetí etapy .....	61
Tab. 10 Náklady a úspory třetí etapy .....	66
Tab. 11 TCO čtvrté etapy .....	66
Tab. 12 Závěrečné hodnocení doporučeného postupu .....	68

## Slovníček pojmů a zkratk

**ACL (Access Control List)** – v této práci je míněn seznam pravidel, která řídí přístup k zařízení v síti. ACL pravidla mohou přístup povolovat či zakazovat a jsou implementována v aktivním prvku sítě pracujícím na L3 ISO/OSI modelu nebo na koncovém systému.

**AD CS (Active Directory Certificate Service)** – bezpečnostní technologie zabezpečující prokazování identity a řízení přístupů tím, že vytváří a řídí certifikáty s veřejnými klíči, jež využívají softwarové bezpečnostní systémy.

**APP (Application)** – softwarová aplikace.

**Cloud computing** – využívá výpočetních zdrojů (HW a SW) jako doručované služby přes datovou síť (typicky Internet). Název pochází ze symbolu obláčku, který se v topologickém diagramu využívá jako abstrakce komplexní infrastruktury.

**Cluster** – zde je cluster počítačů seskupení vzájemně propojených počítačů/serverů, které spolu úzce spolupracují tak, že navenek mohou pracovat jako jeden počítač. V této práci je popisován cluster virtualizace, tedy cluster serverů, na němž je provozována virtualizační vrstva.

**Controller** – řídicí aktivní prvek, často se využívá k řízení skupiny přístupových bodů, datových přepínačů apod. Tento prvek může být v hardwarovém i softwarovém provedení.

**DDN (diskontovaná doba návratnosti)** – doba, za kterou diskontované peněžní příjmy z investice splatí kapitálový výdaj. Vzorec:  $K = \sum (P_n / (1+i)^n)$

**EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)** – proprietární dynamický směrovací protokol společnosti Cisco Systems, Inc.



**Firewall** – aktivní HW prvek či SW oddělující provoz mezi sítěmi, přičemž propouští či blokuje komunikaci jedním nebo druhým směrem podle určité sady předem definovaných pravidel.

### **HW (Hardware)**

**Hypervisor** – jedná se o SW aplikaci, která zprostředkovává HW logickým jednotkám, tvoří tak virtualizační vrstvu. Tato abstrakce umožňuje především účinnější a bezpečnější využívání HW prostředků.

**HZS Jčk** – Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje

**ICT (Information and communication technology)** – informační a komunikační technologie

**KIS** – oddělení komunikačních a informačních systémů HZS Jčk

**Konsolidace serverů** – proces vedoucí ke zjednodušení a zefektivnění fungování IT infrastruktury. V této práci se konsolidací myslí sdružení několika fyzických serverů do jednoho formou virtualizace.

**Maintenance** – komplexní údržba včetně servisu, updatů, získávání informací, technické podpory, přehledů klíčových ukazatelů apod.

**Malware** – software designovaný k infiltraci a případnému poškození informačních systémů (typicky počítačů) bez povšimnutí uživatelů. Tento pojem zahrnuje všechny typy ohrožení, jakými jsou viry, spyware, trojské koně, rootkit, červy a další.

**MD (Man-day)** – ekvivalent práce, kterou vykoná jeden pracovník za jeden pracovní den.

**NPV (Net Present Value)** – čistá současná hodnota vyjadřuje rozdíl mezi diskontovanými příjmy z investice a diskontovanými kapitálovými výdaji v jednotlivých letech, ukazuje příspěvek investice k růstu tržní hodnoty společnosti.

$$\text{Vzorec: NPV} = \sum(P_n / (1+i)^n) - \sum(K_n / (1+i)^n)$$

**OS (Operating System)** – operační systém

**OSPF (Open Shortest Path First)** – adaptivní hierarchický distribuovaný neproprietární dynamický směrovací protokol

**Patch management** – řízení a správa instalací opravných balíčků software, zahrnuje běžné aplikace i celé operační systémy.

**PM (Physical Machine)** – fyzický počítač, resp. server

**RAID** – metoda zabezpečení dat proti selhání pevného disku. Zabezpečení je realizováno specifickým ukládáním dat na více nezávislých pevných disků různými metodami. Nejčastěji používané typy jsou 0, 1, 5, 6, 10.

**ROI (Return On Investment)** – návratnost investice vyjadřuje čistý zisk nebo čistou ztrátu vůči počáteční investici. Výsledek je nejčastěji vyjádřen procentuálně. Vzorec vhodný pro státní správu:  $ROI = ((úspory - náklady) / náklady) * 100 [\%]$

**SDN (Software-Defined Networking)** – nový pohled na problematiku počítačových, resp. konvergovaných sítí, v nichž je skupina hardwarových aktivních prvků řízena softwarovou aplikací zvanou controller.

**SLA (Service Level Agreement)** – smlouva o garantované úrovni služeb definuje rozsah, úroveň a intenzitu externě poskytovaných služeb. Smlouva může obsahovat postihy za nedodržení definovaných parametrů a někdy také bonifikace za jejich překročení.

**SME (Small and Medium Enterprises)** – malé a střední podniky

**SSH (Secure Shell)** – komunikační protokol umožňující zabezpečený vzdálený přístup a přenos dat a tvorbu šifrovaných tunelů

**Storage** – též diskové pole nebo datové úložiště. Jedná se o externí nebo interní jednotku, jejímž cílem je dlouhodobé ukládání dat. Často se jedná o samostatné zařízení se skupinou pevných disků zapojených v technologii RAID.

**SW (Software)**

**TCO (Total cost of ownership)** – celkové náklady na vlastnictví včetně nákupu, dopravy, licencí, spotřebované energie, nákladů na údržbu, chlazení, update či upgrade, likvidaci apod. Stanovení přesné hodnoty TCO v informatice je velmi nesnadné a často je využíváno určitých zaokrouhlení a podložených odhadů.

**Telco (Telephone company)** – telefonní (dnes spíše telekomunikační) společnost či telekomunikační operátor

**Trunk link** – logický spoj, který umožňuje za pomoci značek (tagů) na jednom fyzickém spoji komunikaci více VLAN.

**VLAN (Virtual Local Area Network)** – logicky nezávislá síť v rámci jednoho nebo několika zařízení, typicky přepínačů. Síť je dělena na úrovni druhé vrstvy ISO/OSI modelu.

**VM (Virtual Machine)** – virtuální počítač, resp. server

# 1 ÚVOD

Cílem této práce je rozebrat technologie cloud computing a virtualizace. Podat ucelený přehled a nástin existujících řešení. Práce by měla zároveň demonstrovat, jaké přínosy tyto technologie přinášejí v podnikové praxi. Uvést, jaké jsou slabé a silné stránky těchto technologií z různých hledisek např. bezpečnosti, zhodnocení nákladů a efektivity řešení. Porovnat očekávání se zkušenostmi z reálného nasazení.

Základní premisou této práce i celé technologie cloud computing, potažmo virtualizace, je neustálý růst výkonnosti komponent datové infrastruktury, hledání nových cest k efektivnímu, bezpečnému a škálovatelnému využívání ICT zdrojů. Přední lídři v oboru se v současné době překotně snaží tento narůstající výkon využít a zkombinovat s pokročilými metodami řízení sektoru informačních a komunikačních technologií.

Práce se skládá z několika kapitol, v nichž je na téma nahlíženo jak z roviny teoretické, tak i z roviny praktické. Na danou problematiku je zprvu nahlíženo z roviny teoretické. Tento pohled zahrnuje historický vývoj ICT a tendence zvyšování výpočetního výkonu, dostupnosti a robustnosti datové infrastruktury v přímém protikladu s tlakem na snižování výdajů, nákup potřebného vybavení, energie a správu. Tato teoretická část obsahuje názory manažerů firem a organizací zveřejněných v odborných periodikách. Nedílnou součástí se stává i využití virtualizace systémů v oblasti výzkumu, testování a vzdělávání. Teoretická část je následována částí praktickou, která popisuje reálné nasazení technologie virtualizace a cloud computing v datovém prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje s popisem implementace řešení rozděleného na čtyři etapy. Závěr této práce shrnuje nejdůležitější srovnání, zjištění a hodnocení dosažení cílů práce.

## 2 PŘIBLÍŽENÍ TECHNOLOGIE

Již v samotném názvu této diplomové práce jsou uvedeny dvě technologie. Otázkou, na kterou odpoví tato kapitola, zůstává, co se za zmiňovanými názvy skrývá a jak úzce spolu souvisejí.

### 2.1 Důvody vzniku technologií

Dříve, než je možné popsat odborné termíny jako takové, je nutné podívat se na důvody, jež vedly ke vzniku těchto technologií.

Tím pravým důvodem bylo a nadále je především přežití organizací. Ano, časy se změnilly a podoba společností a jejich informačních systémů také. V době, kdy jsou takřka všechny procesy v organizacích nějakým způsobem napojeny na informační a komunikační infrastrukturu, se velmi často každá minuta výpadku počítá. Také náklady na pořízení a údržbu tohoto firemního úseku dramatickým způsobem narostly společně i s jejich výkonem. Ne snad proto, že by dnešní ICT vybavení stálo více, důvodem je jeho značná penetrace do všech oblastí lidské činnosti, s čímž souvisí pořízení jeho většího množství. Situace dospěla až tak daleko, že v mnohých organizacích bývá nadpoloviční většina potenciálu prostředků ICT nevyužita. Na vině je jednoznačně zastaralý model využívání těchto technologií.

Samozřejmě, že přežití není jedinou starostí komerčních i nekomerčních subjektů, existuje jich celá řada. Společnost Microsoft zmiňuje některé další dílčí klíčové otázky:

- Jak kontrolovat kapitálové výdaje a jak učinit operační výdaje více předvídatelnými?
- Jakým způsobem vytvořit přidanou hodnotu poskytováním služeb rychleji a zároveň levněji?
- Jak učinit podnikání více „zeleným“ a zároveň se vyhnout navýšení nákladů?

- Jak zajistit bezpečnost, soukromí a dodržet regulace a standardy?

[1 s. 1]

Obě popisované technologie mají co říci nejen ke všem těmto otázkám, ať už se jedná o odpověď v podobě konsolidace zdrojů nebo v přístupu k úseku komunikačních a informačních technologií jako ke službě. Nehledě na konkrétní technické řešení, čím dál více organizací se zabývá modelem dynamického IT, jakožto modelem pro budoucí udržitelný růst.

### 2.1.1 Idea dynamického IT

Cílem dynamického IT je dosažení nižších nákladů na tomto úseku a zvýšení pružnosti podniků zavedením optimalizované IT infrastruktury, jež je dynamicky schopna odpovědět na měnící se potřeby. Dynamická IT infrastruktura je taková, která je:

- orientována logicky nikoli fyzicky
- řízena politikami
- orientována na služby
- federalizována a propojena
- robustní a schopná automatické opravy
- vysoce dostupná
- bezpečná

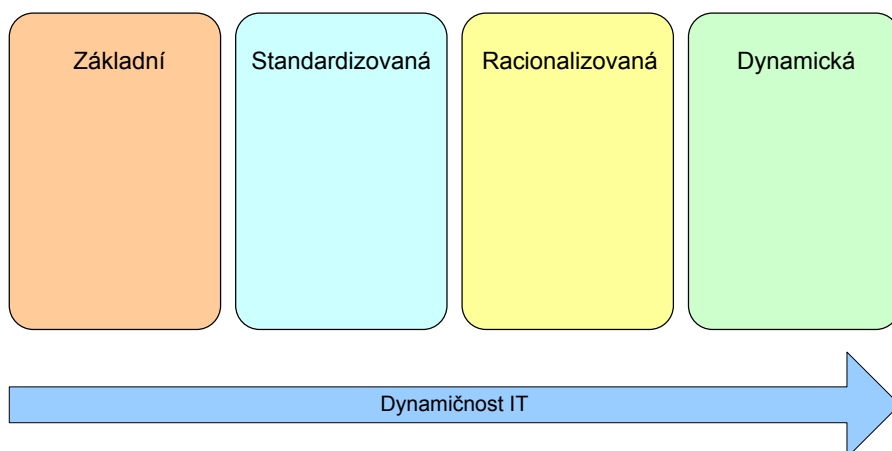
[1 s. 2]

Většina dnešních organizací nedosáhla plně dynamického IT, ale mnohé tento cíl neustále sledují.

### 2.1.2 Model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft

Jedním ze způsobů, jakými lze změřit míru efektivnosti využívání zdrojů je Model optimalizované struktury společnosti Microsoft, který člení IT infrastrukturu do čtyř kategorií dle její optimalizace od nejméně po nejvíce optimalizovanou. Na základě

tohoto modelu je možné stanovit současný stav a zjistit tak, jakým směrem by se firemní IT mělo ubírat.



Obr. 1 Model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft

### **Základní IT infrastruktura**

Je charakterizována manuálními lokalizovanými podnikovými procesy, minimálním centrálním řízením zdrojů, neexistujícími nebo neprosazenými IT politikami a bezpečnostními standardy. Případně existují problémy s kompletním nasazením těchto standardů a jejich striktním dodržováním. V základní IT infrastruktuře je stav aplikací a služeb celkově neznámý, což je zapříčiněno absencí patřičných řídicích nástrojů a schémat. Lze říci, že instalace software, patch management, konfigurace serverů, pracovních stanic a další činnosti jsou prováděny a udržovány manuálně. [1 s. 3]

### **Standardizovaná IT infrastruktura**

Typická standardizovaná IT infrastruktura je vystavěna na té základní implementaci standardů a politik zajišťujících adekvátní řízení pracovních stanic a serverů, kontrolou připojování počítačů do firemní sítě, využitím služby domény windows sloužící k centralizovanému managementu síťových zdrojů, bezpečnostních politik, kontrole přístupů. Patch management, instalace software, atd. je částečně automatizována. Je vynaloženo úsilí k inventarizaci hardware, software a na správu licencí. Bezpečnost na perimetru sítě je rozšířena o firewall, filtraci malware, avšak bezpečnost uvnitř sítě zatím není primární. [1 s. 3-4]

### **Racionalizovaná IT infrastruktura**

Je taková, kde došlo ke značnému snížení nákladů na správu pracovních stanic a serverů, politiky podporující podnikání jsou optimalizovány. Přístup k bezpečnosti je nyní proaktivní jak na perimetru sítě, tak i uvnitř ní, přístup k bezpečnostním hrozbám je metodický. Nasazení pokročilých nástrojů zjednodušuje instalaci i údržbu software a minimalizuje náklady. Hardware a software jsou pečlivě inventarizovány, organizace nakupuje jen přesně ty licence, které potřebuje. [1 s. 4]

### **Dynamická IT infrastruktura**

Konečně dynamická IT infrastruktura je ta, ve které si společnost plně uvědomuje strategickou hodnotu své IT infrastruktury. Tento fakt umožňuje podnikat efektivně a být napřed před konkurencí. Náklady na IT jsou plně pod kontrolou, existuje úzká integrace mezi uživateli, daty, pracovními stanicemi a servery. Existuje hluboká spolupráce mezi uživateli, mobilní uživatelé mají téměř stejnou úroveň přístupu jako uživatelé na pracovních stanicích. IT procesy jsou plně automatizovány, což vede k řízení IT dle potřeb podnikání. Jakékoli investice na úseku IT dosahují konkrétního měřitelného přínosu pro organizaci. Řízení i zabezpečení dosáhlo značných rozšíření zavedením pokročilých řídicích systémů na bázi karantén a samosprávy. Tyto systémy umožňují plně vynutit bezpečnostní politiky, zvýšit spolehlivost a úroveň služeb, snížit náklady. [1 s. 4]

## **2.2 Pojmy cloud computing, virtualizace**

Obě technologie byly vyvinuty z důvodu maximalizace využití výpočetních zdrojů a současné redukce nákladů na ně vynakládaných. Často jsou zmiňovány v diskuzích týkajících se vysoké redundance a dostupnosti. Přestože běžné formulace obou pojmů jsou často velmi vágní, diskutéri je velmi často zaměňují, lze nalézt jasně definovatelný rozdíl. Oba výše popsané modely mají své přednosti i nedostatky zakořeněny již hluboko ve svém vlastním konceptu.



