

# OBSAH

ÚVOD	7
1 ZÁKLADY VIRTUALIZAČNÍCH TECHNIK	9
1.1 Virtualizace	9
1.2 Cloud computing	11
1.3 Kontejnerizace	13
2 VZDĚLÁVÁNÍ V OBORU KYBERBEZPEČNOSTI	17
2.1 Metody vzdělávání v kyberbezpečnosti	18
2.2 Vlastnosti Cyber Range v pojetí platformy	19
2.2.1 Uživatelské rozhraní CR	21
2.2.2 Orchestrační vrstva	21
2.2.3 HW infrastruktura	22
2.2.4 Vrstva funkcí	22
2.2.5 Kyberbezpečnostní scénáře	23
2.3 Představení Kybernetické arény	24
3 ANALÝZA PLATFORMEM CLOUD COMPUTINGU	26
3.1 Kubernetes	26
3.1.1 Architektura	26
3.1.2 Kontejnerizace	28
3.1.3 Virtualizace	29
3.1.4 Síťování	30
3.1.5 Instalace k8s s minimálními požadavky	35
3.2 OpenStack	36
3.2.1 Architektura	36
3.2.2 Služby OpenStacku	38
3.2.3 Kontejnerizace	40
3.2.4 Virtualizace	43
3.2.5 Síťování	44
3.2.6 Minimální HW požadavky	47
3.2.7 Instalační nástroje	48
3.3 OpenShift	49
3.3.1 Architektura	50
3.3.2 Vlastnosti platformy OpenShift	50
3.3.3 Kontejnerizace	52
3.3.4 Virtualizace	52

3.3.5	<i>Sítování</i>	53
3.3.6	<i>HW požadavky a instalace</i>	53
3.4	Srovnání cloudových platforem	54
4	NASAZENÍ PLATFORMY OPENSTACK S ANALÝZOU FUNKCÍ	58
4.1	Příprava testovacího prostředí	58
4.2	Vlastní metodologie instalace	59
4.3	Instalační manuál k OpenStacku	60
4.3.1	<i>Konfigurace a instalace OpenStacku</i>	61
4.3.2	<i>Nasazení OpenStacku</i>	65
4.4	Příručka administrátora	67
4.4.1	<i>Neutron – nastavení sítování</i>	68
4.4.2	<i>Základní nastavení OpenStacku</i>	70
4.4.3	<i>Zun – instalace kata kontejnerů</i>	70
4.4.4	<i>Rozšíření OpenStacku</i>	71
4.4.5	<i>Odebrání OpenStack serveru</i>	72
4.5	Řešení problémů a verifikace služeb OpenStacku	73
4.5.1	<i>Obecný postup</i>	73
4.5.2	<i>Problémy během nasazení OpenStacku</i>	73
4.5.3	<i>Ověření stavů OpenStack služeb</i>	75
4.6	Uživatelská příručka – CLI	77
4.6.1	<i>OpenStack CLI klient</i>	77
4.6.2	<i>Neutron plugin – FWaaS</i>	83
4.6.3	<i>Zun plugin</i>	85
4.7	Uživatelská příručka – Horizon	87
4.8	Testování funkčnosti OpenStacku	89
5	EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ NÁROČNOSTI OPENSTACKU	91
5.1	První skupina scénářů	91
5.2	Druhá skupina scénářů	93
5.3	Třetí skupina scénářů	97
5.4	Shrnutí výsledků měření	103
6	VÝVOJ A IMPLEMENTACE KYBERNETICKÉ ARÉNY	105
6.1	HW infrastruktura Kybernetické arény	105
6.2	Hlavní komponenty Kybernetické arény	107
6.2.1	<i>OpenStack a architektura Kybernetické arény</i>	107
6.2.2	<i>AWX a komunikace mezi komponentami Kybernetické arény</i>	111
6.2.3	<i>OpenStack Heat – generování šablon</i>	116

6.2.4	<i>Trénovací aplikace</i>	118
6.3	Dlouhodobé testování kybernetické arény	124
6.4	Monitoring Kybernetické arény	127
7	SROVNÁNÍ CR PLATFORMEM S KYBERNETICKOU ARÉNOU	131
8	PROBLEMATICKÉ OBLASTI PRO BUDOUCÍ VÝVOJ KYBERNETICKÉ ARÉNY	135
8.1	Analýza problematiky	135
8.1.1	<i>Anti-cheat systém</i>	135
8.1.2	<i>Větvení příběhu v CS hrách</i>	136
8.1.3	<i>Automatizovaná aktualizace, zálohování a přenositelnost Cyber Range platformy</i>	137
8.1.4	<i>Optimalizace vytváření simulačních prostředí</i>	138
8.1.5	<i>Konzole pro ovládání a monitorování simulačního prostředí</i>	139
8.2	Návrhy řešení uvedené problematiky	139
	ZÁVĚR	143
	LITERATURA	144