



**FAKULTA  
INFORMAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Název:</b>	Automatický provisioning herních serverů pomocí cloudové image
<b>Student:</b>	Matyáš Ješina
<b>Vedoucí:</b>	Ing. Tomáš Vondra, Ph.D.
<b>Studijní program:</b>	Informatika
<b>Studijní obor:</b>	Webové a softwarové inženýrství
<b>Katedra:</b>	Katedra softwarového inženýrství
<b>Platnost zadání:</b>	Do konce zimního semestru 2021/22

### Pokyny pro vypracování

Některé počítačové hry hrané po síti vyžadují pro každou hru mít spuštěný zvláštní server. To je předurčuje k nasazení v cloudu, kde je velmi snadné takové servery snadno vytvářet a rušit. V cloudu je zákazník zvyklý software neinstalovat, ale vybrat si již hotový image operačního systému s předinstalovaným softwarem.

1. Analyzujte možnosti automatického sestavování obrazů operačních systémů a automatizované instalace herních serverů.
2. Opakovatelným skriptovaným způsobem vytvořte image, který bude podporovat instalaci několika populárních her a bude použitelný laickým uživatelem virtualizace/cloudu.
3. Image na cloud musí splňovat několik podmínek, aby byl bezpečný, například si po startu nastavit náhodné heslo a přegenerovat všechny klíče a identifikátory, aby nebyly sdíleny s jinými virtuálními stroji. Popište tyto bezpečnostní prvky Vašeho řešení.
4. Celé řešení dobře zdokumentujte a otestujte.
5. Zhodnoťte výsledek práce a diskutujte další možná rozšíření.

### Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.  
vedoucí katedry

doc. RNDr. Ing. Marcel Jiřina, Ph.D.  
děkan

V Praze dne 27. února 2020





**FAKULTA  
INFORMAČNÍCH  
TECHNOLGIÍ  
ČVUT V PRAZE**

Bakalářská práce

## **Automatický provisioning herních serverů pomocí cloudové image**

*Matyáš Ješina*

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Vondra, Ph.D.

30. července 2020



---

## Poděkování

Děkuji svému vedoucímu, Ing. Tomáši Vondrovi, Ph.D., za jeho přínos při tvorbě této bakalářské práce.



---

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 2373 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu) licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 30. července 2020

.....

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta informačních technologií

© 2020 Matyáš Ješina. Všechna práva vyhrazena.

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

### **Odkaz na tuto práci**

Ješina, Matyáš. *Automatický provisioning herních serverů pomocí cloudové image*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2020. Dostupný také z WWW: (<https://github.com/jesinmat/bakalarska-prace>).



---

# Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou automatického nasazování herních serverů a jejich provozu v cloudovém prostředí. Zkoumá možnosti nasazování aplikací v cloudu za účelem nalezení nejefektivnějšího způsobu a popisuje vytvoření obrazu systému, který je pro dané využití vhodný. Tento systém je schopný podporovat množství herních serverů bez nutnosti jeho časté změny a je snadno rozšiřitelný i pro další hry v budoucnosti.

Výsledkem je obraz systému určeného pro provoz herních serverů, který je bezpečný, obsahuje jen nezbytně nutné součásti a dá se jednoduše nasadit v cloudovém prostředí. Celý proces jeho sestavení a následné instalace serveru je plně automatizovaný.

**Klíčová slova** herní server, počítačová hra, cloud, automatizace, nasazování systému

---

# Abstract

This thesis addresses the possibilities of automatic deployment and provisioning of game servers in cloud environments. It explores existing possibilities of deploying applications in cloud to find the optimal solution and describe the creation of a system image appropriate for this use case. This system is capable of running various game servers without frequent changes to its internal structure and is easily modifiable to include more games, if desired.

The result is a system image designated to run game servers, which is secure, contains only the most necessary components, and can easily be deployed in a cloud environment. The entire process is fully automated.