## 2.2.1 Virtualizace

Virtualizace je zaměřena na konsolidaci zdrojů, typicky serverů. Ovšem virtualizována často bývá celá řada prvků od pracovních stanic přes již zmíněné servery až po síťovou infrastrukturu či datová úložiště. Vybraná virtualizační řešení jsou v této kapitole blíže popsána. Hlavním podnětem k zavedení tohoto řešení je neefektivní využívání existující IT infrastruktury a s tím spojenými vysokými provozními náklady. Snížení počtu fyzických zařízení vede též k úsporám při budoucí obměně zastaralého hardware a snížením příkonu elektrické energie. Zatímco virtualizace serverů a koncových stanic je doménou posledních let, virtualizace v oblasti přepínaných lokálních sítí je již lety ověřenou praxí, bez níž není možné moderní datové či konvergované sítě provozovat. V současné době jsou ve vývoji resp. prvních nasazeních i pokročilejší metody virtualizace sítí. Další výhodou virtualizace serverů je také velmi snadná správa a nezávislost virtuálních strojů na fyzické platformě. To umožňuje volně migrovat jednotlivé stroje napříč infrastrukturou s minimálními náklady a dopady na dostupnost služeb. Největší devizou virtualizace je tedy maximální využití zakoupených fyzických zdrojů a plný dohled nad zabezpečením a daty, jež jsou stále uložena na lokálních úložištích. [2]

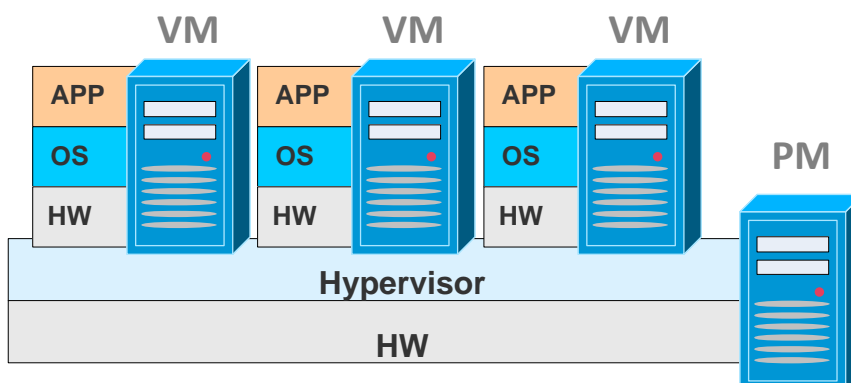
Stejně jako jakákoli jiná technologie ani virtualizace není dokonalá a má svá úskalí. Pan Petr Hájek na serveru root.cz popisuje: „*Vše začalo na konferenci známého magazínu Computerworld se jménem Computerworld Premier 100 IT Leaders, kde se jeden CIO postavil a vyjádřil svoje znepokojení ohledně bezpečnosti vlastní virtuální infrastruktury, která již pohltila více než polovinu všech firemních serverů. Tento názor brzy následovala dvojice dalších IT manažerů, jež přidali i svoje vlastní obavy. Žádný z výkonných řídicích zaměstnanců to tehdy sice přímo nepřiznal, ale jedno z jejich názorů přece jen jasně vyčnívá – dotyční se cítí zranitelně.*“ [3]

Problém netkví v tom, že by virtuální infrastruktura byla ve své podstatě méně bezpečná než ta fyzická. Organizace si však ještě nestačily vytvořit patřičná pravidla popisující, jakým způsobem se s poměrně novou technologií vypořádat. Popisovaná nebezpečí tkví především v rychlém vytváření nových serverů, o nichž se bezpečnostní oddělení často dozvídá až po té, co jsou nasazeny v produkční síti. V případě úspěšného napadení infrastruktury je možné vytvářet nelicencované nezaplátované stroje, popřípadě legitimní stroje převádět z bezpečných sektorů sítě do těch s nižšími restrikce

apod. Jelikož se jedná o technologii relativně mladou, není v současné době patrně možné všechna tato úskalí odhalit.

### 2.2.1.1 Virtualizace serverů a pracovních stanic

Základem virtualizace serverů, pracovních stanic nebo jinak využívaného počítače je hypervisor. Tento tenký klient zprostředkovává hardware na něm vytvořeným softwarovým kontejnerům nazývaným virtuální stroje (VM), zároveň pro administrátory poskytuje rozmanité konfigurační, dohledové a statistické nástroje. V každém z těchto kontejnerů je nainstalován libovolný operační systém, a každý z těchto kontejnerů má vlastní virtuální hardware, který prezentuje svému operačnímu systému. Operační systém jako takový nevidí rozdíl mezi tím, jestli je nainstalován na fyzickém nebo virtuálním počítači. Každý takový operační systém hostuje běžným způsobem aplikace, stahuje a instaluje aktualizace atd. Grafický pohled ukazuje obrázek 2.



Obr. 2 Virtualizace serverů a pracovních stanic

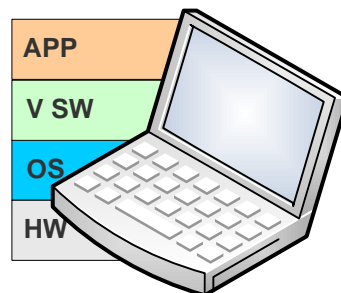
Jak již bylo napsáno, hlavním důvodem virtualizace serverů, stejně tak i pracovních stanic je efektivní využívání hardwarových prostředků fyzických serverů. Např. procesor běžného fyzického serveru je v průměru vytížen na 15%, z čehož vyplývá, že 85% výpočetního výkonu valné většiny procesorů firemních serverů je nevyužito. Přičemž ale každý z těchto procesorů spotřebovává desítky wattů jen proto, že je v aktivním stavu bez ohledu na to, zda je jeho výkon využit či nikoliv. [4]

Jelikož je každý kontejner v podstatě ideálním prostředím, operační systém a jeho aplikace pracují často lépe než na fyzickém stroji, odpadají totiž problémy s nekompatibilitou hardware, ovladači atd. Další znamenitou vlastností je možnost

upravovat každému virtuálnímu stroji jeho fyzické prostředky, např. zvýšit kapacitu operační paměti, přiřadit více procesorů, přidat sériové porty nebo síťové karty v řádu desítek vteřin, aniž by bylo nutné vynakládat jakékoli další finanční prostředky. Ovšem na takovýto zásah je nutné virtuální stroj vypnout.

### 2.2.1.2 Virtualizace aplikací

Virtualizace aplikace vyžaduje virtualizační software (na obr. 3 označen jako V SW), který tvoří rozhraní mezi virtuální aplikací a vlastním operačním systémem. Toto rozhraní vytváří umělé prostředí pro běh aplikace, které za normálních okolností vytváří sám operační systém. Celé toto prostředí bývá uloženo v jediné složce, nikoli rozeseto do potřebných složek a registrů hostujícího operačního systému. Jakmile aplikace využívá tyto virtuální prostředky namísto fyzických, stává se snadno přenositelnou na jiné počítače a dříve vzájemně nekompatibilní aplikace mohou pracovat na jednom operačním systému najednou. Je tedy např. možné na jednom PC spustit aplikace MS Office XP, 2009, 2007, 2010 aniž by se navzájem jakkoli ovlivňovaly.



Obr. 3 Virtualizace aplikací

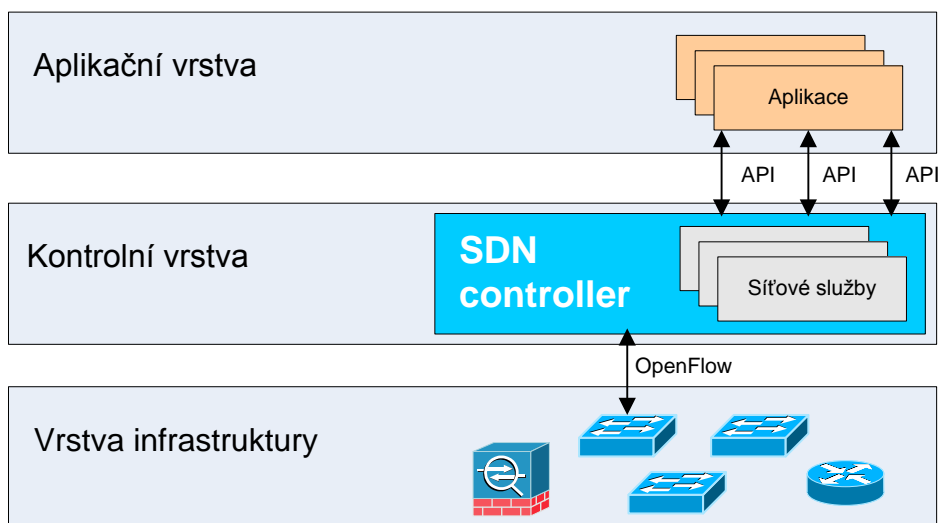
### 2.2.1.3 Virtualizace sítě

Prudký nárůst mobilních zařízení, obsahu, virtualizace a cloud řešení vedl v odvětví komunikací k přezkoumání tradičních síťových architektur. Mnoho konvenčních sítí je hierarchických, vystavěných ve stromové struktuře. Tento model vyhovoval v situaci, kdy výpočetní model server-klient byl dominantní. Dnešní sítě bývají často závislé na výrobcích jednotlivých platforem, kompatibilitě se širokou škálou protokolů a stávají se tak velmi komplexními. Není tedy výjimkou, že velké množství zásahů do infrastruktury si vyžádá plánování a časový harmonogram v rádech dnů až týdnů s hrozícími výpadky spojení. Komplexní správa vyžaduje množství odborníků, času,

finančních prostředků. V době, kdy je kladen důraz na dynamičnost přesouvání virtuálních serverů, datových úložišť, připojování velkého množství mobilních zařízení a dalších moderních trendů se vynořuje potřeba nového koncepčního pojetí problematiky sítí.

Takovým vznikajícím pojetím jsou softwarově definované sítě (SDN). Obr. 4 přibližuje logický pohled na SDN architekturu. Síť je řízena softwarem zvaným SDN controller, který udržuje globální přehled o síti. Výsledkem je, že celá síť se aplikacím a ostatním zařízením jeví jako jediný logický datový přepínač (angl. switch). Princip SDN velmi zjednodušuje jednotlivé aktivní prvky a funkčnost celku pozbývá závislosti na jednotlivých výrobcích (např. Cisco, HP, 3Com, atd.), jelikož tato zařízení nemusejí implementovat stovky protokolů, ale stačí jim v podstatě jen řídit se příkazy řídicího prvku v podobě SDN controlleru.

Je potřeba říci, že v době psaní této práce nemá tato technologie zcela jasné obrysy a mnoho standardů je ve vývoji.

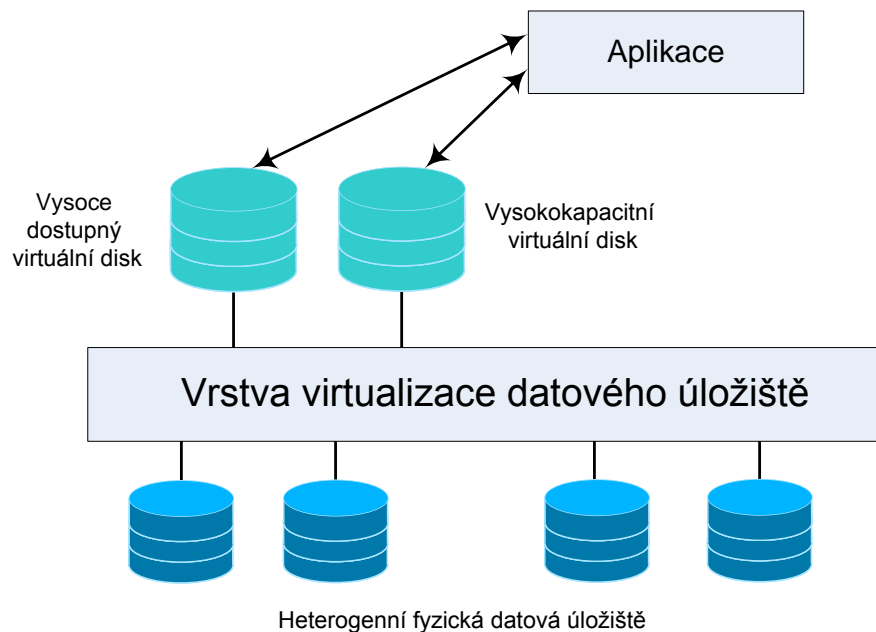


Obr. 4 Virtualizace sítě

#### 2.2.1.4 Virtualizace datového úložiště

Virtualizace datového úložiště má obdobné cíle jako jakákoli jiná metoda virtualizace. Vytvořením virtualizační vrstvy, jež vytváří prostředníka mezi aplikacemi a fyzickými datovými úložišti je dosaženo určité nezávislosti. Aplikace se odkazují pouze na logické jednotky, aniž by bylo nutné zabývat se specifikami jednotek (např. oddíly, formátování a další parametry), na kterých jsou data uložena. Administrátor

může identifikovat, přiřadit a spravovat distribuované datové úložiště jako jediný konsolidovaný zdroj, popř. je možné utvářet logická seskupení dle jejich vlastností, jak názorně ukazuje obr. 5.



Obr. 5 Virtualizace datového úložiště

Izolace aplikační vrstvy od fyzické vede především k vyšší dostupnosti dat a automatizaci úkonu při správě a expanzi. Mnohé chyby vznikající na fyzických datových úložištích bývají aplikační vrstvě skryty a neohrozí tak chod kritických aplikací podniku.

Virtualizace datového úložiště je možné členit dle úrovní:

**Datové úložiště jako interní zařízení** – fyzické jednotky jsou řízeny tradičními ovladači, zatímco softwarová vrstva nad jednotkami zachycuje I/O požadavky, zkontroluje metadata a následně přesměruje I/O

**Datové úložiště jako externí zařízení** – typ, kdy je virtualizace vestavěna do sběrnice datového úložiště, pokročilé RAID řadiče umožňují připojení dalších zařízení. Primární controller datového úložiště může připojit jiné datové úložiště nebo jeho oddíl a rozšířit tak kapacitu nebo poskytovat replikace.

**Datové úložiště na síti** – konfigurace, kde vrstva virtualizace datového úložiště poskytuje připojení k síťovým zařízením povětšinou využitím Fibre Channel nebo iSCSI na sítích SAN.

[6]

## 2.2.2 Cloud computing

Naproti tomu cloud computing je od virtualizace odlišný především v pojetí problematiky. Virtualizace je často v cloud computing využita jako platforma provozovaných zdrojů, nicméně využití virtualizace není podmínkou. Základní dělení cloud computing je na privátní a veřejný. Zatímco privátní cloud computing je doménou velkých korporací a slouží k distribuci služeb vlastním zaměstnancům, jednotlivým oddělením či pobočkám, ale i obchodním partnerům apod. Hlavní ideou veřejného cloud computing (jímž se tato práce bude zabývat) je využití výpočetních zdrojů jako služby obdobným způsobem, jakým běžný spotřebitel nakupuje telekomunikační služby (např. provolané minuty, přenesená data) nebo elektrickou energii (kWh). Obdobně lze měřit i výpočetní výkon ve spotřebovaných cyklech procesoru, paměti RAM, velikosti datového úložiště či přenosovém pásmu. Cloud computing byl navržen od základu jako plně škálovatelný model, v němž si zákazník nakoupí přesně takové množství zdrojů, které využije a pokud mu alokované prostředky nebudou vyhovovat, může si nakoupené množství snadno upravit. Využívání zdrojů je pak řízeno smluvně. Tento koncept přináší značné úspory především malým a středním podnikům, které tak nejsou nuceny investovat do vybudování vlastní infrastruktury. Nicméně základní hardware a software je stále pořídit nezbytné. Naopak velkým společnostem mohou často náklady narůst nad úroveň nákladů, které by za stejný objem ICT zdrojů vynaložili v privátním datacentru.

Úskalí technologie veřejného cloud computing tkví především v nutnosti vzdát se komplexního dohledu nad organizačními prostředky a jejich svěřením poskytovateli služeb. Zajištění bezpečnosti a dostupnosti dat a ostatních zdrojů je pak plně v režii této společnosti. Hlavní bezpečnostní slabiny veřejného cloudu jsou:

- *„špatné a zločinné využití cloudu – vlastník dat nemá pod kontrolou data ani jejich zabezpečení*
- *nezabezpečená aplikační programová rozhraní – vlastník dat nemá kontrolu nad aplikací, její architekturou a zabezpečením*
- *zlomyslní interní zaměstnanci – vlastník dat nemá kontrolu nad zaměstnanci poskytovatele služeb*

- *zranitelnosti jednotné technologie – velmi snadno lze získat přístup ke cloudu (pronajmout si služby), detailně je prozkoumat a zaútočit*
- *data loss/leakage – vlastník dat nemá kontrolu nad bezpečnostními procesy a zálohováním*
- *únos spojení, služby či účtu – při kompromitování přístupových údajů je lze zneužít mnohem jednoduše vzdáleně na rozdíl od zabezpečené interní sítě“ [7]*

Běžnou praxí bývá uzavření SLA smluv mezi poskytovatelem cloud computing a jeho zákazníkem, v nichž jsou přesně specifikovány maximální únosné výpadky, sankce apod. Tuto koncepční nevýhodu lze ilustrovat na újmě, kterou utrpěla společnost T-Mobile v roce 2009, jež využívala jako poskytovatele cloud computing Microsoft. Závada v datovém centru společnosti Microsoft měla za následek ztrátu klientských dat komunikačního operátora T-Mobile. Ačkoli došlo k náležitému plnění SLA smluv finančními prostředky, nic to nezměnilo na faktu, že T-Mobile utrpěl poškození svého jména u zákazníků, kteří přišli o svá data. [2] Práce v cloud infrastruktuře klade zvýšené nároky na dostupnost a rychlost datového připojení.

### **2.2.2.1 Infrastructure as a service (IaaS)**

Je základní model architektury služeb v cloudu, který skrývá pronájem infrastruktury v podobě fyzických i virtuálních serverů, datových úložišť a sítě. V tomto modelu je uživatel zodpovědný za instalaci a správu operačních systémů a vyšších vrstev. Zákazník může dle svých potřeb rozšiřovat nebo naopak zeštíhlovat množství a konfiguraci prvků, které má v pronájmu. Typickým příkladem na trhu jsou Amazon, HP Cloud Services, Google Storage a řada jiných. [7]

Výhody:

- nízké počáteční náklady
- vlastní výběr ICT prostředí

### **2.2.2.2 Platform as a service (PaaS)**

V tomto modelu si platformu nevolí zákazník, ale její podoba je již součástí nakupovaných služeb. Výpočetní platforma typicky obsahuje komponenty pro stavbu aplikace, jako jsou operační systém, databázový systém, webový server nebo jiné aplikace. Tato varianta je velmi výhodná pro vývojáře aplikací a stává se tak vhodnější

obdobou klasického hostingu. Typickým příkladem na trhu jsou mezi jinými Amazon, Microsoft Azure, HP Cloud Services. [7]

Výhody:

- výkon alokovaný na základě aktuální potřeby
- platba za průměrnou spotřebu, nikoliv za extrém

### **2.2.2.3 Software as a service (SaaS)**

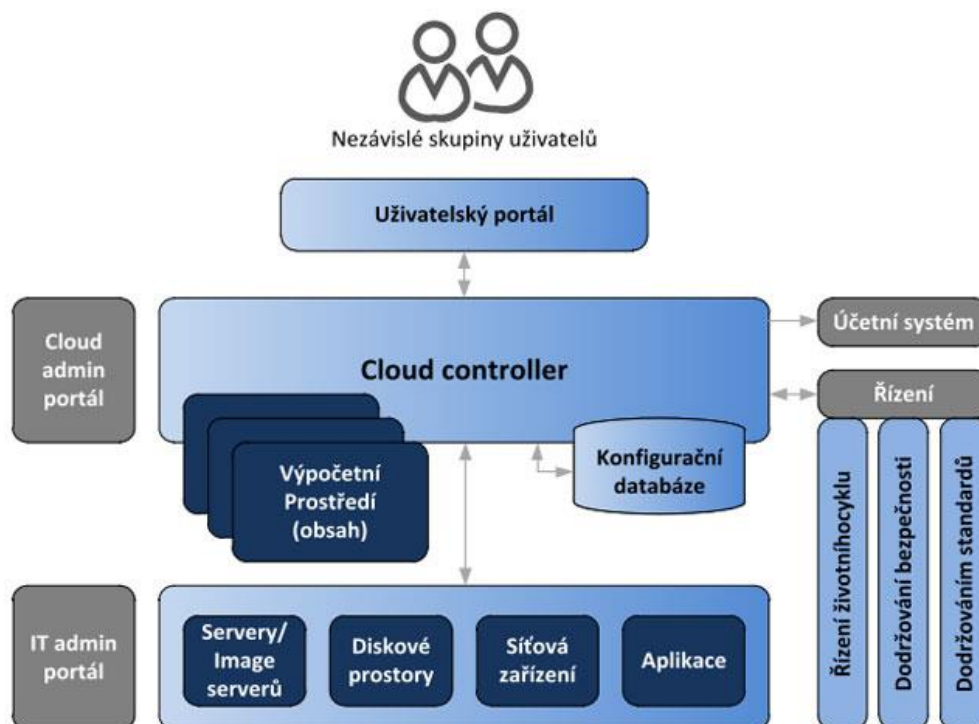
Model poskytování aplikačního software jako služby, kde uživatel většinou nemá přímý přístup k infrastruktuře ani znalosti o použité infrastruktuře a platformě. Tradičním přístupem je formou webového prohlížeče s tím, že klientovi je účtován počet uživatelů, velikost databáze nebo je využíváno modelů zohledňující míru užívání dané služby. Typickým příkladem na trhu jsou poskytovatelé webového hostingu, Google Apps, Microsoft Online, Salesforce a mnoho dalších. [7]

Výhody:

- nízké počáteční náklady
- častá aktualizace software a platformy

Z jakých komponent se cloud computing typicky skládá, ilustruje obr. 6.





Obr. 6 Komponenty cloud computing

Zdroj: [7]

### 2.2.3 Dopad popisovaných technologií na model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft

Obr. 7 popisuje, jaký dopad má použití cloud computing nebo virtualizace na Model optimalizované struktury společnosti Microsoft.

#### **Redukce TCO je dosaženo:**

- Zvýšením využití potenciálu serverů jejich konsolidací
- Redukcí místa v technologických místnostech a redukcí potřebné energie na napájení aktivních prvků ICT a jejich chlazení
- Odstraněním nekompatibility aplikací
- Snížením ROI pod 6 měsíců

[2]

#### **Zvýšení dostupnosti je dosaženo:**

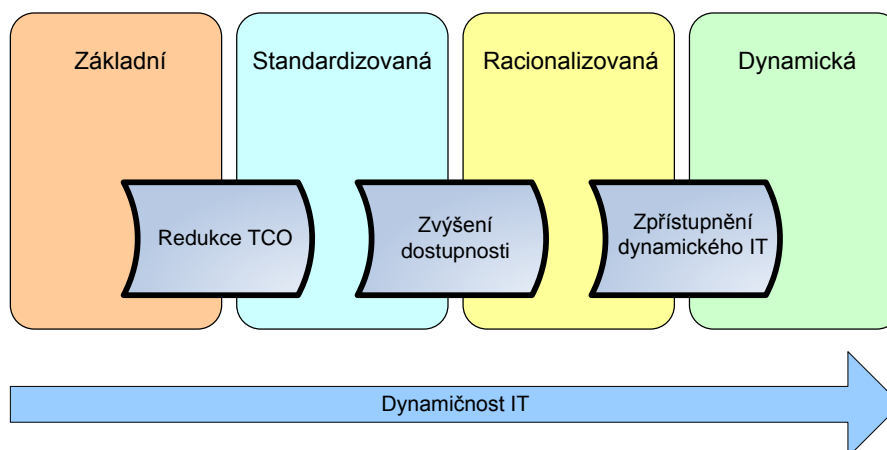
- Zjednodušením zálohování a obnov
- Zapracováním podnikové kontinuity do modelu
- Dynamickými úpravami

[2]

### Zpřístupnění dynamického IT je dosaženo:

- Transformací fyzického IT (servery, pracovní stanice atd.) do logických vrstev
- Managementem založeným na politikách
- Automatickými dynamickými systémy

[2]



Obr. 7 Doplněný model optimalizované infrastruktury společnosti Microsoft

## 2.2.4 Názory manažerů z praxe

### Pavel Brabenec, ředitel divize marketingu, GTS Czech

„Poskytování služeb typu IaaS je pro telco přirozené. V tomto případě telco operátor provádí investice do technologické platformy, kterou následně rozprodává formou služby svým zákazníkům. To je obdobné jako investice do telekomunikačních technologií, na kterých jsou stavěny telekomunikační produkty a řešení. S tím související zákaznická péče, procesy zřizování a zajišťování služeb ve velkém objemu jsou rovněž pro operátory přirozené. V tomto tedy mají telco firmy velkou výhodu oproti menším, specializovaným firmám či systémovým integrátorům, jejich obchodní model je založen na dodávkách projektů namísto služeb. Technologie použité na realizaci IaaS služeb jsou sice poněkud jiné než tradiční telco technologie, nicméně díky moderním trendům i v telco technologiích dochází k širšímu využití víceúčelových IT technologií. Poněkud komplikovanější je pro telco operátora tvorba a poskytování služeb typu PaaS a SaaS. V tomto případě totiž do obchodního modelu vstupují komplikované vztahy s poskytovateli SW licencí (operační systémy, databáze, aplikace atp.). Přestože telco

*firmy mají ve svých IT divizích odborníky na problematiku SW, zde jde o jiný, komplikovanější druh licencování. Ještě složitější je vyladění těchto produktů pro různé segmenty zákazníků, včetně problematiky nastavení správných prodejních kanálů a optimalizace provizních schémat. Jinými slovy, obchodní model je od tradiční praxe odlišný.“*

*„Na základě vlastních zkušeností tedy nemohu říci, že by docházelo k nějaké revoluční změně telco oboru. Spíše dochází k rozšiřování relevantních trhů, na kterých telco operátoři přirozeně budou působit.“ [8 s. 18]*

### **Zdeněk Lejsek, T-Systems Czech Republic**

*„Firmy, které chtějí přežít, musejí umět snižovat ohromné náklady spojené se správou dat. V dnešním obchodním světě rozhodují detaily. Vysoké ceny za udržování velké interní IT divize nadále rostou, hardware potřebuje neustále upgradovat a udržovat/opravovat, software musíte stále aktualizovat, implementovat a zajistit k němu podporu... Není toho málo. Řešením zdánlivě bezvýchodné situace je však právě cloud. Díky němu můžete všechny tyto starosti pustit z hlavy a ke svým datům uloženým na serverech poskytovatele cloudových služeb přistupovat prostřednictvím internetu.*

*Podívejme se na příklad systému pro řízení vztahu se zákazníky (CRM). Jeho údržba a vývoj obvykle zaměstnává značnou část IT personálu. Jakmile firma potřebuje nový CRM, musí se postarat o školení zaměstnanců, zvážit dodatečné výdaje za hardware a software a vzít v potaz extra zatížení interního IT personálu. S cloudem je to jiné. Ačkoli stále dostáváte potřebná data, odpadá většina režijních nákladů. Rozhraní je provozováno ve webovém prohlížeči a bývá velice intuitivní (krom toho je často přizpůsobitelné). Zbytek si zkrátka pronajmete: čas, prostor i přístup k softwaru v cloudu. Takto můžete výrazně omezit výdaje na údržbu firemního IT. A jelikož jde o dynamickou službu, máte stále pod kontrolou všechny výdaje – platíte pouze za výpočetní kapacitu a úložiště, které reálně využíváte. V tom je hlavní rozdíl mezi cloud computingem a outsourcingem, kde platíte předem stanovené, pevně smlouvené objemy. Cloud computing zkrátka není technologie, nýbrž služba zahrnující jiný způsob dodávky a správy IT infrastruktury. Zvyšuje přitom produktivitu, zvedá zisky a rozšiřuje zákaznickou základnu.“ [9 s. 19]*

### **Petr Ulvr, Business Development Manager, Intel**

*„Na základě dostupných dat lze konstatovat, že většina serverů je dnes využita z 10-15% své kapacity. Schopnost virtualizovat servery a využít tak jejich výkon naplno zaujala manažery datových center z mnoha důvodů, mezi něž patří zejména lepší využití výpočetních zdrojů, snížení celkových nákladů na chlazení, energetickou spotřebu či propracovanější možnosti správy.“ [10 s. 26-27]*

*„Podle tvrzení analytiků z IDC je výběr hardwarové platformy pro virtualizaci stejně důležitý jako volba virtualizačního softwaru.“*

*Přínosy v oblastech využití výpočetní kapacity serverů, úspory energie, správy, úrovní služeb a celkových nákladů mohou být velmi dramatické. Interní IT oddělení společnosti Intel publikovalo detailní analýzu na téma parametrů a výhod nové generace serverové platformy postavené na nových procesorech Intel Xeon 5600. Server založený na nových procesorech dával v testech až 3,5x vyšší výkon a více než 2,5x výkon na watt ve srovnání s tři roky starými servery. Výsledkem analýzy tak je možnost pořídit přibližně dvakrát více virtuálních strojů při stejném TCO. Nové serverové procesory přinášejí dále vyšší propustnost vstupů a výstupů (I/O), vyšší výkon při virtualizaci a možnost migrace virtuálních strojů různých generací, což přináší do virtualizovaných prostředí bezkonkurenční flexibilitu.*

*Při hledání úspor bych se dále neomezoval pouze na virtualizaci samotnou, ale velmi vážně bych se zabýval rovněž energetickou spotřebou procesorů. Nové generace hardwaru nabízejí v této oblasti revoluční vlastnosti, navíc existují konečně softwarové nástroje, prostřednictvím kterých lze spotřebu serverů monitorovat a dokonce řídit, a to i v prostředí sestávajícím ze serverů od různých výrobců.“ [10 s. 26-27]*

### **Petr Leština, IT Architekt, IBM Česká republika**

*„Zajímavé je také zjištění, že provoz vlastní IT infrastruktury neustále zdražuje. Provozní náklady vlastního serveru v prvním roce jsou tak ve skutečnosti nižší než ty ve druhém roce. To je způsobeno hned několika faktory. Předně samotná cena energií, které tvoří 16,5% TCO se celosvětově každoročně zvyšuje o 10 až 25%. Další zdražování zajišťuje růst mezd IT administrátorů, kteří tvoří 14,1% TCO. Navíc u hardwaru, který má sloužit 3 a více let, nezřídka může nastat potřeba investovat např. do paměti, investovat do přechodu na nový operační systém atd. A tohle všechno si u*

vlastního serveru musí firma zaplatit. TCO se tedy u vlastního serveru počítají jen velice komplikovaně a firmě se může stát, že skutečný TCO ty zamýšlené někdy i výrazně převyšují.“ [11 s. 20]

„Cloud computing však přichází se zcela odlišným modelem. To, jaké budou vaše TCO, víte velmi dobře na dlouhé roky dopředu. Jakmile si definujete potřebný výkon, získáte ihned cenu za váš server v cloudu – včetně hardwaru, softwaru, maintenance, údržby a podpory, energií atd. U velkých firem přitom máte k dispozici širokou škálu možností, jak vaše cloudová infrastruktura bude vypadat a kde bude umístěna. Menší firmy budou volit spíše veřejný cloud a umístění serveru v datových centrech, u těch větších bude zase poptávka po privátním cloudu, individuálních úpravách a třeba i umístění části infrastruktury (např. storage řešení) přímo ve vlastních prostorách.“ [11 s. 20]

### **Milan Štěrba, vedoucí konzultant pro veřejný sektor, HP CEE**

„Implementace G-cloudu předpokládá vytvoření centrální autority společné pro všechny uživatelské instituce, která bude koordinovat, řídit, monitorovat a vyhodnocovat pořizování, poskytování, kvalitu a bezpečnost služeb.“ [12 s. 3]

„Myšlenkami zavedení G-cloudu se zabývají vlády mnoha rozvinutých ekonomik světa a v řadě zemí již existují úspěšné příklady nasazení. Ve Velké Británii jsou v současné době pro vládní instituce k dispozici prototypové řešení G-cloudu, které umožňuje zavedení řady služeb všech výše popsaných kategorií. Poskytovatelé služby pokrývají například základní kancelářské aplikace, služby kontaktních center a řízení vztahu s občany (CRM) nebo řízení oběhu či archivace dokumentů. Plánovaný záměr G-cloudu v rámci strategie Digital Britain počítá s 20% snížením celkových vládních výdajů na IT při současném zvýšení kvality a dostupnosti služeb (britská vláda v současnosti vydává na IT asi 15 mld. liber ročně.)“ [12 s. 3]

„Jako nejjednodušší se nabízejí průřezové služby v oblasti kancelářských aplikací a komunikace, správy aktiv, řízení oběhu a archivace dokumentů, správy dat, řízení projektů, správy služebních cest atd. Další možnosti se otevírají např. ve službách pro řízení kontaktů s občany, ERP, školení a vzdělávání apod.“ [12 s. 3]

## 3 DOSTUPNÁ ŘEŠENÍ

Vzhledem k rozsáhlosti odvětví, množství společností a jejich produktů na poli virtualizace a cloud computing není možné v rozsahu této práce uvést podrobnější přehled. Tato kapitola si klade za cíl krátce představit vybrané přední světové výrobce virtualizačních technologií a poskytovatele cloud computing. Jejich produkty budou zmíněny spíše kategoricky s vybranými příklady s přihlédnutím k jejich významu z pohledu autora práce a širší možnosti nasazení. V poslední podkapitole je navíc možné seznámit se s vybraným volným řešením na bázi Linuxu.

Není překvapením, že mnohé aktivity jednotlivých společností se navzájem protínají a jejich produkty si konkurují či se často navzájem doplňují a stavějí na sobě. Je to dáno situací, ve které jsou tyto společnosti zároveň i leadery v oblasti informačních a komunikačních technologií obecně. A tak je např. běžně možné virtualizovat operační systémy Microsoftu na produktech VMware či Oracle či využívat hypervisory VMware s virtuálními přepínači Cisco.

### 3.1 VMware, Inc.

#### 3.1.1 O společnosti

Společnost, která sebe sama označuje za globálního leadera ve virtualizaci, cloud infrastruktuře a dodavatele zákaznický prověřeného řešení pro akceleraci IT redukcí komplexnosti a flexibilním doručováním služeb. Je skutečně pravdou, že se jedná o průkopnickou společnost, jež byla po mnoho let mnoho kroků před konkurencí a která se primárně zaměřuje na tuto oblast. Avšak v době psaní této práce tento náskok výrazně zmenšují produkty Microsoft Corporation. Společnost VMware se může pochlubit více jak 400 000 významnými zákazníky a 55 000 partnery. [13]

### 3.1.2 Produkty

Společnost se nezaměřuje na poskytování služeb jako takových, ale na vývoj řešení, jež jsou nabízena sítí certifikovaných partnerů. Existuje celá škála produktů rodiny VMware zahrnující virtualizaci jednotlivých aplikací až po celá datacentra, stejně tak i produkty pro poskytovatele cloudových řešení.

Vybrané produkty:

- VMware Fusion
- VMware vSphere
- VMware Workstation, VMware player
- VMware View, VMware ThinApp
- VMware vCloud Suite
- VMware vCenter Operations Management Suite

## 3.2 Microsoft Corporation

### 3.2.1 O společnosti

Softwarového giganta Microsoft Corporation patrně není třeba představovat.

### 3.2.2 Produkty

V širokém záběru této společnosti je možné najít i produkty zabývající se popisovanou problematikou. Společnost nejen vytváří produkty spojené s virtualizací a cloud computingem distribuované svými partnery v celé škále oblastí. Zároveň i poskytuje některé služby, tak říkajíc, ve vlastní režii. [14]

Vybrané produkty a služby:

- Windows Server 2012
- MS Office
- Windows Azure
- SkyDrive
- System Center 2012
- Hyper-V

### **3.3 Citrix Systems, Inc.**

#### **3.3.1 O společnosti**

Je další americkou společností zaměřující se na celou škálu technologií. S příjmem 2,21 miliardy dolarů ročně se zcela jistě řadí mezi přední společnosti v oboru. Citrix věří, že práce a osobní život člověka se nevyklučují, a proto nabízí celou řadu řešení podporující komunikaci a mobilitu práce, resp. pracovníků. [15]

#### **3.3.2 Produkty**

Produktové řady zahrnují virtualizaci desktopů, datacenter, sítí a cloudová řešení. Nicméně vlastní cloud služby neposkytuje.

Vybrané produkty:

- Xen Server
- Xen Client, Xen Desktop
- Xen App
- NetScaler App Firewall
- NetScaler App Delivery Controller
- Cloud Platform
- GoToMeeting

### **3.4 Oracle Corporation**

#### **3.4.1 O společnosti**

Světový leader v oblasti databází, v jehož portfoliu lze nalézt potřebný hardware i software včetně podpůrných aplikací. Oracle se může pochlubit 308 tisíci zákazníky, kteří využívají právě jejich databáze a příjmem 37,1 miliardy \$ GAAP ve fiskálním roce 2012. [16]



### 3.4.2 Produkty

Společnost již delší dobu úspěšně vyvíjí a implementuje virtualizaci aplikací, desktopů, serverů a datacenter. Stejně tak nabízí produkty pro výstavbu privátního cloudu a též se angažuje jako poskytovatel cloudu veřejného.