**Keywords** game server, video game, cloud, automatization, system deployment

---

# Obsah

Úvod	1
<b>1 Cíl práce</b>	<b>3</b>
<b>2 Současná řešení</b>	<b>5</b>
2.1 GameCP . . . . .	5
2.2 Pterodactyl . . . . .	6
2.3 GameserverApp . . . . .	6
2.4 LinuxGSM . . . . .	6
<b>3 Rešerše technologií</b>	<b>7</b>
3.1 Operační systém . . . . .	7
3.1.1 Windows Server . . . . .	7
3.1.2 Linux . . . . .	7
3.1.2.1 Ubuntu Server . . . . .	8
3.1.2.2 CentOS . . . . .	8
3.1.2.3 TurnKey GNU/Linux . . . . .	8
3.2 Sestavení obrazu systému . . . . .	8
3.3 Správce herních serverů . . . . .	9
<b>4 Analýza a návrh</b>	<b>11</b>
4.1 Popis problému . . . . .	11
4.2 Funkční požadavky . . . . .	12
4.3 Nefunkční požadavky . . . . .	12
4.4 Řešení požadavků . . . . .	13
4.4.1 Spuštění a prvotní nastavení systému . . . . .	13
4.4.2 Výběr herního serveru . . . . .	13
4.4.3 Automatická instalace a spuštění herního serveru . . . . .	14
4.4.4 Nastavení herního serveru . . . . .	14

4.4.5	Podporované platformy . . . . .	15
4.4.6	Bezpečnost . . . . .	15
4.4.7	Dostupnost . . . . .	15
4.4.8	Rozšiřitelnost . . . . .	16
4.5	Přístup k systému . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Implementace</b>	<b>17</b>
5.1	Rozdělení komponent . . . . .	17
5.1.1	Komponenta Systém . . . . .	17
5.1.1.1	Příprava systému . . . . .	17
5.1.1.2	Výběr herního serveru . . . . .	17
5.1.1.3	Instalace herního serveru . . . . .	18
5.1.1.4	Systémová služba . . . . .	18
5.1.2	Komponenta Herní server . . . . .	18
5.1.2.1	Instalace herního serveru . . . . .	18
5.1.2.2	Nastavení herního serveru . . . . .	19
5.2	Nástroje . . . . .	19
5.2.1	Editor . . . . .	19
5.2.2	Verzování . . . . .	19
5.2.3	Prostředí pro tvorbu obrazu . . . . .	19
5.3	Ukázky . . . . .	19
5.3.1	Spuštění instance systému . . . . .	19
5.3.2	Interaktivní výběr herního serveru . . . . .	20
5.3.3	Automatický výběr herního serveru . . . . .	20
5.3.4	Přidání nové hry . . . . .	20
5.4	Možnosti rozšíření . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Testování</b>	<b>23</b>
6.1	Automatické sestavení systému . . . . .	23
6.2	Interaktivní instalace a konfigurace . . . . .	23
6.3	Interaktivní konfigurace . . . . .	24
6.4	Automatická konfigurace . . . . .	24
<b>7</b>	<b>Publikace výsledků</b>	<b>25</b>
7.1	TurnKey Hub . . . . .	25
7.2	GitHub . . . . .	25
	<b>Závěr</b>	<b>27</b>
	<b>Bibliografie</b>	<b>29</b>
	<b>A Seznam použitých zkratk</b>	<b>33</b>
	<b>B Obsah příloženého média</b>	<b>35</b>

---

## Seznam obrázků

4.1	Interaktivní nastavení systému při prvním spuštění [17]	14
4.2	Konfigurační aplikace [17]	15
5.1	Spuštění systému v prostředí OpenStack [22]	20
5.2	Interaktivní výběr hry při prvním spuštění	21



---

## Seznam výpisů kódu

5.1	Ukázkový inicializační skript . . . . .	21
5.2	Skript <code>game_properties.sh</code> . . . . .	22
5.3	Skript <code>post_install.sh</code> . . . . .	22





---

# Úvod

Počítačové hry se těší velké popularitě. S rozšířením internetu začaly vznikat také hry pro více hráčů, které se rychle dostaly do čela žebříčků oblíbenosti a dnes jsou zábavou pro stovky milionů hráčů po celém světě.

Mnohé z těchto her umožňují uživatelům vytvořit vlastní herní servery, na kterých je možné hrát s přáteli či jinou komunitou. Pokud chce uživatel zprovoznit herní server, měl by takový postup být jednoduchý a rychlý. Je možné provozovat server na vlastním počítači, zde je však kvalita herního zážitku ovlivněna konfigurací systému a internetovým připojením. Také je často potřeba pokročilého nastavení směrovače, který herní server z domácí sítě zpřístupní do internetu.

Tato práce se zaměřuje na další možnost provozu těchto serverů, a to v cloudovém prostředí. Uživatel se tak nemusí zabývat kvalitou internetového připojení či manuálním nastavováním síťových prvků. Herní servery pro menší počet hráčů jsou často vytvářeny a rušeny, nasazení v cloudu tedy představuje ideální způsob provozu, kde jsou tyto operace jednoduché a automatizovatelné.