Vybrané produkty a služby:

- Oracle VM Server for x86
- Oracle VM Server for SPARC
- Oracle Virtual Desktop Infrastructure
- Oracle VM VirtualBox
- Oracle Cloud

## 3.5 Cisco Systems, Inc.

### 3.5.1 O společnosti

Celosvětový leader v oblasti síťových služeb založený v roce 1984 malou skupinou vědců ze Stanfordské University. Společnost si klade za cíl změnit způsob, jakým se lidé připojují k sítím, komunikují spolu a spolupracují. Jednou z široce známých aktivit společnosti je Cisco Networking Academy. [17]

### 3.5.2 Produkty

Cisco nabízí celou řadu svých produktů, přičemž celé portfolio se nějakým způsobem dotýká sítí a komunikace obecně. Součástí tohoto portfolia jsou síťové prvky s podporou mnoha protokolů, telefony a telefonní ústředny, software, teleprezentační vybavení a další. V současné době mnoho z těchto prvků podporuje nasazení ve virtuálním prostředí a tvorbu cloud infrastruktury.

Vybrané produkty a služby:

- Cisco Virtualization Experience Infrastructure
- Cisco UCS
- Cisco Nexus 1000V

## 3.6 OpenStack Foundation

### 3.6.1 O nadaci

Posledním zmíněným zástupcem existujících řešení je nekomerční projekt OpenStack. Cílem nadace OpenStack je podpora rozvoje, distribuce a adopce cloud operačního systému OpenStack. Nadace již přilákala více než 5600 individuálních členů z 87 zemí a 850 různých organizací. Tím si zajistila více než 10 milionů dolarů na financování a je připravena splnit své poslání stát se všudypřítomnou platformou. [18]

Operační systém je tvořený odborníky na cloud computing, jejichž cílem je vytvoření otevřené technologické platformy podporující tvorbu veřejné i privátní cloud infrastruktury.

### 3.6.2 Produkty

Projekt v současné době nabývá formy operačního systému sloužícího k jednotnému řízení množství výpočetních, úložných a síťových zdrojů skrze ucelené administrátorské rozhraní. Celý projekt se soustředí okolo tří hlavních konceptů a jejich řízení, tyto koncepty jsou tedy i vlastními produkty.

Vybrané produkty a služby:

- OpenStack Compute
- OpenStack Storage
- OpenStack Networking
- OpenStack Dashboard

## 4 ÚVOD DO REALIZACE PROJEKTU

### 4.1 Stručný popis výchozího prostředí

ICT prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje se geograficky i organizačně skládá z jednoho krajského ředitelství, šesti územních odborů a třinácti požárních stanic. Přičemž popisovaný projekt bude realizován v rámci serverové infrastruktury lokality krajského ředitelství v Českých Budějovicích a přímo se dotkne informačních služeb celého kraje. Servery jsou rozloženy do dvou budov A a B tak, aby v případě kolapsu jedné z budov zůstala alespoň část technologie funkční, tímto kolapsem se míní požár, úder blesku, přepětí elektrické energie a další havárie, jež mají fatální dopady na fungování technologické místnosti jak ocelku.

### 4.2 Dosavadní využití virtualizace a cloud computing

Tato kapitola si klade za cíl zmapovat současnou úroveň využívání virtualizačních technologií a cloud computing v prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje.

Výchozím prostředím této práce je datová infrastruktura Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje, přičemž v tomto prostředí existuje jen okrajové využití virtualizačních technologií a žádné využití technologie cloud computing.

Lze říci, že ve výchozím stavu je virtualizace využívána těmito způsoby:

- funkční nasazení – pouze VLAN
- vzdělávání – samo vzdělávání a studium Cisco Networking Academy
- testování – testování potenciálně využitelných softwarových technologií, protokolů a konfigurací

Příčemž mezi vzděláváním a testováním nejrůznějších technologií v podstatě neexistuje hranice a obě tyto aktivity se navzájem často prolínají a doplňují se. Následuje výčet využívaných nástrojů a způsobu jejich využití.

Cloud computing zatím není v datovém prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje využíván.

#### 4.2.1 VLAN

Celým názvem Virtual Local Area Network. Historie virtuálních sítí se začala psát již kolem roku 1995, ale technologie byla dlouho implementována pomocí proprietárních standardů. V prostředí HZS Jčk je využito moderního, otevřeného a stále živého standardu IEEE 802.1Q z roku 1998 v jeho pozdějších revizích. Je dbáno na dodržování technik známých jako „best practices“. Technologie je již léty prověřena a od jejího plného nasazení v roce 2010 organizaci přináší řadu výhod včetně snižování výdajů na nákup hardware, efektivního rozdělení adresního prostoru, bezpečnosti a efektivní správy.

#### 4.2.2 Cisco Packet Tracer

Jedná se o výukový nástroj společnosti Cisco Systems, Inc., jehož bezplatné využití je limitováno nutností studia některého z programů Cisco Networking Academy. Příčemž se zaměřuje na síťové prvky právě společnosti Cisco. Toto konkrétní zaměření není ve zkoumaném prostředí handicapem, jelikož většina síťové infrastruktury je realizována právě produkty Cisco.

Aplikace sama o sobě simuluje chování počítačové sítě s tím, že velmi názorně ilustruje chování jednotlivých protokolů, síťových prvků a počítačů. Jsou podporovány tři módy:

- Řešení konkrétních scénářů – student je postaven před konkrétní topologií, má zadány úkoly a aplikace mu vyhodnocuje dosavadní postup.
- Test – student je postaven před konkrétní topologií s řadou úkolů, které má splnit před vypršením časového limitu. Na konci testu mu aplikace spojená se servery NetAcad vyhodnotí odevzdanou práci.

- Volné stavění – student si může dle libosti vytvářet vlastní topologii, přičemž je limitován pouze prvky a protokoly zabudovanými do tohoto simulátoru. Je tak možné simulovat a zkoumat reálné situace a sítě.

Cisco Packet Tracer byl hojně využíván ke studiu problematiky ACL a dynamického směrování protokoly EIGRP a OSPF. Pracovníci oddělení Komunikačních a informačních technologií tak byli schopni vlastními silami realizovat některé etapy rekonfigurace sítě a ušetřili nemalé částky, které by jinak byly vynaloženy na práci externích subjektů.

### 4.2.3 GNS3

Graphical Network Simulator, jak již samotný název napovídá, je Open Source grafický síťový emulátor, v němž lze simulovat rozsahově malé i velké sítě ve virtuálním prostředí. Tento emulátor za pomoci dalších doplňků dokáže emulovat prostředí Cisco IOS či Juniper JUNOS. Velkou výhodou je i provázanost se software Oracle VM VirtualBox, v němž lze provozovat operační systémy Windows, Linux, MacOS X a další. Tyto koncové systémy lze samozřejmě navázat na vybudovanou virtuální (emulovanou) síť. Výhodou této virtuální infrastruktury je i možnost jejího navázání do reálného prostředí. Je ovšem nutné brát na zřetel, že síť slouží pouze jako výukové nebo testovací prostředí a zdaleka nedosahuje výkonnosti reálného prostředí. Další předností je možnost sledování síťového provozu pomocí nástroje Wireshark.

GNS3 díky svým širokým vlastnostem a využívání reálných operačních systémů síťových prvků i koncových systémů umožňuje detailní přípravu na certifikační zkoušky, jakými jsou zejména Cisco CCNA, CCNP, CCIP a CCIE, stejně tak i Juniper JNCIA, JNCIS, JNCIE. Mezi další certifikace patří Microsoft MSCE, MSCA, Redhat EHCE, RHCT či Novell CLP. Možnosti využití jsou skutečně široké. [19]

V rámci HZS Jčk je využíváno zejména pro testování nově zaváděných síťových protokolů v rámci prostředí Cisco IOS před jejich uvedením do reálného provozu a to i s návazností na serverové platformy provozované v aplikaci VirtualBox.

#### 4.2.4 Oracle VM VirtualBox

VirtualBox je Open Source software distribuovaný pod GNU GPL licencí nebo pod komerční licencí s některými rozšířeními. Slouží k virtualizaci PC x86 a x64 architektury. V těchto virtuálních PC lze provozovat rozmanité operační systémy Windows, Linux, Macintosh, Solaris a další. Jeho síla též spočívá v návaznosti na software GNS3.

V prostředí HZS Jčk je využíváno volné GNU GPL licence zejména pro ověřování rozmanitého software na platformě Ubuntu Linux před jeho uvedením do reálného provozu.

### 4.3 Popis jednotlivých etap

Vlastní nasazení virtualizace serverů, stejně tak případné využití cloud computing jako části nové plánované virtuální infrastruktury lze rozdělit celkem do čtyř etap. Přičemž tyto etapy jsou na sobě jen částečně závislé a jsou škálovatelné. Pod pojmem škálovatelnost se v tomto případě ukrývá možnost realizovat jednotlivé etapy samostatně a následně je využít jako vstupu do etapy další. Výstupem každé etapy bude plně funkční infrastruktura a bude na ni možné navázat jak etapou přímo následující, tak i určité etapy přeskočit a realizovat jiné. Nicméně tato práce obsahuje doporučený postup zavádění technologie a tento postup bude dále popisován.

Jelikož každá etapa je v podstatě samostatným celkem po stránce funkční, finanční i řídicí, bude ke každé etapě přistupováno s náležitým důrazem na její autonomnost. Důvodem takového důrazného členění je skutečnost, že v rámci HZS Jčk v podstatě neexistuje zkušenost s popisovanými technologiemi v produkčním prostředí. Je tedy nezbytné dbát na možnost postupného zavádění těchto technologií s dostatečným důrazem na jejich odzkoušení.

Z obrázku 8, jímž je rozhodovací model jednotlivých etap, lze vyčíst výše zmíněný doporučený postup. Na počátku celého procesu zavádění vysoce dostupné robustní virtuální infrastruktury s návazností na cloud computing je v této kapitole popisované výchozí prostředí.

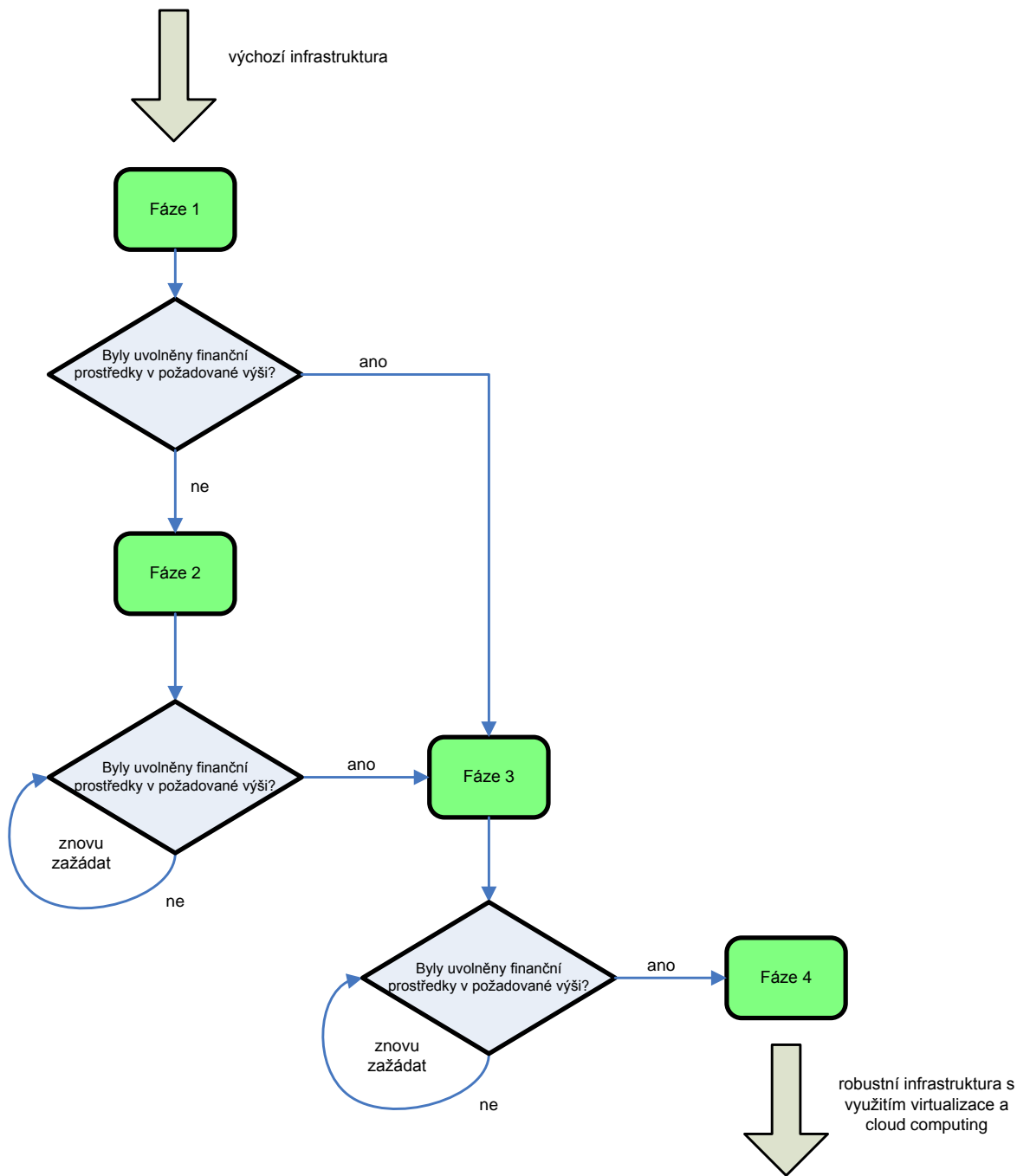
První etapa je pro celý proces jednotná a její zavedení je nezbytné. Právě v této první etapě budou moci příslušníci Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje, zařazení

v oddělení Komunikačních a informačních systémů, získat potřebné základní dovednosti v zavádění a správě virtuální serverové infrastruktury. Tato fáze je koncipována jako pilotní projekt, který má ověřit vlastnosti technologie a prokázat či vyvrátit její využitelnost v rámci HZS Jčk. Veškeré zdroje v této fázi, vyjma mzdových nákladů, jsou buď bezplatné, nebo jsou již součástí vybavení HZS Jčk. Cílem této fáze je dosažení vyšší efektivity využívání současných ICT zdrojů.

Druhá etapa je rozšířením etapy první. S tím, že zde dochází k nákupu licencí potřebného software a tedy dalšímu zvýšení efektivity využívání hardware. Průvodním jevem by též mělo být navýšení dostupnosti služeb.

Etapou třetí se rozumí vybudování virtuální serverové infrastruktury HZS Jčk. Tato etapa si vyžádá nejvyšší investice, zároveň se ale jedná o kompletní virtualizaci cca jedné poloviny serverů Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje a více než dvou třetin serverů Krajského ředitelství HZS Jčk. Ačkoli je tato etapa velmi náročná na finanční prostředky a práci, její dopady na fungování organizace a dostupnost služeb mají velký potenciál.

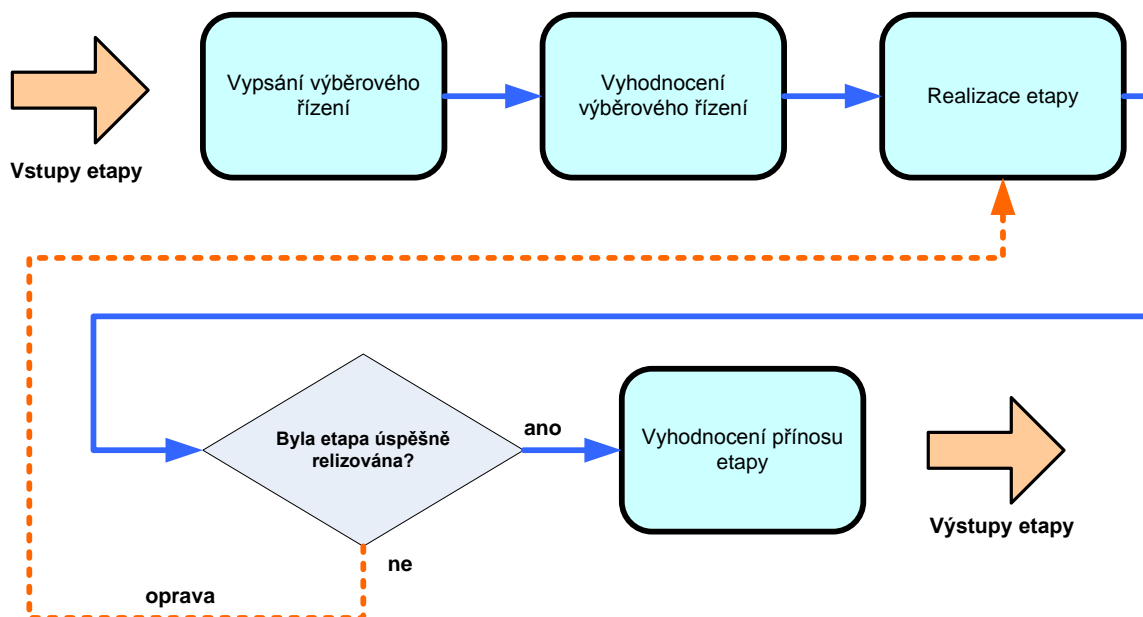
Čtvrtou etapou se rozumí začlenění služeb cloud computing do virtuální infrastruktury v podobě zálohování vybraných serverů do prostředí poskytovatele cloud computing. Tento krok slibuje excelentní dostupnost vybraných klíčových serverů organizace.



Obr. 8 Rozhodovací model jednotlivých etap

Obrázek 9 ilustruje logický postup při realizaci každé jednotlivé etapy.