Cílem práce je vytvořit obraz systému, který bude pro toto použití vhodný. Uživatel bude mít možnost vybrat požadovaný herní server a systém provede všechny operace potřebné k jeho zprovoznění.

Výsledek práce bude prospěšný zejména pro stávající uživatele cloudových služeb, kteří mají alespoň minimální zkušenosti s nasazováním obrazů systémů. S minimální interakcí budou mít možnost spustit herní server dle svého výběru bez složité instalace a konfigurace. Pokročilí uživatelé využijí možnosti automatizace celého procesu, která jim zaručí rychlé spuštění vybraného serveru za pomoci několika příkazů.

Vytvořený obraz musí být snadno dostupný a zdokumentovaný, jednoduchý na nasazení, s minimální náročností na systémové prostředky. Bude jej také možné využít v komerčním prostředí.



---

## Cíl práce

Hlavním cílem této práce je vytvořit obraz systému, který bude schopný provozovat herní servery v cloudovém prostředí. Tento systém musí být jednoduchý na zprovoznění i úpravy. Bude tedy ideálním kandidátem pro uživatele se základní znalostí nasazování serverů v cloudu, který nechce provozovat herní server na vlastní infrastruktuře. Práce se zaměří na herní servery pro menší množství hráčů (přibližně do 40), které obecně vyžadují méně systémových prostředků a nastavení a proces jejich vytváření je tak jednoduše automatizovatelný.

V první části práce je tedy nutné analyzovat dostupné možnosti a najít výhody a nevýhody daných řešení. Dále je potřeba vybrat vhodný operační systém, který splňuje zadané požadavky. V dalším kroku budou porovnány různé možnosti provozu herních serverů na daném systému a jejich automatizace.

V druhé části části bude do systému implementována součást pro interaktivní i automatickou instalaci herních serverů a jejich provoz. Jelikož je kladen důraz na jednoduchost procesu, musí tento program pracovat s uživatelsky přátelivým prostředím, případně plně automaticky. Tato součást také musí být schopna spouštět a zastavovat herní server, bude-li to nutné.

Jelikož se bude po nasazení jednat o veřejně dostupný systém, je zde důležitým prvkem jeho bezpečnost. Budou tedy vyhodnoceny možnosti jeho zabezpečení, zahrnující například vzdálený přístup.



---

## Současná řešení

V této části budou prozkoumána existující řešení pro vytváření herních serverů. Tyto aplikace zpravidla podporují instalaci na různé cloudové operační systémy, které nejsou pro následný provoz herního serveru významné a nebudou tedy v této kapitole rozlišovány. Zhodnocení operačních systémů bude proto provedeno v následující kapitole.

Vzhledem k velkému množství herních serverů existuje také mnoho způsobů jejich provozu a údržby. Aplikace nabízené přes platformu Steam lze například spravovat pomocí nástroje SteamCMD [1], avšak tento způsob neumožňuje provozovat herní servery jiných společností. Z tohoto důvodu existují aplikace na správu herních serverů, které umožňují spouštět servery od mnoha vydavatelů uživatelsky přívětivou cestou. Tyto aplikace jsou zpravidla provozovány v samostatném operačním systému, aby byl zajištěn plynulý chod. Mnohé z nich podporují systém plateb za provoz herních serverů a jsou tak vhodné pro komerční využití.

### 2.1 GameCP

Jedním z pokročilých nástrojů pro správu herních serverů je Game Control Panel [2]. Jedná se o administrátorský nástroj pro společnosti zabývající se pronájmem herních serverů. Tato aplikace umožňuje uživatelům spravovat velké množství herních serverů pomocí webového klienta, který je přehledný a snadno přizpůsobitelný. Aplikace podporuje možnost evidence plateb za herní servery a nabízí prostředí pro poskytování podpory klientům, kteří si herní servery pronajímají. Kromě herních serverů podporuje nástroj také práci s programy pro komunikaci, jako jsou TeamSpeak nebo Ventrilo. Jedná se o placenou aplikaci s měsíčním předplatným bez dostupného zdrojového kódu.

### 2.2 Pterodactyl

Pterodactyl [3] je dalším z nástrojů, který poskytuje přehledné webové rozhraní pro vytváření herních serverů. Podporuje přibližně 40 herních titulů a umožňuje uživatelům vytvářet instance serverů pomocí Docker kontejnerů. Jedná se o bezplatný nástroj s volně dostupným zdrojovým kódem, který je zaměřený na provoz libovolného množství herních serverů na jednom zařízení. Tento systém je aktivně vyvíjen komunitou a zakládá si na jednoduchosti a kvalitní dokumentaci. API umožňuje komplexní přístup k jednotlivým funkcím a nabízí tak možnost automatizace vytváření serverů.