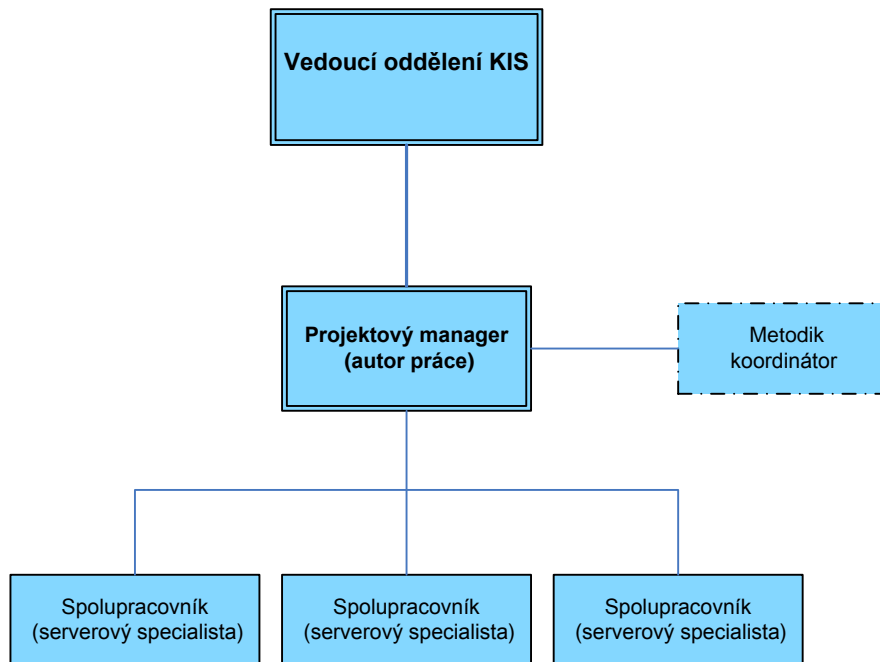


Obr. 9 Logický postup realizace etapy

#### 4.4 Management projektu

Projekt bude realizován vybranými pracovníky oddělení Komunikačních a informačních systémů HZS Jčk (hierarchie více viz obrázky 10) tak, že:

- vedoucí oddělení KIS - bude žádat o rozpočet, bude konat vrchní dozor, schvalovat realizace jednotlivých etap
- projektový manager (autor práce) - bude jednat se subdodavateli, technologicky uvede do provozu virtualizační platformu (hypervisory), upraví síťové prostředí, vytvoří testovací VM, bude koordinovat spolupracovníky, bude spravovat zálohy VM, bude vykonávat dozor
- metodik/koordinátor - má za úkol metodickými radami a dozorem udržet kontinuitu poskytování služeb v rámci HZS ve virtuálním prostředí stejným způsobem jako v prostředí fyzickém, jeho úkolem je informovat projektového manažera v případě zjištěných nedostatků nebo nejasností
- spolupracovníci (serveroví specialisté) - se postarají o migraci hardwarových serverů na virtuální



Obr. 10 Projektová hierarchie

## 4.5 Ekologie

Projekt nepředstavuje zvýšenou zátěž pro životní prostředí. Téměř veškeré práce budou softwarové a nepředstavují tak zvýšenou ekologickou zátěž. Manager projektu zároveň dohlédne, aby veškerý odpad montážního charakteru jako jsou obaly nových zařízení, zdrhovací pásy, poškozené UTP kabely, konektory atd. byly řádně rozříděny a recyklovány.

S nahrazenými a v organizaci neupotřebitelnými servery bude naloženo předepsaným způsobem dle zákona č. 219/2000 Sb. o majetku ČR a jejím vystupování v právních vztazích tak, že:

1. budou nabídnuty dalším státním institucím a bezpečnostním sborům formou odprodeje
2. budou nabídnuty civilnímu obyvatelstvu formou odprodeje
3. budou postoupeny k ekologické likvidaci, resp. recyklaci

Odprodané servery se tak mohou stát zdrojem druhotných příjmů.

## 5 REALIZACE PRVNÍ ETAPY

Obsahem první etapy je realizace pilotního projektu, který ověří reálnost nasazení v datovém prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje. Tato etapa by měla spotřebovat minimum zdrojů organizace a jejím výstupem by mělo být:

- vytvoření základní plně funkční topologie, jež bude demonstrovat klady a zápory této technologie
- získání odborných znalostí pracovníky oddělení komunikačních a informačních systémů HZS Jčk
- snížení nákladů na provoz části serverové infrastruktury
- zvýšení dostupnosti vybraných služeb

### 5.1 Technické řešení etapy

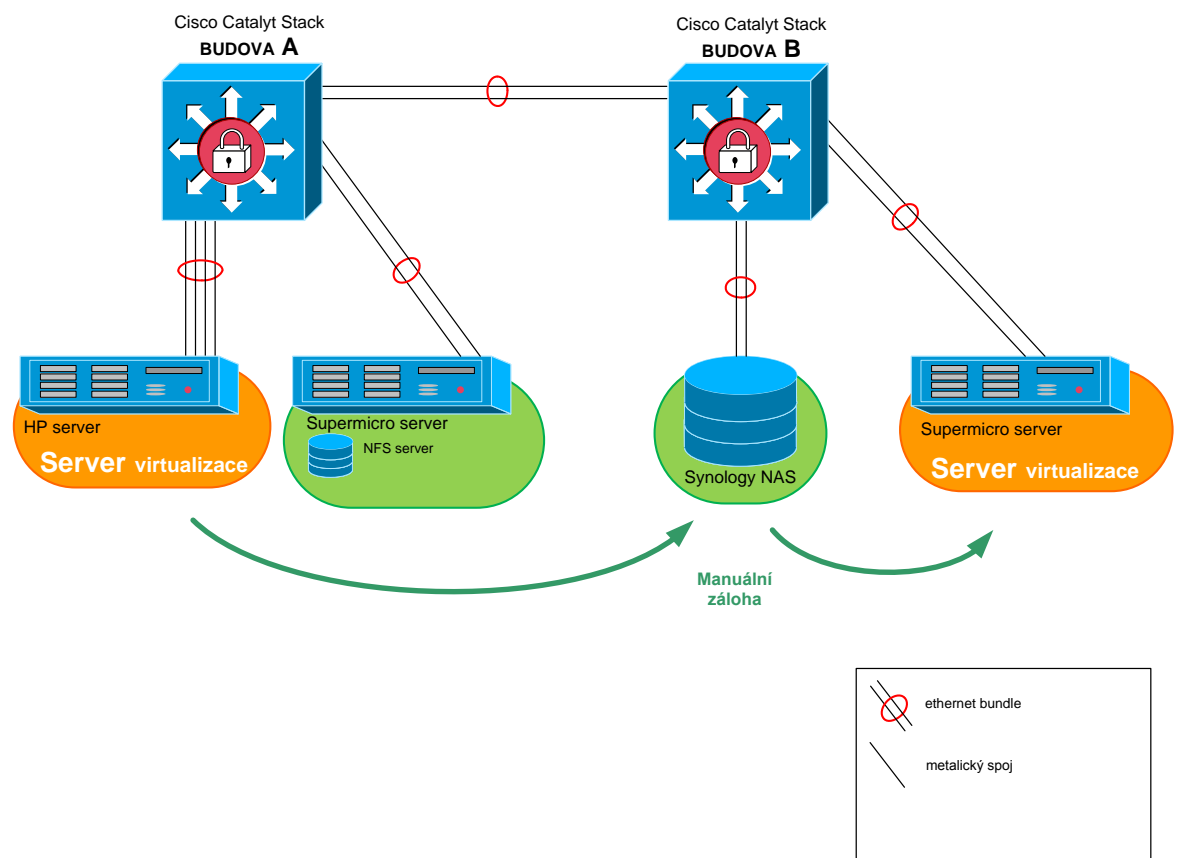
Jak již bylo zmíněno, první etapa je designovaná tak, aby spotřebovala minimum zdrojů organizace. Bude tedy využito již dříve zakoupeného hardware a volných licencí.

Jednotlivé prvky, ať už se jedná o virtualizační servery či síťová úložiště, jsou navzájem propojeny datovou sítí. Tato je tvořena dvěma stohy datových přepínačů, přičemž součástí každého stohu jsou čtyři kusy Cisco Catalyst 3750. Infrastruktura je z důvodu vyššího zabezpečení rozložena do dvou budov tak, aby i v případě fatálních událostí postihující jednu budovu bylo možné stávající funkcionalitu alespoň částečně zachovat v budově druhé.

Vlastní provoz virtuálních serverů, bude zajištěn na dvou serverech fyzických, tzv. nodech, které jsou na obr. 11 zvýrazněny oranžově. Tyto nody tedy poskytují výpočetní výkon virtuální infrastruktury. Každý z těchto serverů se nalézá v jiné budově a má i jinou konfiguraci:

- Server HP ProLiant DL380 G6 vybavený dvěma čtyřjádrovými CPU, 30 GB RAM DDR3, SATA 7,2k RAID 0 111 GB a SAS 10k RAID 6 1,02 TB, čtyřmi 1Gbps NIC, ILO kartou, duálním zdrojem
- Server Supermicro X8SIL vybavený jedním čtyřjádrovým CPU, 32 GB RAM DDR3, dvěma SATA 7,2k 500 GB HDD, dvěma 1Gbps NIC, IPMI kartou, duálním zdrojem

Primární v této topologii je server HP hostující celkem pět virtuálních serverů, přičemž všechny VM má uloženy na SAS diskovém poli. V případě jeho výpadku je možné okamžitě na záložním serveru Supermicro spustit kopie jednotlivých VM. Každý z nodů spouští jednotlivé VM z lokálních disků resp. diskových polí. Software hypervisoru je uložen na paměťové kartě, resp. flash disku na základní desce těchto serverů a při bootování je celý natažen do operační paměti. Jedná se o standardní řešení. Každý z těchto serverů je do datové sítě připojen ethernet bundlem v režimu trunk, v němž je komunikace rozkládána na základně IP hashe.



Obr. 11 Topologie první etapy

Vzhledem k využití neplacené licence hypervisoru VMware vSphere Hypervisor (ESXi) 5.1 na obou nodech je v této fázi nutné zálohovat manuálně. Tedy vypnout virtuální server, následně jej zkopírovat do záložního úložiště a zase jej zapnout. Tato licence se vyznačuje tím, že umožňuje maximálně 32 GB RAM na každém nodu a pokročilé funkce jsou uzamčeny. Licence není placená a nemá dobu expirace.

Jak již bylo zmíněno, jednotlivé VM jsou loženy na lokálních úložištích každého nodu, odkud jsou rovněž spouštěny. Další zálohou je 300 GB LUN na Synology NAS dostupná v obou nodech jako úložiště iSCSI s právy čtení i zápisu. Tento NAS server využívá dva 3 TB disky v RAID 0. Poslední server Supermicro v této etapě slouží pouze jako NFS server, ze kterého je možné připojovat obrazy instalačních médií a kopírovat další podpůrný software či data. Tento server má v rámci HZS Jčk i řadu dalších funkcí a NFS složka je omezena pouze na čtení.

Ve vlastním nastavení hypervisoru jakožto software, je dbáno na dodržování bezpečností politiky organizace stejně tak i na systémový přístup a na tzv. bestpractice. Hypervisor je svázán s doménou HZS Jčk a využívá jejich politik v řízení přístupů jednotlivých administrátorů.

Níže je uveden seznam serverů, jež byly převedeny do virtuálního prostředí. Z těchto pěti serverů byly dva využity jako nody a zbytek lze považovat v rámci HZS Jčk za neupotřebitelný. V závorce jsou uvedeny nároky na jednotlivé VM a využívaný operační systém.

Seznam virtualizovaných serverů:

- **Hermes proxy** (3GB HDD, 1GB RAM, 1 CPU core, Ubuntu Linux)
- **KŘ proxy** (40GB HDD, 2GB RAM, 2 CPU core, Ubuntu Linux)
- **Kontakty** (40GB HDD, 4GB RAM, 2 CPU core, Windows 7)
- **SPH Elektro PC** (20GB HDD, 3GB RAM, 2 CPU core, Windows XP)
- **Lupus** (100GB HDD, 6GB RAM, 2 CPU core, Windows Server 2008)

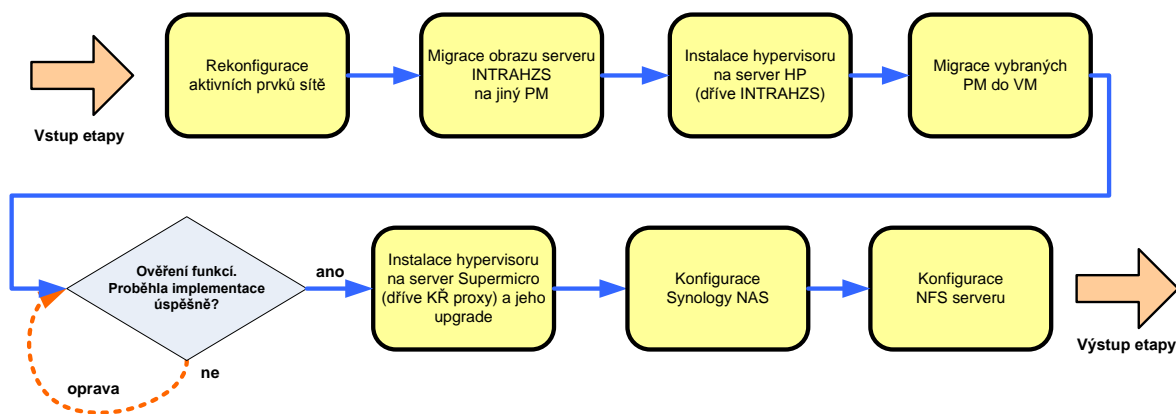
## 5.2 Příležitosti a hrozby

Kromě získání potřebných znalostí a zkušeností se v úvodní etapě naskýtá především možnost snížení nákladů na provoz části serverové infrastruktury tím, že klesne počet fyzických serverů. Tím klesne i množství v intervalu pěti let cyklicky obnovovaného hardware a významným způsobem klesne i odběr elektrické energie vynakládané na provoz a chlazení těchto fyzických serverů. Další příležitostí je zvýšení dostupnosti vybraných služeb poskytovaných jednotlivými VM. V případě havárie fyzického serveru budou na záložním nodu kopie VM připraveny k okamžitému manuálnímu spuštění. Obnova postižených služeb tak nebude probíhat v rámci mnoha hodin ale pouhých desítek minut.

Největší hrozbou je nepředvídatelné chování technologie a závislost pěti virtuálních serverů na jednom fyzickém. Tedy v případě havárie primárního nodu budou v jednom okamžiku nedostupné služby všech pěti VM. Tato hrozba bude v první etapě částečně snížena pravidelnými manuálními zálohami všech VM na další datová úložiště a existencí záložního nodu. Dalším faktorem snižujícím riziko je zachování současného systému zálohování vybraných souborů z VM na síťová úložiště.

## 5.3 Postup realizace etapy

Obrázek 12 popisuje logický postup při realizaci první etapy. Zde je třeba zdůraznit, že ačkoli to není názorně zobrazeno, je výstup každého procesu samostatně kontrolován a případné nedostatky jsou ihned opravovány. V etapě je znázorněna jedna hloubková kontrola, jejímž cílem je odhalit nedostatky nejsložitějších realizačních kroků.



Obr. 12 Postup realizace první etapy

## 5.4 Finanční analýza

Tato podkapitola si klade za cíl analyzovat popisovanou etapu z finanční stránky. Hodnoty v tabulkách vycházejí z konkrétních měření během půlročního období, které předcházelo psaní této práce, z konzultací s odpovědnými pracovníky HZS Jčk jednotlivých oddělení, z údajů České národní banky a též ze souvisejících výpočtů.

Jediné náklady této realizační etapy jsou tvořeny mzdovými náklady na šest pracovních dnů příslušníka oddělení KIS, v tabulce je uvedena poměrná částka vycházející ze mzdového měsíčního tarifu příslušníka. Veškerý ostatní hmotný i nehmotný majetek je buď již ve vlastnictví organizace nebo jej tvoří bezplatné licence.

Naopak úspory lze nalézt ve snížení počtu fyzických serverů z pěti na dva. Je tedy možné zbylé neupotřebitelné servery prodat a později ušetřit i při jejich obnově. Značnou část úspor představuje snížení množství spotřebované elektrické energie.

<u>Náklady:</u>	<u>v Kč:</u>	<u>Poznámka:</u>
Práce příslušníka HZS	10 002 Kč	6x MD (vychází z tarifu příslušníka HZS na oddělení KIS)

<b>Úspory:</b>	<b>v Kč:</b>	<b>Poznámka:</b>
Energetická spotřeba serverů	102 755 Kč	(170W/1000) * 24h* 4,6 Kč/KWh * 365 dní * 5 let * 3 servery
Obnova hardware	117 000 Kč	39000 Kč/server * 3 servery
Energetická úspora v chlazení	133 582 Kč	1,3 * spotřeba serverů; odhad dle [13]
Prodej neupotřebitelných serverů	28 000 Kč	2* 8000 Kč/server + 12000 Kč/server
<b>Celkem:</b>	<b>381 337 Kč</b>	

Tab. 1 Náklady a úspory první etapy

Tabulka 2 zobrazuje výpočet hodnot DDN, ROI a NPV. Diskontovaná doba návratnosti investic je v podstatě okamžitá, což je dáno tím, že náklady jsou pokryty odprodejem neupotřebitelných serverů již v okamžiku realizace, resp. záhy po realizaci.

Návratnost investice činí 3466%, tuto extrémně vysokou hodnotu lze přisuzovat zejména nízkým nákladům na realizaci této etapy a výši úspor, kterých by bylo dosaženo za pět let, pokud by toto technologické řešení zůstalo beze změn.

V neposlední řadě ukazatel čisté současné hodnoty vyčísluje celkové diskontované množství finančních prostředků, které může tato etapa uspořit.