### 2.3 GameserverApp

Dalším z existujících placených nástrojů je GameserverApp [4]. Jedná se o systém zaměřený na propojení komunikační platformy Discord s herními servery. Umožňuje zpoplatnění herních funkcí a poskytování speciálních výhod na platformě Discord platícím hráčům. Podporuje automatizované vytváření herních serverů, nabízí však jen minimální množství her. Pro uživatele bez vlastních zařízení poskytuje také pronájem virtuálních serverů. Nástroj je zpoplatněný s neveřejným zdrojovým kódem.

### 2.4 LinuxGSM

Nástroj LinuxGSM [5] je zaměřen na jednoduchou instalaci a správu herních serverů pomocí skriptů z prostředí příkazové řádky. Jedná se o minimalistický systém skriptů, který umožňuje v rámci aktuálního systému stahovat, instalovat a provozovat herní servery. Tento bezplatný nástroj podporuje více než 100 různých herních serverů a díky otevřenému zdrojovému kódu je uživatelům umožněno aktualizovat a přidávat nové herní tituly. Mezi pokročilé funkce patří zálohování serverů, monitorování jejich stavu či zasílání upozornění při definované akci.

---

## Rešerše technologií

V této kapitole je popsán výběr technologií vhodných pro tvorbu požadovaného systému. Vzhledem k množství existujících her a četnosti jejich aktualizací není vhodné vytvářet vlastní systém pro jejich správu, bude tedy nezbytné využít již existujících správců herních serverů a nalézt vhodný operační systém.

### 3.1 Operační systém

Tato sekce uvede možné operační systémy pro provoz herních serverů v cloudovém prostředí a zhodnotí jejich výhody a nevýhody. Budou zde zhodnoceny pouze obecně rozšířené serverové operační systémy [6] a jejich deriváty, aby byla zajištěna podpora a maximální možná bezpečnost. Přestože je možné provozovat herní server i na operačním systému určeném pro osobní počítače, tyto systémy často obsahují grafické rozhraní a nabízejí pouze interaktivní instalaci, která pro hledané využití není vhodná.

#### 3.1.1 Windows Server

Jeden z nejrozšířenějších operačních systémů pro serverové využití, který je vhodný i pro rozsáhlé aplikace. V porovnání s ostatními systémy se Windows Server vyznačuje vysokými požadavky na systémové prostředky [7]. Pravidelné aktualizace zajišťují bezpečnost, k dispozici je technická podpora pro zákazníky. Windows Server je systém s uzavřeným zdrojovým kódem a pro jeho provozování je nutné zakoupit licenci, není tedy vhodný pro spuštění jednoduchého herního serveru.

#### 3.1.2 Linux

Vzhledem k množství existujících distribucí Linuxu bude v této části uvedeno pouze několik vybraných zástupců. Během rešerše vhodných operačních sys-

témů bylo zkoumáno množství distribucí, které jsou použitelné pro provoz herních serverů. Mnohé z nich jsou založeny na podobných principech, pro účely této kapitoly tedy nemá smysl uvádět všechny.

#### 3.1.2.1 Ubuntu Server

Tento pokročilý operační systém [8] pro provoz serverů, vyvíjený společností Canonical, se vyznačuje širokou podporou nástrojů a pravidelnými bezpečnostními aktualizacemi. Podobně jako ostatní distribuce Linuxu i tato nabízí otevřený zdrojový kód a je volně využitelná. I přes uvedené výhody se však stále jedná o rozsáhlý systém, vyžadující značné množství systémových prostředků [9].

#### 3.1.2.2 CentOS

Distribuce Linuxu CentOS je komunitou spravovaný systém, odvozený od komerční distribuce Red Hat Enterprise Linux [10]. Tento volně dostupný systém je vhodný na provoz serverů v cloudovém prostředí díky dlouhodobé podpoře vydaných verzí a stabilitě. Jedná se o vhodného kandidáta pro provoz herních serverů.

#### 3.1.2.3 TurnKey GNU/Linux

Operační systém TurnKey GNU/Linux [5] vychází z rozšířené distribuce Debian. Jedná se o distribuci Linuxu zaměřenou na nasazení jedné aplikace v cloudovém prostředí či na virtuálním stroji, která nabízí možnost automatické instalace i počáteční konfigurace. Úzké zaměření umožňuje snížit nároky na systémové prostředky při zachování pouze nezbytných součástí pro bezpečný provoz v cloudovém prostředí. Díky otevřenému zdrojovému kódu a svobodné licenci je možné tento systém provozovat bez omezení i pro komerční využití. Pro vývojáře je k dispozici dokumentace, pomocí které lze do systému vložit nové aplikace.