Rd	1,76	- bezriziková úroková míra [20], průměr r. 2012
RP	0,7	- riziková přírážka, vlastní odhad rizika
<b>d</b>	<b>2,46</b>	- diskontní úroková míra

<b>Rok</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Diskontované příjmy	28 000 Kč	68 971 Kč	67 315 Kč	65 699 Kč	64 121 Kč	62 582 Kč
Výdaje	10 002 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Diskontní faktor	1	0,975991	0,95255771	0,9296874	0,9073662	0,8855809
<b>Celkem</b>	<b>17 998 Kč</b>	<b>86 969 Kč</b>	<b>154 283 Kč</b>	<b>219 982 Kč</b>	<b>284 103 Kč</b>	<b>346 685 Kč</b>

<b>Diskontovaná doba návratnosti (DDN):</b>	<i>v podstatě okamžitá návratnost</i>
<b>Návratnost investice (ROI):</b>	3466%
<b>Čistá současná hodnota (NPV):</b>	346 685 Kč

Tab. 2 DDN, ROI, NPV první etapy

Tabulka 3 vypovídá o rozdílech ukazatele TCO mezi fyzickými a virtuálními servery v prostředí této etapy. Ke srovnání pouze rozdílných hodnot je přistoupeno z toho



důvodu, že není reálné vyčíslit přesnou hodnotu TCO, zvláště pak u systémů, které jsou v provozu již několik let.

	průměrný PM	průměrný VM	poznámka
Náklady na správu	neměnné		
Pořizovací cena	55 129 Kč	33 730 Kč	cena PM; celk. náklady /5
Náklady na SW instalaci	neměnné		
Náklady na HW instalaci	0,5 MD	0,06 MD	4h; 30 min
Energetická spotřeba - servery	170 W	68 W	měření; 2*PM/5
Energetická spotřeba - chlazení	221 W	88 W	spotř. serveru * 1,3 [13]
Likvidace	neměnné		zpětný odběr (0,- Kč)
Celkové náklady rozdílných položek	134 742 Kč	65 344 Kč	
<b>Redukce celkových nákladů na vlastnictví (TCO)</b>			rozdíl v TCO
<b>jednoho průměrného serveru:</b>	<b>69 399 Kč</b>		PM a VM za 5 let

Tab. 3 TCO první etapy

Je patrné, že virtuální servery mají některé nákladové položky znatelně nižší než fyzické. Což je dáno především rozpočítáním hodnoty celé virtualizační platformy na jednotlivé VM. Také zavedení nové VM vyžaduje pouze cca 30 min instalaci. Lze říci, že celkové náklady na vlastnictví jednoho fyzického a virtuálního serveru se v první etapě liší o 69 399 Kč.

## 5.5 Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy

Etapa během několika měsíců reálného provozu prokázala schopnost provozovat pět VM na jediném fyzickém serveru se zatížením okolo 25%. Zároveň byly na základě pozorování, měření a výpočtů prokázány nemalé finanční úspory především v oblasti spotřeby elektrické energie.

Je potřeba říci, že se projevila i slabina tohoto řešení v podobě havárie datového pole, jež vyústila ke ztrátě dat jedné VM. Řešením byla bezplatná výměna poškozených pevných disků v rámci zakoupené podpory na server HP a obnova dotčené VM ze zálohy. Tento incident, ač nepříjemný, nezpůsobil výraznější škody a není tak nutné zastavit realizaci projektu.

Po zhodnocení informací získaných v této testovací fázi lze celkově doporučit pokračování v realizaci dalších etap. Jedním z faktorů, které lze od dalších etap očekávat, je značné snižování citlivosti systému na selhání některých komponent virtualizační platformy.

První etapa i přes některé komplikace prokázala, že technologie virtualizace je pro datové prostředí Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje přínosná.

## 6 REALIZACE DRUHÉ ETAPY

Druhá etapa již kromě práce příslušníků HZS počítá s určitými výdaji v podobě nákupu licencí software a dodavatelských prací. Tato etapa by měla prohloubit integraci virtualizačních technologií v rámci infrastruktury HZS Jčk a jejím výstupem by mělo být:

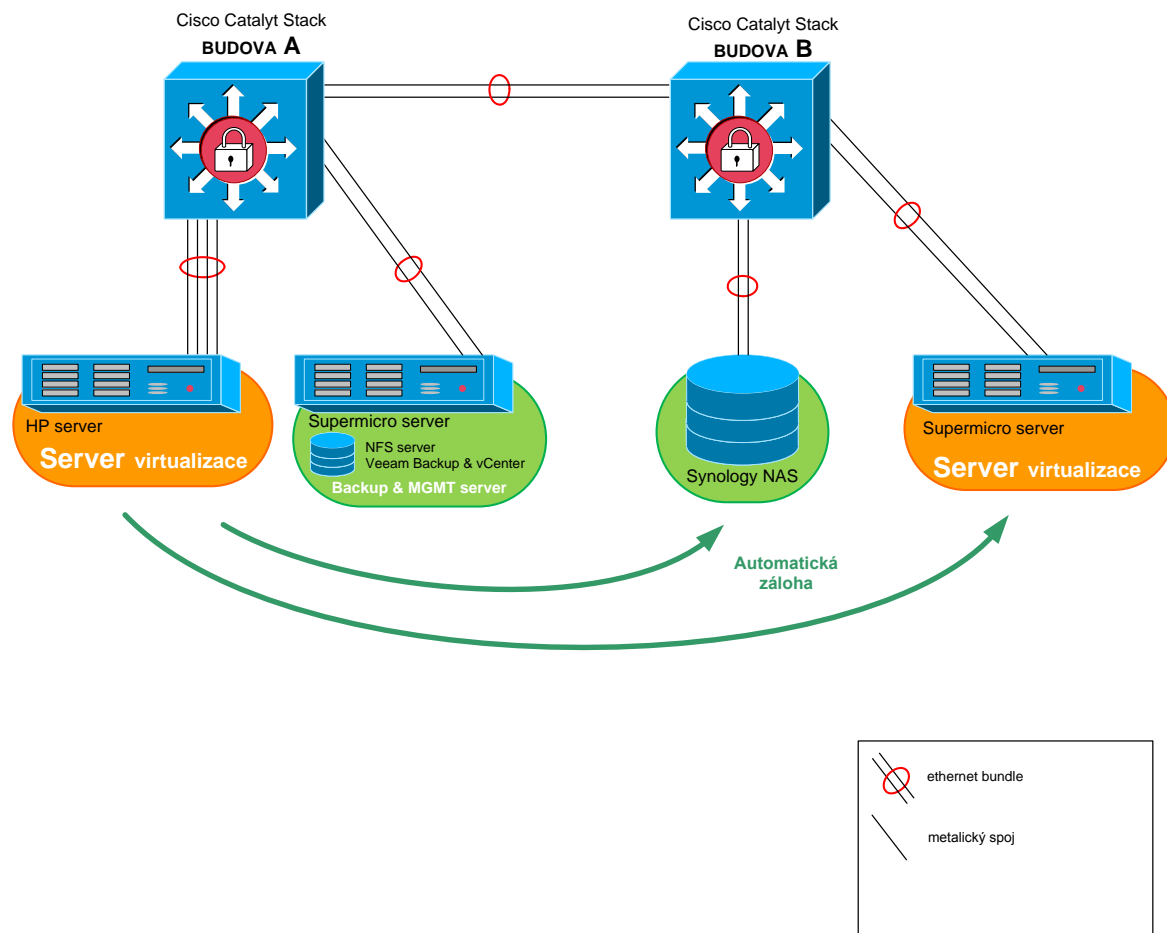
- zvýšení dostupnosti vybraných serverových služeb
- odemknutí automatického zálohování
- snížení nákladů na provoz části serverové infrastruktury

### 6.1 Technické řešení etapy

Topologie této etapy vychází z topologie etapy předešlé. Obsahuje stejný hardware jak pro virtualizaci, tak i pro ukládání a zálohu dat. Jsou zachovány též funkcionality NFS serveru a iSCSI LUN. Nicméně na zařízení Synology NAS přibude další 300 GB logický oddíl ve formátu NTFS.

Na obou nodech je nově implementována placená licence VMware vSphere Essentials 5.1 Plus, jejíž součástí je licence na tři HW nody. Tato licence odemyká pokročilé funkcionality v původních volných licencích a umožňuje mimo jiné ve spolupráci se zálohovacím software Veeam Backup automatické zálohy bez nutnosti vypínání VM a stejně tak i jejich obnovení na libovolný licencovaný nod. Součástí licence je i software vCenter pokročilé správy všech dostupných nodů. Tyto nástroje správy, Veeam Backup a vCenter, budou v této topologii nainstalovány na serveru Supermicro na obrázku 13 označeném jako Backup & MGMT server. Na tomto serveru též běží služba NFS a další.

Využitím software Veeam Backup bude dosaženo pravidelných ad-hoc záloh primárního nodu na NAS server a též do sekundárního nodu, kde budou jednotlivé VM ve vypnutém stavu připraveny k okamžitému spuštění.



Obr. 13 Topologie druhé etapy

Seznam virtualizovaných serverů:

- *Servery první etapy* +
- **Intranet** (50GB HDD, 2GB RAM, 2 CPU core, Windows Server 2008)
- **Winroute** (170GB HDD, 2GB RAM, 1 CPU core, Windows Server 2003)

## 6.2 Příležitosti a hrozby

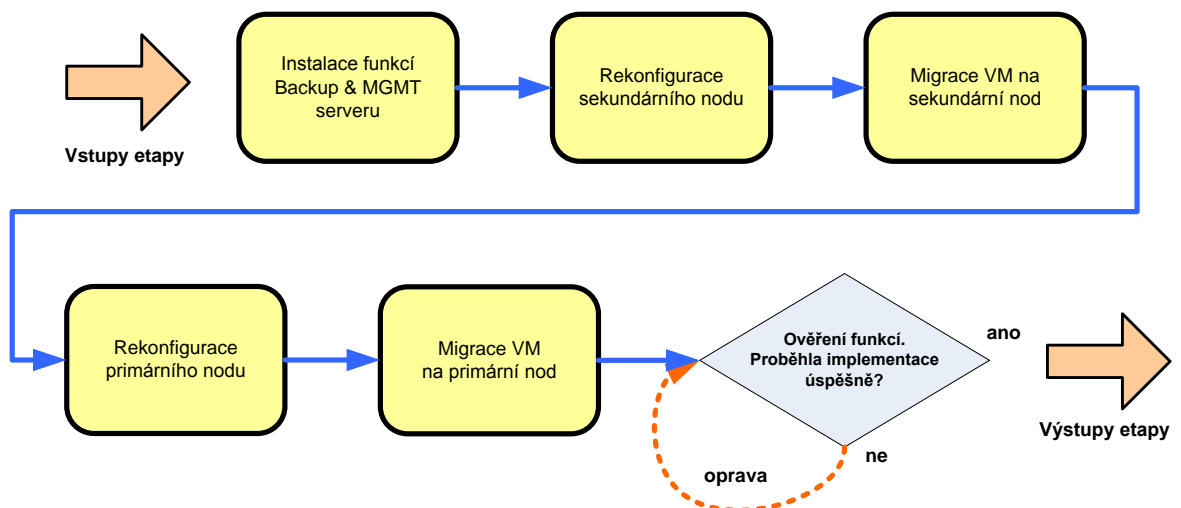
V pořadí druhá etapa zvyšuje počet virtuálních serverů z pěti na sedm, čímž je dosaženo zvýšení úspor na provoz fyzického hardware. Další příležitostí je

zautomatizování zálohovacích operací a snížení potřeby manuálního zásahu administrátora. Nespornou výhodou je možnost zálohování, aniž by bylo nutné zálohovanou VM vypnout a přerušit tak poskytované služby. Díky odemčení pokročilých funkcí jakou je např. vMotion se naskýtá možnost bezvýpadkové údržby jednotlivých HW nodů. Druhá etapa eliminuje některé nedostatky etapy první.

I zde stále existuje hrozba výpadku primárního nodu a potřeba manuálního zásahu k obnovení funkcionality. Tato hrozba je opět částečně snížena existencí častějších automatických záloh. Existuje zde malé riziko výpadku služeb při rekonfiguraci jednotlivých nodů z volné licence na licenci placenou a odemykání pokročilých funkcí. Toto riziko je platné pouze po dobu zavádění druhé etapy a lze jej odstranit pozorností a opatrností při provádění jednotlivých operací.

### 6.3 Postup realizace etapy

Obrázek 14 popisuje logický postup při realizaci druhé etapy. Zde je třeba zdůraznit, že ačkoli to není názorně zobrazeno, je výstup každého procesu samostatně kontrolován a případné nedostatky jsou ihned opravovány. V etapě je znázorněna jedna hloubková kontrola, jejímž cílem je odhalit nedostatky nejsložitějších realizačních kroků.



Obr. 14 Postup realizace druhé etapy

## 6.4 Finanční analýza

Tato podkapitola si klade za cíl analyzovat popisovanou etapu z finanční stránky. Hodnoty v tabulkách vycházejí z konzultací s odpovědnými pracovníky HZS Jčk jednotlivých oddělení, z České národní banky, z cen poskytnutých panem Ing. Martinem Horázným ze společnosti AutoCont a.s. [21] a též ze souvisejících výpočtů.

Jak je z tabulky 4 patrné, náklady v pořadí již druhé kapitoly jsou tvořeny prací příslušníka oddělení KIS HZS Jčk, jednodenními dodavatelskými pracemi a licenčním nákupem software s příslušnou povinnou roční podporou.

Úspory lze opět hledat v redukci fyzických serverů, resp. ve snížení spotřeby elektrické energie, snížení počtu cyklicky obnovovaného hmotného majetku a odprodeji nepotřebného hmotného majetku.

V tabulce 4 jsou rovněž uvedeny náklady ponížené o 20% slevu, již lze ve věřené soutěži reálně dosáhnout. S touto sníženou hodnotou je nadále počítáno.

<b><u>Náklady:</u></b>	<b><u>v Kč:</u></b>	<b><u>Poznámka:</u></b>
Práce příslušníka AutoCont	14 000 Kč	1x MD
Práce příslušníka HZS	3 334 Kč	2x MD (vychází z tarifu příslušníka HZS na oddělení KIS)
Licence VMware	83 000 Kč	
Maintenance VMware 1 rok	18 000 Kč	
Licence Veeam Backup	26 000 Kč	
<b>Celkem:</b>	<b>144 334 Kč</b>	
<b>Celkem (včetně 20% slevy):</b>	<b>118 934 Kč</b>	

<b><u>Úspory:</u></b>	<b><u>v Kč:</u></b>	<b><u>Poznámka:</u></b>
Energetická spotřeba serverů	171 258 Kč	$(170W/1000) * 24h * 4,6 \text{ Kč/KWh} * 365 \text{ dní} * 5 \text{ let} * 5 \text{ serverů}$
Obnova hardware	195 000 Kč	$39000 \text{ Kč/server} * 5 \text{ serverů}$
Energetická úspora v chlazení	222 635 Kč	$1,3 * \text{spotřeba serverů} [13]$
Prodej neupotřebitelných serverů	36 000 Kč	$3 * 8000 \text{ Kč/server} + 2 * 12000 \text{ Kč/server}$
<b>Celkem:</b>	<b>624 893 Kč</b>	

Tab. 4 Náklady a úspory druhé etapy

Dle tabulky 5 se diskontovaná doba návratnosti prodloužila na 0,76 roku, což je dáno zvýšenými investicemi na nákup nehmotného majetku v podobě licencí software. Toto

se podepsalo i na snížení návratnosti investice, která je i zde na vynikající úrovni. Ačkoli je v této etapě počítáno se zvýšenými náklady, čistá současná hodnota investice vzrostla díky navýšení počtu VM z pěti na sedm.

Rd	1,76	- bezriziková úroková míra [20], průměr r. 2012
RP	1	- riziková přírážka, vlastní odhad rizika
<b>d</b>	<b>2,76</b>	- diskontní úroková míra

Rok	0	1	2	3	4	5
Diskontované příjmy	36 000 Kč	114 615 Kč	111 537 Kč	108 541 Kč	105 626 Kč	102 789 Kč
Výdaje	118 934 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Diskontní faktor	1	0,9731413	0,94700399	0,9215687	0,8968166	0,8727292
Celkem	<b>-82 934 Kč</b>	31 681 Kč	143 218 Kč	251 759 Kč	357 385 Kč	460 174 Kč

<b>Diskontovaná doba návratnosti (DDN):</b>	<i>0,76 roku (0 roků 264 dní)</i>
<b>Návratnost investice (ROI):</b>	<i>387%</i>
<b>Čistá současná hodnota (NPV):</b>	<i>460 174 Kč</i>

Tab. 5 DDN, ROI, NPV druhé etapy

Poslední tabulka této podkapitoly zobrazuje mírný pokles v rozdílu TCO mezi PM a VM.

	průměrný PM	průměrný VM	poznámka
Náklady na správu	neměnné		
Pořizovací cena	50 521 Kč	39 654 Kč	cena PM; celk. náklady /7
Náklady na SW instalaci	neměnné		
Náklady na HW instalaci	0,5 MD	0,06 MD	4h; 30 min
Energetická spotřeba - servery	170 W	49 W	měření; 2*PM/7
Energetická spotřeba - chlazení	221 W	64 W	spotř. serveru * 1,3 [13]
Likvidace	neměnné		zpětný odběr (0,- Kč)
Celkové náklady rozdílných položek	130 134 Kč	62 466 Kč	
<b>Redukce celkových nákladů na vlastnictví (TCO) jednoho průměrného serveru:</b>	<b>67 668 Kč</b>		rozdíl v TCO PM a VM za 5 let

Tab. 6 TCO druhé etapy

## **6.5 Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy**

Druhá etapa i přes zvýšené investice do nehmotného majetku prohlubuje úspory, které generuje tento projekt. Též zvyšuje spolehlivost celého konceptu formou automatických záloh a pokročilou správou. Problém citlivosti ICT infrastruktury na výpadek některé z komponent virtualizační platformy, ačkoli zmenšený, zůstává.

Na základě propočtů a odhadů uvedených v této kapitole lze doporučit i realizaci této etapy.



## 7 REALIZACE TŘETÍ ETAPY

Třetí etapa se vyznačuje významnými investicemi do nákupu hardware, softwarových licencí a také nejvyššími mzdovými náklady. Též dojde k hluboké integraci virtuální a fyzické infrastruktury a jejím výstupem by mělo být:

- provoz virtuální infrastruktury v režimu vysoké dostupnosti a tedy výrazné zvýšení dostupnosti poskytovaných služeb
- snížení nákladů na provoz části serverové infrastruktury
- zavedení platformy, která má slibné vyhlídky a velký potenciál pomoci HZS Jčk vypořádat se s informačními potřebami v nadcházejících letech

### 7.1 Technické řešení etapy

Jak již bylo v této práci zmíněno dříve, třetí etapa nemusí nutně navazovat na etapu druhou, ale její realizace může přímo navazovat na etapu první. Třetí etapa využívá stejný software jako etapa druhá i se stejnou konfigurací management serveru a datového úložiště Synology NAS. Tedy v případě návaznosti na etapu první je tento software nutné zakoupit, ale v případě návaznosti na etapu druhou je tento software možné s určitou úpravou konfigurace využít již z etapy druhé.

Provozování virtuální infrastruktury nicméně vyžaduje dodatečné investice do certifikovaného hardware. Tyto certifikace zajišťují kompatibilitu vybraného hardware se softwarovými produkty společnosti VMware, Inc. a umožňují vybudování clusteru virtualiace. Tento je oranžově zvýrazněn na budově A a je tvořen dvěma servery HP:

- první z nich byl již součástí předchozích etap a je pouze doplněn o dalších 24GB RAM DDR3 a SAS HBA

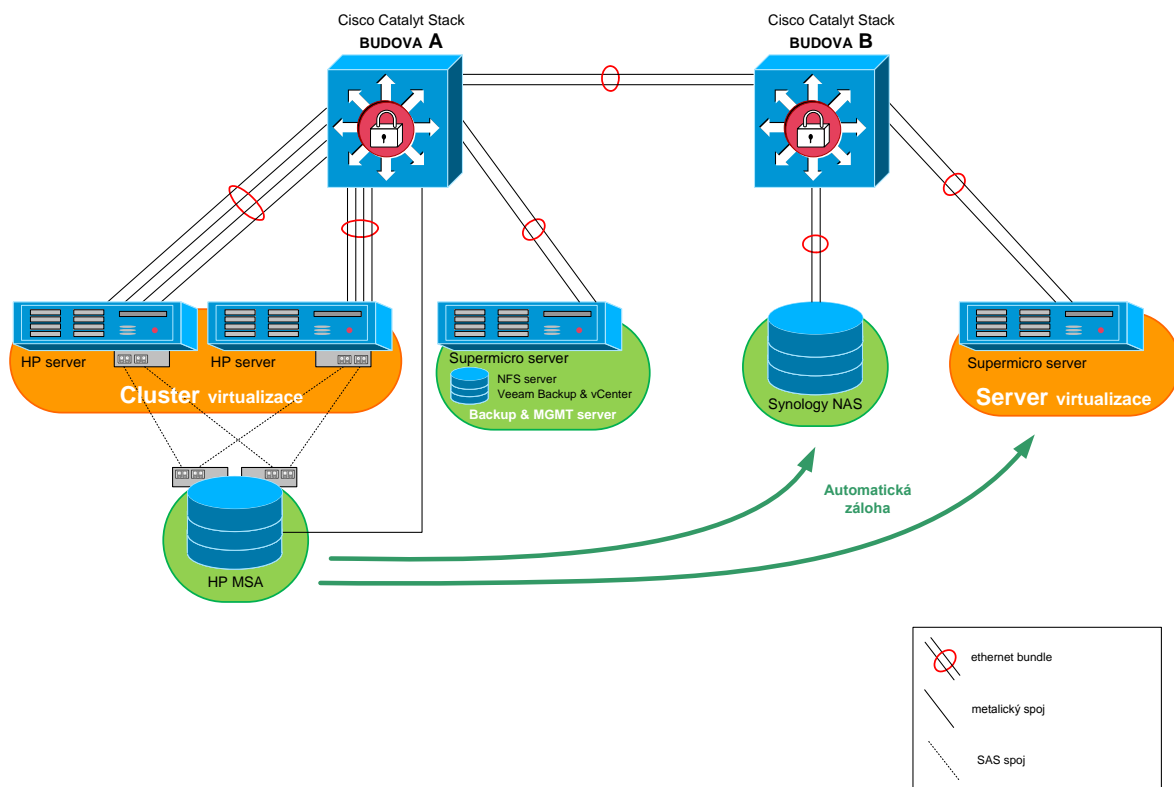
- druhý nový server HP ProLiant DL380 G8 vybavený dvěma čtyřjádrovými CPU, 64 GB RAM DDR3, 300 GB SAS 10k RAID 10, čtyřmi 1Gbps NIC, ILO kartou, duálním zdrojem, SAS HBA

Tento cluster se vyznačuje tím, že jeho servery se používají pouze k výpočtům, resp. ke zpracování instrukcí a jednotlivé VM jsou uloženy na připojeném diskovém poli. Oba virtualizační servery sdílejí své prostředky a udržují v sobě jednotlivé VM v aktuálním stavu včetně operační paměti, dat a konfigurace. Veškeré změny se v reálném čase projevují na obou nodech. Na každém nodu v clusteru poběží jen polovina VM a tato samá polovina bude na druhém nodu v režimu stand-by. V případě výpadku jednoho nodu bude jeho polovina okamžitě aktivována na nodu druhém bez výpadku hostovaných služeb a ztráty dat. Každý ze serverů musí mít dostatek HW prostředků, aby byl schopen provozovat veškeré VM. Je nezbytné investovat i do rozšíření operační paměti třetího záložního nodu.

Plánovaná konfigurace diskového pole HP MSA je sama o sobě velmi odolná:

- 300 GB 15k SAS RAID 5 + jeden stejný spare HDD, 2 TB 7,2k SAS RAID 10, dva SAS HBA, duální zdroj

S clusterem virtualizace je spojena redundantním vysokorychlostním SAS spojem. Na obrázku 15 si lze povšimnout, že každý server virtualizace v clusteru je s diskovým polem spojen dvěma nezávislými SAS spoji.



Obr. 15 Topologie třetí etapy

V případě havárie celého clusteru nebo celého diskového pole je možné, stejně jako ve druhé etapě, obnovit poslední automatickou zálohu na třetím nodu, jež v této topologii slouží pouze jako disaster recovery. A jeho ostrý provoz je omezen na dobu opravy primárních prvků topologie.

Seznam virtualizovaných serverů:

- **Servery první a druhé etapy** +
- **NTSCB01** (170GB HDD, 2GB RAM, 2 CPU core, Windows Server 2003)
- **Audio** (15GB HDD, 4GB RAM, 2 CPU core, Windows XP)
- **Omnivista** (15GB HDD, 3GB RAM, 2 CPU core, Windows XP)
- **Poštovní server** (60GB HDD, 4GB RAM, 2 CPU core, Ubuntu Linux)

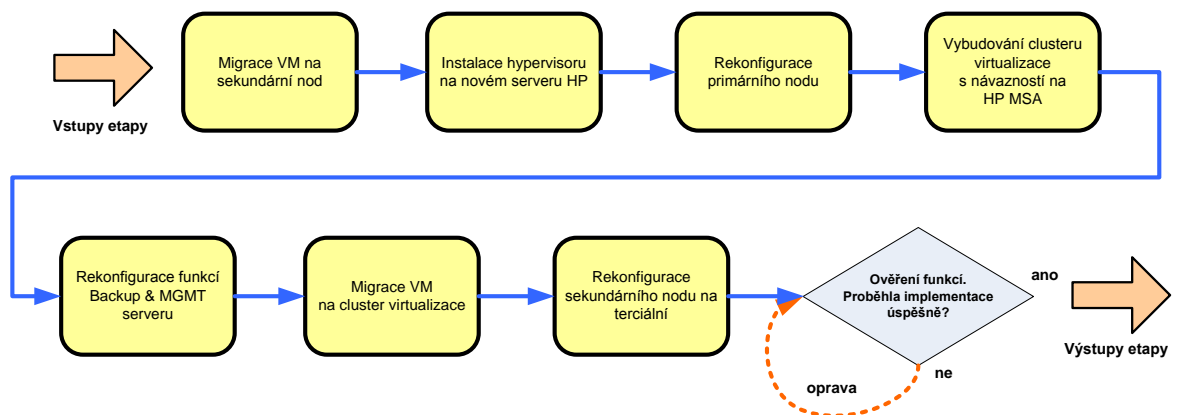
## 7.2 Příležitosti a hrozby

Realizace třetí etapy přináší odstranění všech neduhů etap předchozích. I přes vzrůstající náklady lze předpokládat prohlubování úspor, ačkoli patrně tempo růstu úspor bude klesat. Největší příležitost lze spatřovat v provozování celé virtuální infrastruktury v módu vysoké dostupnosti, kdy ani kolaps jednoho HW nodu nezpůsobí výpadek poskytovaných služeb a muselo by dojít k velmi kritické situaci, aby celý cluster zkolaboval. I tak zde bude existovat systém automatický záloh a třetí záložní nod na vedlejší budově.

Mezi předpokládané hrozby lze řadit selhání hardware a selhání lidského faktoru, nicméně stále se v rámci HZS Jčk jedná o nezkoušenou technologii a nelze předjímat veškeré hrozby, které mohou nastat. Samozřejmě může dojít k neočekávaným ohrožením při zavádění systému jakožto i při jeho rutinním běhu. Lze předpokládat, že všem těmto hrozbám půjde čelit svědomitým plněním pracovních povinností, pravidelným nakupováním licenčních podpor a úzkou spoluprací s dodavatelem řešení.

## 7.3 Postup realizace etapy

Obrázek 16 popisuje logický postup při realizaci třetí etapy. Zde je třeba zdůraznit, že ačkoli to není názorně zobrazeno, je výstup každého procesu samostatně kontrolován a případné nedostatky jsou ihned opravovány. V etapě je znázorněna jedna hloubková kontrola, jejímž cílem je odhalit nedostatky nejsložitějších realizačních kroků.



Obr. 16 Postup realizace třetí etapy

## 7.4 Finanční analýza

Tato podkapitola si klade za cíl analyzovat popisovanou etapu z finanční stránky. Hodnoty v tabulkách vycházejí z konzultací s odpovědnými pracovníky HZS Jčk jednotlivých oddělení, z České národní banky z cen poskytnutých panem Ing. Martinem Horázným ze společnosti AutoCont a.s. [21] a též ze souvisejících výpočtů.

Třetí kapitola zahrnuje rozsáhlé investice do hmotného i nehmotného majetku. Její součástí je pořízení licenčního software (pokud nebyl pořízen již během realizace druhé etapy), dodatečného serveru HP, datového úložiště HP a dalších drobných komponent. Je zapotřebí navýšit mzdové výdaje v rámci organizace jakožto i poptávat větší množství dodavatelských prací.

<b>Náklady:</b>	<b>v Kč:</b>	<b>Poznámka:</b>
Práce příslušníka AutoCont	42 000 Kč	3x MD 7x MD (vychází z tarifu příslušníka HZS na oddělení KIS)
Práce příslušníka HZS	11 669 Kč	
Licence VMware	83 000 Kč	
Maintenance VMware 1 rok	18 000 Kč	
Licence Veeam Backup	26 000 Kč	
HP MSAP2000 bez disků	177 000 Kč	
300GB 15k SAS HDD	18 000 Kč	4x HDD * 4500 Kč/HDD
1TB 7,2k SAS HDD	23 400 Kč	4x HDD * 7800Kč/HDD
Kabeláž	5 600 Kč	k diskovému poli
CarePaq na 5 let	64 600 Kč	na HP MSA 2000
24 GB RAM DDR3 HP	12 000 Kč	rozšíření do stávajícího HP G6
HP ProLiant DL380p G8 E5-2640 (1P) zákl.	85 000 Kč	
Redundantní zdroj 460W	4 600 Kč	
Vzdálený management ILO	8 100 Kč	
Interní HDD 300GB 6G SAS 10k	11 200 Kč	
Rozšíření paměti na 60GB	25 800 Kč	
SAS HBA	5 500 Kč	
Druhý procesor E5-2640	22 000 Kč	
DVD mechanika	2 000 Kč	
CarePaq na 5 let	44 000 Kč	
<b>Celkem:</b>	<b>689 469 Kč</b>	
<b>Celkem (včetně 20% slevy):</b>	<b>562 309 Kč</b>	

<b>Úspory:</b>	<b>v Kč:</b>	<b>Poznámka:</b>
Energetická spotřeba serverů	239 761 Kč	(170W/1000) * 24h* 4,6 Kč/KWh * 365 dní * 5 let * 7 serverů
Obnovení hardware	351 000 Kč	39000 Kč/server * 9 serverů
Energetická úspora v chlazení	311 689 Kč	1,3 * spotřeba serverů [13] 7* 8000 Kč/server + 2 * 12000
Prodej neupotřebitelných serverů	80 000 Kč	Kč/server
<b>Celkem:</b>	<b>982 450 Kč</b>	

Tab. 7 Náklady a úspory třetí etapy

Jak je patrné z tabulky 8, díky vysokým nákladům se diskontovaná doba návratnosti investic prodloužila na 2,84 roku. Jelikož se HZS Jčk, jakožto bezpečnostní sbor, pohybuje v méně turbulentním prostředí než soukromá společnost, lze i tuto dobu považovat za přijatelnou. Též klesla i návratnost investic, hodnota 60% stále značí velmi dobrou investici. Čistá současná hodnota citelně klesla na 338 182 Kč, což je dáno vysokými pořizovacími náklady.

Rd	1,76	- bezriziková úroková míra [20], průměr r. 2012
RP	1,5	- riziková přírážka, vlastní odhad rizika
<b>d</b>	<b>3,26</b>	- diskontní úroková míra

<b>Rok</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Diskontované příjmy	80 000 Kč	174 792 Kč	169 273 Kč	163 929 Kč	158 754 Kč	153 742 Kč
Výdaje	562 309 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Diskontní faktor	1	0,9684292	0,937855131	0,9082463	0,8795722	0,8518035
<b>Celkem</b>	<b>-482 309 Kč</b>	<b>-307 517 Kč</b>	<b>-138 244 Kč</b>	25 686 Kč	184 440 Kč	338 182 Kč

<b>Diskontovaná doba návratnosti (DDN):</b>	<i>2,84 roku (2 roky 308 dní)</i>
<b>Návratnost investice (ROI):</b>	<i>60%</i>
<b>Čistá současná hodnota (NPV):</b>	<i>338 182 Kč</i>

Tab. 8 DDN, ROI, NPV třetí etapy

Vysoké náklady se podepsaly i na TCO jednotlivých VM. Jak je z tabulky 9 patrné, pořizovací cena každého virtuálního serveru je citelně vyšší než u fyzického. Tabulka rovněž ukazuje, že i přes vysoké pořizovací náklady je TCO VM nižší než u PM.

	průměrný PM	průměrný VM	poznámka
Náklady na správu	neměnné		
Pořizovací cena	46 332 Kč	65 541 Kč	cena PM; celk. náklady /11
Náklady na SW instalaci	neměnné		
Náklady na HW instalaci	0,5 MD	0,06 MD	4h; 30 min
Energetická spotřeba - servery	170 W	62 W	měření; 3*PM/11
Energetická spotřeba - chlazení	221 W	81 W	spotř. serveru * 1,3 [13]
Likvidace	neměnné		zpětný odběr (0,- Kč)
Celkové náklady rozdílných položek	125 945 Kč	94 374 Kč	
<b>Redukce celkových nákladů na vlastnictví (TCO)</b>			rozdíl v TCO
<b>jednoho průměrného serveru:</b>			PM a VM za 5 let
		<i>31 570 Kč</i>	

Tab. 9 TCO třetí etapy

## 7.5 Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy

V pořadí již třetí etapa se vyznačuje vysokými pořizovacími náklady především na hmotný majetek. Ostatní náklady v podobě nákupu nehmotného majetku, implementačních prací dodavatelské společnosti a mzdových nákladů v rámci HZS JčK také tvoří podstatnou část z celkových nákladů.

Otázkou tedy zůstává, proč by tato etapa měla být realizována. Odpovědí na tuto otázku je zejména dosažení vysoké dostupnosti služeb provozovaných ve virtuálním prostředí. Tato vysoká dostupnost se vyznačuje vynikající rezistencí vůči výpadku některých komponent virtualizační platformy. Robustnost datové infrastruktury lze u bezpečnostního sboru se služební dobou 7/24/365 považovat za největší přínos. Realizace této platformy rovněž vytvoří základ pro další úspory a zvýšení počtu VM s minimálními dodatečnými náklady a má tak potenciál stát se jedním z opěrných pilířů v oblasti ICT, které umožní Hasičskému záchrannému sboru Jihočeského kraje vypořádat se s informačními potřebami v nadcházejících letech v oblastech integrace, bezpečnosti, dostupnosti služeb a financování. Neméně důležitou vlastností je možnost dalšího rozšiřování počtu datových úložišť a nodů. Což by v kombinaci se zrychlením

datových linek na územní odbory a požární stanice patrně vedlo k širokým úsporám v rámci celého kraje. Možnost těchto úspor zatím není podložena podrobnými výpočty, nicméně první odhady ukazují jejich vysokou pravděpodobnost.

Realizaci této etapy lze doporučit. A nejen to, třetí etapa by se měla stát cílovou etapou v rámci zavádění virtualizačních technologií v rámci HZS Jčk. Pro realizaci etapy, kromě finančních úspor, hovoří především vysoká dostupnost služeb a zavedení platformy s velmi slibnými výhledy.