## 3.2 Sestavení obrazu systému

K sestavení obrazu systému včetně součástí k provozu herního serveru je nutné zvolit vhodný nástroj. Takový nástroj musí být schopný automaticky vytvořit spustitelný obraz systému, a to nejen pro provoz v cloudové službě, ale i v interaktivním prostředí virtuálního stroje. K tomuto účelu lze použít například nástroj Packer [11], který nabízí automatizovatelné sestavení potřebných obrazů a umožňuje přidat podporu pro nové formáty pomocí zásuvných modulů.

TurnKey GNU/Linux nabízí vlastní nástroje pro sestavení obrazů s připravenou aplikací. Poskytované skripty podporují tvorbu formátů pro virtuální stroje i pro množství poskytovatelů cloudových služeb a umožňují plnou



automatizaci procesu sestavení. Pro požadované využití jsou tedy vhodným prostředkem. Vzhledem ke zmíněným vlastnostem bude tento systém použit pro vytvoření požadovaného obrazu.

### 3.3 Správce herních serverů

Nezbytným předpokladem k podpoře velkého množství her je aplikace pro správu herních serverů. V předchozí kapitole byla uvedena některá existující řešení tohoto problému, která se vyznačovala velkým množstvím funkcí včetně evidence plateb, propojení herních serverů se sociálními platformami či pokročilým webovým rozhraním. Tyto funkce však nejsou pro provoz herního serveru nezbytně nutné.

Vzhledem k množství podporovaných herních serverů a nabízeným funkcím byl pro správu herních serverů vybrán LinuxGSM. Tento správce nedisponuje přebytečnými funkcemi, nabízí však všechny potřebné vlastnosti a jednoduché rozhraní pro instalaci herního serveru.



---

## Analýza a návrh

### 4.1 Popis problému

Vzhledem k rostoucí popularitě cloudových služeb [12] existuje množství zdrojů, ze kterých lze čerpat. Herní servery se oproti ostatním typům běžných cloudových aplikací odlišují svojí vysokou náročností na systémové prostředky, mimo jiné například požadavkem na nízkou latenci.

Při provozování cloudového serveru pro velké množství hráčů je nutné zajistit správné fungování infrastruktury, jako je například správné vyvažování zátěže mezi jednotlivé servery či automatický výběr nejvhodnějšího serveru pro klienta. Dle [13] je již od několika desítek současně připojených klientů vhodné používat systém pro rozložení zátěže. Tyto problémy zde není nutné řešit – výsledek práce má sloužit jako jednoduchý a rychlý způsob nasazení herního serveru, není tedy z principu vhodný pro dlouhodobé obsluhování velkého množství hráčů.

U poskytovatelů cloudových serverů je možné zvolit množství systémových prostředků, které bude mít aplikace k dispozici. Pokud sledujeme vytížení herních serverů v čase, můžeme spatřit jisté vzory, například nárůst hráčů ve večerních hodinách. Jedná-li se o velký rozdíl v množství uživatelů, je nutné dynamicky navyšovat systémové prostředky [14]. Stejně jako dříve zmíněný problém se i tento týká převážně aplikací pro velké množství uživatelů, v rámci této práce tedy tento problém není uvažován. Již přidělené prostředky nemůže vytvořený systém nijak ovlivnit, jejich výběr bude tedy ponechán na uživateli před spuštěním.

Důležitým prvkem kteréhokoliv systému je zabezpečení. Aplikace musí být s důrazem na bezpečnost nejen provozována, ale i vytvářena [15]. Bezpečnostní nedostatek může pro potenciálního útočníka znamenat možnost neoprávněného vstupu do systému. Budou tedy prozkoumána dostupná bezpečnostní řešení pro cloudové aplikace.

Systém musí být schopný nainstalovat a spustit herní server automaticky,

případně pouze s nezbytně nutnou interakcí uživatele. Bude proveden průzkum dostupných možností pro automatickou instalaci herních serverů za účelem výběru vhodného řešení. Následné spouštění i zastavování herních serverů musí být plně automatizované.

### 4.2 Funkční požadavky

Funkční požadavky definují požadované vlastnosti systému a určují akce, které je uživatel schopný v rámci aplikace vykonat. Popisují jednotlivé vlastnosti, které musí systém splňovat, aby byl použitelný k provozu herního serveru.