## 8 REALIZACE ČTVRTÉ ETAPY

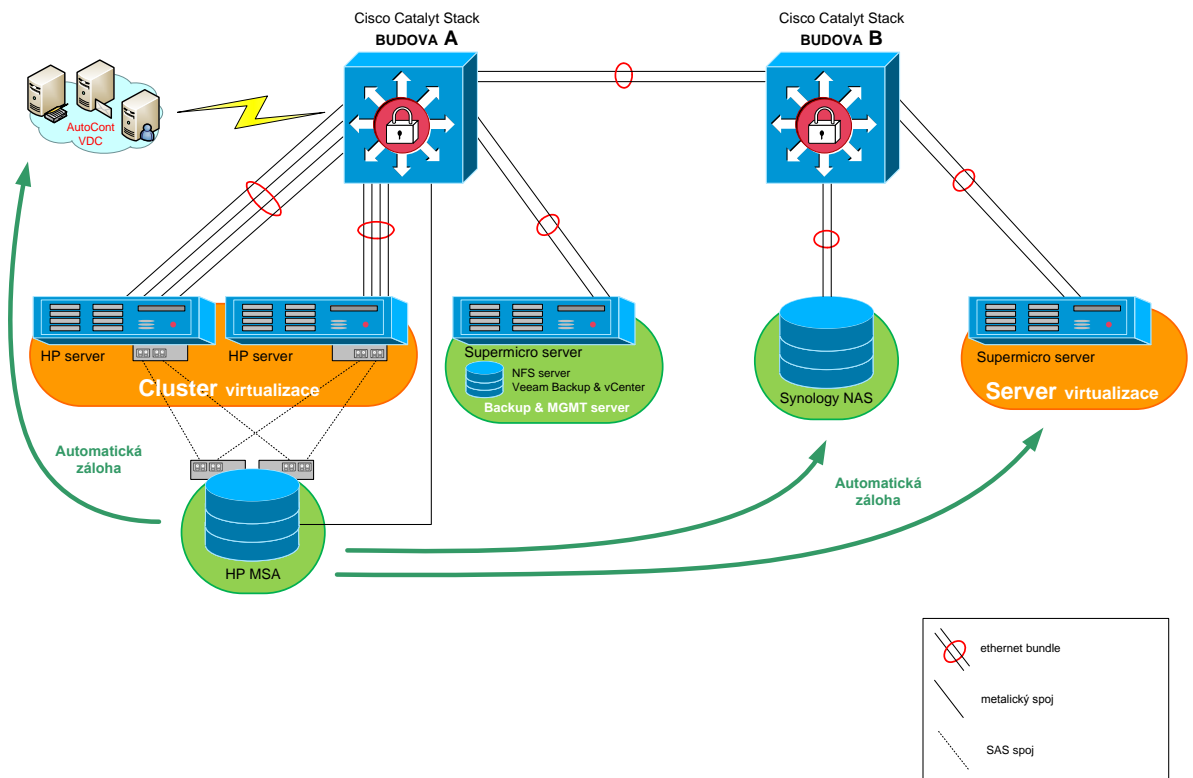
Čtvrtá etapa zpracovává do virtuální topologie služby cloud computing. Nepočítá s žádnými výdaji na nákup software či hardware. Výdaje zde tvoří především měsíční poplatky za pronájem výpočetních zdrojů v cloudu poskytovatele služeb. Výstupem by mělo být:

- dosažení excelentní dostupnosti vybraných služeb, resp. VM

### 8.1 Technické řešení etapy

Podstatou závěrečné realizační etapy je svázání funkčního virtuálního prostředí uvnitř organizace s datovým prostředím poskytovatele služeb cloud computing. Tento krok je prakticky možné realizovat až po ukončení druhé nebo třetí etapy. Nicméně s přihlédnutím k relativní jednoduchosti topologie druhé etapy lze již nyní říci, že realizace má smysl skutečně až po realizaci etapy třetí. A to především z toho důvodu, že na konci druhé etapy je prioritou především vybudování clusteru virtualizace, který přináší vysoce dostupné prostředí uvnitř HZS Jčk.

Jak je již z obrázku 17 patrné, hlavním cílem této kapitoly je dosažení excelentní dostupnosti vybraných VM tím, že budou automaticky zálohovány (můžeme říci i replikovány) do pronajatého cloud prostředí. V případě fatálního selhání virtualizační infrastruktury v mateřské organizaci lze přímo přistupovat do datacentra poskytovatele a udržet tak služby vybraných serverů v provozu. A to i v případě, že žádný z hypervisorů nebude v provozu.



Obr. 17 Topologie čtvrté etapy

Seznam serverů v cloudu:

- **NTSCB01** (170GB HDD, 2GB RAM, 2 CPU core, Windows Server 2003)
- **Poštovní server** (60GB HDD, 4GB RAM, 2 CPU core, Ubuntu Linux)
- **Lupus** (100GB HDD, 6GB RAM, 2 CPU core, Windows Server 2008)

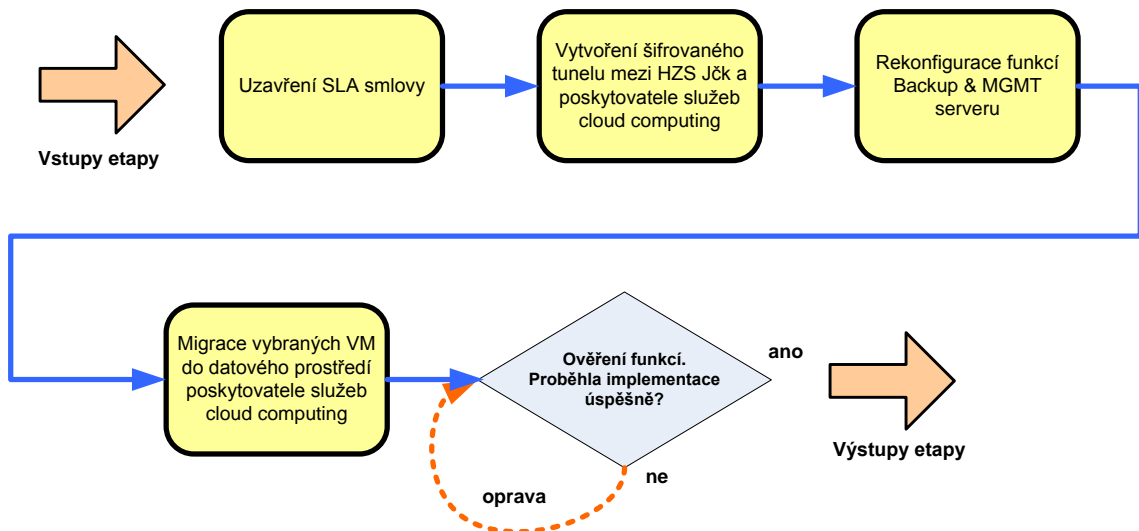
## 8.2 Příležitosti a hrozby

V závěrečné etapě je jedinou příležitostí možnost provozovat vybrané virtuální servery v prostředí cloudu, což je další úroveň dostupnosti služeb. Tato služba umožňuje vypořádat se i s devastujícími situacemi jakými jsou úder blesku, požár či další.

Hrozbou v tomto případě může být uložení citlivých informací organizace v datovém prostředí poskytovatele cloudových služeb a komunikace s tímto prostředím skrze Internet. Tuto hrozbu lze odstranit uzavřením kvalitní SLA smlouvy a zřízením šifrovaného tunelu mezi HZS Jčk a poskytovatelem cloud computing.

### 8.3 Postup realizace etapy

Obrázek 18 popisuje logický postup při realizaci čtvrté etapy. Zde je třeba zdůraznit, že ačkoli to není názorně zobrazeno, je výstup každého procesu samostatně kontrolován a případné nedostatky jsou ihned opravovány. V etapě je znázorněna jedna hloubková kontrola, jejímž cílem je odhalit nedostatky nejsložitějších realizačních kroků.



Obr. 18 Postup realizace druhé etapy

### 8.4 Finanční analýza

Závěrečná etapa je velmi specifická. Náklady této etapy s drobnou výjimkou jednodenní práce příslušníka HZS Jčk z oddělení KIS tvoří poplatky za správu VM v prostředí cloudu společnosti AutoCont a.s. Tyto poplatky účtuje poskytovatel služeb cloud computing ve dvou variantách. Pokud jsou dané VM v prostředí cloud computing v režimu stand-by, je účtován měsíční paušál 4 340,- Kč [21]. Pokud dojde ke kritické chybě v mateřské organizaci a jednotlivé VM jsou aktivovány, platí se paušál 9 762,- Kč za měsíc [21]. Tuto službu lze účtovat i po týdnech, takže již během daného měsíce, po odstranění závad v mateřské organizaci (HZS Jčk), se lze vrátit do režimu stand-by. Jak je z tabulky 10 patrné, tato etapa nepřináší žádné finanční úspory.

<b>Náklady:</b>	<b>v Kč:</b>	<b>Poznámka:</b>
Práce příslušníka HZS	1 667 Kč	1x MD (vychází z tarifu příslušníka HZS na oddělení KIS)
Stand-by	4 340 Kč	za měsíc
Disaster	9 762 Kč	za měsíc, lze účtovat i po týdnech
<b>Celkem:</b>	<b>262 067 Kč</b>	za 5 let

<b>Úspory:</b>	<b>v Kč:</b>	<b>Poznámka:</b>
-	0 Kč	neexistují

Tab. 10 Náklady a úspory třetí etapy

Díky paušálním poplatkům a téměř neexistujícím dalším výdajům lze přesně určit hodnotu TCO, která v tomto případě činí 87 356,- Kč. Jelikož je velmi nepravděpodobné, že by vysoce dostupná infrastruktura v prostředí HZS Jčk zkolabovala natolik, že by bylo nutno aktivovat VM v prostředí cloud computing, je výpočet proveden pouze se základním paušálem stand-by.

	<b>průměrný VM</b>	<b>poznámka</b>
<b>Náklady na správu</b>	86 800 Kč	za 5 let stand-by, náklady/3
<b>Pořizovací cena</b>	556 Kč	práce příslušníka HZS Jčk
<b>Náklady na SW instalaci</b>	0 Kč	automatické zálohy
<b>Náklady na HW instalaci</b>	0 MD	automatické zálohy
<b>Energetická spotřeba - servery</b>	N/A	zahrnuto v poplatku
<b>Energetická spotřeba - chlazení</b>	N/A	zahrnuto v poplatku
<b>Likvidace</b>	N/A	zahrnuto v poplatku

<b>Celkové náklady na vlastnictví (TCO) jedné průměrné VM:</b>	<b>87 356 Kč</b>
--	------------------

Tab. 11 TCO čtvrté etapy

## 8.5 Hodnocení efektivity a udržitelnosti etapy

Závěrem této etapy je zapotřebí znovu podotknout, že fatální selhání vysoce dostupné infrastruktury z třetí etapy, které by zároveň neohrozilo další klíčové systémy, je velmi nepravděpodobné. Nelze tedy počítat s možností využití excelentní dostupnosti dotčených serverů, kterou nabízí čtvrtá etapa.

Z těchto důvodů a s přihlédnutím k nákladům nelze tuto etapu doporučit k realizaci.

## 9 ZÁVĚR

V této práci, zabývající se technologiemi virtualizace a cloud computing z teoretické i praktické stránky, bylo dosaženo stanovených cílů. Práce podala komplexní pohled na problematiku včetně vybraných příkladů a byly posouzeny rozličné parametry, mezi něž patří např. bezpečnost, zhodnocení nákladů a efektivita řešení. Též je vhodné podotknout, že o práci vyslovilo zájem několik odborníků z řad techniků a manažerů již v průběhu psaní jejího závěru.

Práce samotná v podstatě nepřinesla výraznější překvapení a potvrdila výhody nastartovaného trendu ICT v podobě využívání virtualizace i cloud computing.

Projekt byl rozvržen do čtyř realizačních etap, přičemž každá etapa se vyznačovala výraznou autonomií vůči etapám ostatním. Tento model byl přijat především z toho důvodu, že se v prostředí HZS Jčk jednalo o v podstatě neznámé technologie a bylo nezbytné vytvořit možnosti zastavení projektu tak, aby nedošlo k neočekávaným chybám. Ceny obsažené v této práci byly stanoveny ve spolupráci s odborníky ze společnosti AutoCont a.s. Nicméně pořízení hmotného i nehmotného majetku podléhá zákonu č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách a povinností organizace HZS Jčk je vypsaní transparentního výběrového řízení.

Níže uvedená podkapitola již pojednává o konkrétních výsledcích a zjištěních realizovaného projektu v rámci Hasičského záchranného sboru jihočeského kraje.

### 9.1 Poznatky HZS Jčk

Z výsledků práce je patrné, že první etapa má nejlepší dobu návratnosti investice a druhá etapa má nejlepší čistou současnou hodnotu. Je to ale právě až třetí etapa, která by se měla stát konečným cílem realizace tohoto projektu, jelikož přináší kvalitativně

výrazný posun kupředu a otevírá široké možnosti využití v současné i budoucí době. Zároveň je u ní zachována návratnost investice, byť prodloužená na 2,84 roku. Druhá etapa by měla sloužit spíše jako pouhý mezikrok v případě zamítnutí rozpočtového požadavku na etapu třetí. Vzhledem k nepřesvědčivému přínosu a poměrně vysokým nákladům nelze k realizaci doporučit etapu čtvrtou.

Celkovou současnou hodnotu úspor za projekt lze vyčíslit na 387 358,- Kč v období šesti let, ve kterém je první rok v provozu první etapa a dalších pět let třetí etapa.

	<b>Čistá současná hodnota (NVP):</b>	<b>Poznámka:</b>
<b>1. etapa</b>	86 969 Kč	1 rok
<b>3. etapa</b>	300 389 Kč	5 let
<b>Celkové úspory za projekt</b>	<b>387 358 Kč</b>	

Tab. 12 Závěrečné hodnocení doporučeného postupu

Souhrnně tedy lze říci, že projekt prokázal významný přínos Hasičskému záchrannému sboru Jihočeského kraje v oblastech úspor nákladů na provoz serverové části ICT, rapidního zvýšení dostupnosti služeb a má značný potenciál stát se základnovou platformou, jež umožní čelit HZS Jčk informačním výzvám nadcházejících let.

## Použité zdroje

- [1] TULLOCH, Mitch. MICROSOFT CORPORATION. *Understanding Microsoft Virtualization Solutions: From the Desktop to the Datacenter*. 2. vyd. Washington: Microsoft Press, 2010. LCCN 2010920178.
- [2] DORF, Michael. Cloud Computing vs. Virtualization. In: *LearnComputer: Your Information Technology Trainers* [online]. Redwood City (Kalifornie): LearnComputer, LLC, 2010, 23.3.2010 [cit. 2012-10-31]. Dostupné z: <http://www.learncomputer.com/cloud-computing-vs-virtualization/>
- [3] HÁJEK, Petr. Odvrácená strana virtualizace. In: *Root.cz: Informace nejen ze světa Linuxu*. [online]. Internet Info s.r.o., 2010, 31.8.2010 [cit. 2012-10-31]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/odvracena-strana-virtualizace/>
- [4] Co je virtualizace?. WEDOS INTERNET, a.s. *Hosting WEDOS* [online]. Hluboká nad Vltavou, 2012 [cit. 2012-10-31]. Dostupné z: <http://hosting.wedos.com/cs/virtual/co-je.html>
- [5] Software-Defined Networking: The New Norm for Networks. In: *ONF: Open Networking Foundation* [online]. ONF Market Education Committee, 2012, 13.3.2012 [cit. 2012-10-31]. ONF White paper. Dostupné z: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf>
- [6] KEY, Russell. QuickStudy: Storage virtualization: Maximizing the benefits of pooled storage. In: *Computerworld* [online]. Computerworld Inc., 2008, 6.10.2008 [cit. 2012-10-31]. Dostupné z: [http://www.computerworld.com/s/article/325633/Storage\\_Virtualization](http://www.computerworld.com/s/article/325633/Storage_Virtualization)
- [7] CCB SPOL. S.R.O. *SystemOnLine: S přehledem ve světě informačních technologií* [online]. 2001-2012 [cit. 2012-10-31]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz>

- [8] BRABENEC, Pavel. Budoucnost cloud computingu z pozice telco operátora. *ICT revue: Průvodce manažera informačními a komunikačními technologiemi*. 2011, červen. ISSN 0862-9587.
- [9] LEJSEK, Zdeněk. Cloud computing v praxi. *ICT revue: Průvodce manažera informačními a komunikačními technologiemi*. 2011, červen. ISSN 0862-9587.
- [10] ULVR, Petr. Nenechte své servery zahálet, virtualizujte!. *ICT revue: Průvodce manažera informačními a komunikačními technologiemi*. 2011, říjen. ISSN 0862-9587.
- [11] LEŠTINA, Petr. Cloud versus servery u SME. *ICT revue: Průvodce manažera informačními a komunikačními technologiemi*. 2011, prosinec. ISSN 0862-9587.
- [12] ŠTĚRBA, Milan. Služby cloudu ve veřejném sektoru. *Solutions News: Magazín společnosti Hewlett-Packard 2011*. 2011, jaro, s. 2-5.
- [13] VMWARE, Inc. *VMware* [online]. 2012 [cit. 2012-11-15]. Dostupné z: <http://www.vmware.com/>
- [14] MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft* [online]. 2012 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.microsoft.com/en-us/default.aspx>
- [15] CITRIX SYSTEMS, Inc. *Citrix* [online]. 1999, 2012 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.citrix.com/>
- [16] ORACLE CORPORATION. *Oracle* [online]. 2012 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.oracle.com/index.html>
- [17] CISCO SYSTEMS, Inc. *Cisco* [online]. 2012 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.cisco.com/>
- [18] OPENSTACK FOUNDATION. *OpenStack: Cloud software* [online]. 2012 [cit. 2012-12-16]. Dostupné z: <http://www.openstack.org/>
- [19] GNS3. *GNS3: Graphical Network Simulator* [online]. 2007, 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.gns3.net/>
- [20] ARAD: Systém časových řad. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Hrubý výnos státního 5-letého dluhopisu* [online]. 2013 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: [http://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY\\_PKG.PARAMETRY\\_SESTAVY?p\\_solid=EBA&p\\_sestuid=450&p\\_tab=1&p\\_lang=CS](http://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.PARAMETRY_SESTAVY?p_solid=EBA&p_sestuid=450&p_tab=1&p_lang=CS)
- [21] HORÁZNÝ, Martin. AUTOCONT A.S. *Virtualizace HZS Jčk*. 2012.