- **Spuštění systému** – systém lze spustit automatizovatelnou cestou.
- **Prvotní nastavení** – systém je schopen provést prvotní nastavení automaticky, či pomocí přehledné interakce s uživatelem.
- **Výběr herního serveru** – systém umožní uživateli vybrat požadovaný herní server a provést jeho základní nastavení.
- **Automatická instalace a spuštění herního serveru** – systém bez další interakce s uživatelem nainstaluje a spustí herní server.
- **Nastavení herního serveru** – systém umožní uživateli nastavit parametry zvoleného herního serveru.

### 4.3 Nefunkční požadavky

Cílem nefunkčních požadavků je zajistit kvalitu a stabilitu aplikace při jejím provozu. Mezi takové požadavky patří například bezpečnost, dostupnost, či rozšiřitelnost. V případě provozu v cloudovém prostředí jsou mnohé tyto požadavky ovlivněny poskytovatelem služeb a není možné je ovlivnit v rámci instance systému.

- **Podporované platformy** – systém podporuje provoz na cloudových platformách a ve virtuálních strojích.
- **Bezpečnost** – systém vynucuje dodržování bezpečnostních zásad a využívá šifrovanou komunikaci.
- **Dostupnost** – herní server musí být dostupný v co nejkratším čase, a to i po výpadku.
- **Rozšiřitelnost** – do aplikace lze jednoduše přidávat podporu pro nové herní servery.

Vzhledem k povaze problému nebude řešena škálovatelnost, která má vliv na plynulost provozu u systémů s větším počtem klientů.

## 4.4 Řešení požadavků

### 4.4.1 Spuštění a prvotní nastavení systému

Poskytovatelé cloudových služeb nabízejí webové rozhraní (API), které je určené k tvorbě instancí cloudových systémů a jejich konfiguraci. Pomocí tohoto rozhraní lze spustit zvolený obraz systému automatizovatelnou cestou. Při vytváření nové instance lze v systému spustit uživatelský skript, který umožní předat data do systému bez pozdější interakce s uživatelem.

Pro zajištění automatické konfigurace systému při prvním spuštění je nutné provést operace, které zahrnují například nastavení hesla k administrátorskému účtu, provedení bezpečnostních aktualizací a nastavení předinstalovaných aplikací. TurnKey GNU/Linux obsahuje mechanismus `inithooks` [16], který zajišťuje běh sady inicializačních skriptů při prvním spuštění systému. V případě předcházejícího využití uživatelského skriptu pro předání potřebných dat tyto skripty automaticky nastaví systém do provozuschopného bez interakce s uživatelem.

Pokud uživatel spustí instanci systému v interaktivním prostředí bez předání potřebných dat, zobrazí `inithooks` grafického průvodce prvním nastavením. Uživatel tak může systém nakonfigurovat dle vlastního uvážení. Tento způsob inicializace je využit například v lokálních virtuálních strojích, u kterých je k dispozici grafický výstup. Ukázka nastavení hesla pomocí tohoto mechanismu je na obrázku 4.1.

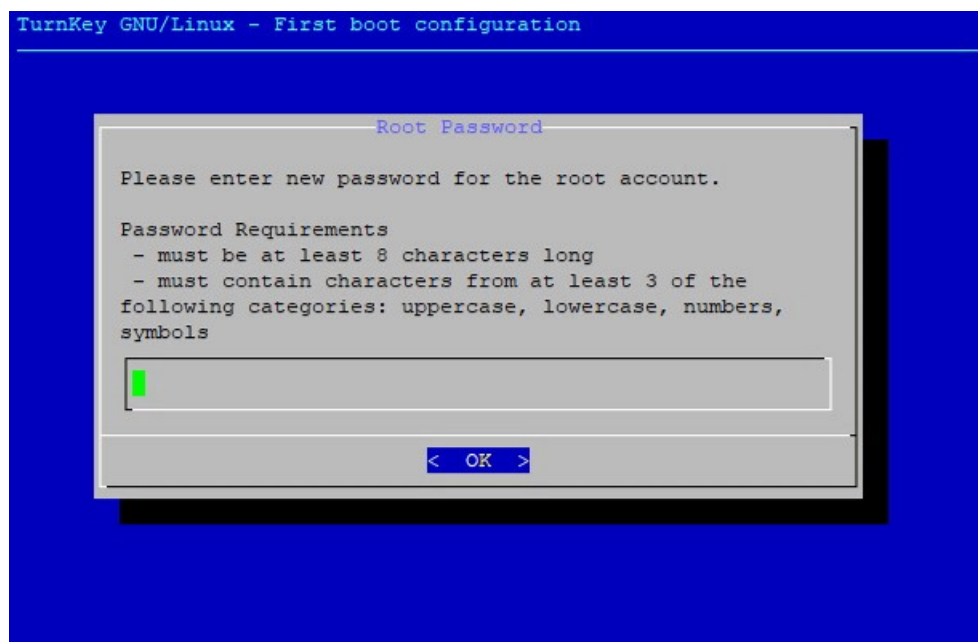
V případě spuštění bez grafického výstupu a uživatelských dat čeká systém na první přihlášení uživatele pomocí SSH s využitím přednastaveného klíče. Některé cloudové služby také umožňují vygenerovat náhodné heslo pro přihlášení do systému. Po prvním přihlášení dojde k automatickému spuštění zmíněného grafického průvodce.

Systém dále obsahuje pokročilé interaktivní konfigurační prostředí, které se zobrazí automaticky po dokončení úvodního nastavení. Prostředí umožňuje nastavit parametry systému a některých aplikací, bude vhodné prozkoumat možnosti integrace herní komponenty do této aplikace. Ukázka tohoto prostředí je na obrázku 4.2.

### 4.4.2 Výběr herního serveru

K interaktivnímu výběru herního serveru dojde v případě, kdy uživatel nevybere požadovaný herní server pomocí uživatelského skriptu. Do systému je tedy nutné přidat komponentu, která při prvním spuštění zobrazí seznam podporovaných herních serverů a umožní uživateli výběr. K tomuto účelu bude využit mechanismus `inithooks`, který zajistí zobrazení komponenty při prvním spuštění systému.

Seznam podporovaných herních serverů závisí na zvoleném správci herních serverů. Je tedy nezbytné, aby komponenta uměla získat seznam těchto serverů



Obrázek 4.1: Interaktivní nastavení systému při prvním spuštění [17]

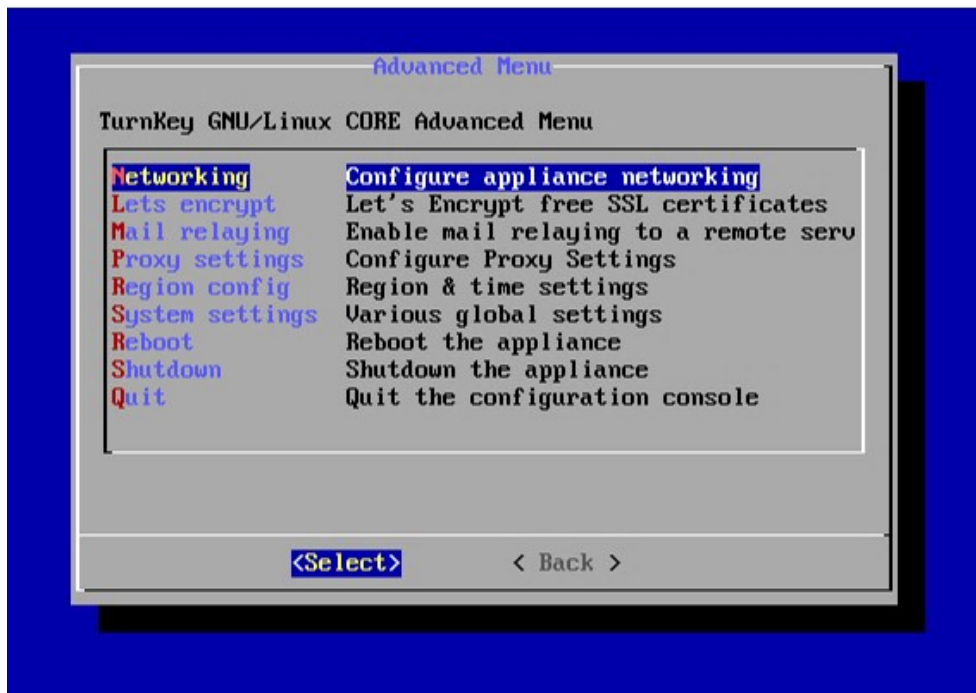
a zohlednila jej ve výběru. Tento seznam není možné vložit do systému v době sestavení, neboť by byl výběr omezen v případě přidání podpory pro nový herní server.

### 4.4.3 Automatická instalace a spuštění herního serveru

Po výběru herního serveru je nutné zvolený server nainstalovat. Pro tento účel bude využit správce herních serverů, který dokáže stáhnout potřebné soubory a provést instalaci. Je tedy třeba vytvořit komponentu, která provede přípravu na instalaci serveru a následně spustí správce.

### 4.4.4 Nastavení herního serveru

Mnohé herní servery vyžadují po instalaci dodatečnou konfiguraci. Může být nutné zvolit herní prostředí, jméno administrátora, jméno serveru a mnohé další parametry. Je nezbytné implementovat mechanismus, který umožní uživateli provést toto nastavení interaktivně, případně automaticky. V případě spuštění bez možnosti interakce s uživatelem budou doplněny výchozí hodnoty, které uživatel může změnit při pozdějším přihlášení.



Obrázek 4.2: Konfigurační aplikace [17]

#### 4.4.5 Podporované platformy

Systém musí být možné provozovat na různých cloudových platformách. Je třeba zavést podporu těchto platform bez nutnosti manuálního přizpůsobování obrazu. Dále je nezbytné podporovat obvyklou instalaci pro využití na standardních a virtuálních strojích.

#### 4.4.6 Bezpečnost

Pro zachování bezpečnosti provozu musí být zajištěn bezpečný přístup do systému a k běžícím aplikacím. Dle [15] budou pro komunikaci využity šifrované kanály, autentizace musí zajistit, aby se v žádném bodě provozu systému nemohl do systému přihlásit uživatel bez znalosti potřebných údajů. Budou identifikována další možná bezpečnostní opatření a provedeny potřebné kroky k zajištění bezpečnosti provozu systému.

#### 4.4.7 Dostupnost

Přestože samotná dostupnost systému je značně ovlivněna poskytovatelem cloudových služeb, lze provést některé optimalizační kroky v rámci systému. Pokud nastane výpadek služby či dojde k restartování systému, musí auto-

matically dojít k opětovnému spuštění herního serveru, aby byla obnovena dostupnost i v případě momentální absence administrátora serveru.

### 4.4.8 Rozšiřitelnost

Pro zajištění podpory herních serverů je nutné vždy instalovat jejich nejnovější verzi, kterou používají i klientská zařízení. Vzhledem k četnosti aktualizací některých serverů je třeba zajistit, aby nebylo pro jejich podporu nutné znovu sestavovat obraz systému. Bez opětovného sestavení musí být také možné přidat podporu pro nové herní servery.

## 4.5 Přístup k systému

K zajištění bezpečnosti musí být omezen přístup k systému. Poskytovatelé cloudových služeb umožňují omezit množinu portů, které budou na systému dostupné. Pro správu systému a připojení k hernímu serveru je však nutné umožnit uživatelům přístup k daným síťovým rozhraním. Tato část popisuje způsob jejich zabezpečení.

TurnKey GNU/Linux standardně obsahuje webové rozhraní, díky kterému je možné spravovat systém bez nutnosti přihlašování pomocí SSH. Pro přístup k webové administraci je využito šifrované zabezpečení pomocí protokolu HTTPS, potřebný certifikát je vygenerován při prvním spuštění systému. Tento certifikát je možné nahradit bezplatným certifikátem Let's Encrypt [18] pomocí konfigurační aplikace. Do webového prostředí se uživatel přihlašuje pomocí hesla zvoleného při prvním spuštění systému.

TurnKey GNU/Linux neobsahuje výchozí hesla pro služby, není tedy možné přihlásit se do neinicializovaných systémů bez oprávnění. Uživatel při přihlášení do systému prokazuje svoji totožnost pomocí náhodně vygenerovaného hesla nebo klíče, které jsou zvoleny před spuštěním systému.

Pokud herní server podporuje vzdálený přístup do administrace, musí být při jeho instalaci uživatel vyzván ke změně výchozího hesla. V případě jeho napadení útočníkem je nutné omezit dopad na systém. Bude tedy vhodné provozovat herní server s omezenými oprávněními.



---

# Implementace

Tato kapitola popisuje proces implementace navrhnutého řešení a uvádí použité nástroje. Dále jsou zde obsaženy vybrané ukázky kódu a výsledné podoby systému.

## 5.1 Rozdělení komponent

Po analýze problému byla implementace rozdělena na dvě samostatné komponenty. Modularita přináší jednoznačné oddělení odpovědností a zajišťuje jednodušší úpravu jednotlivých částí díky nižší provázanosti.

### 5.1.1 Komponenta Systém

Komponenta Systém je součástí obrazu systému a zajišťuje začlenění výběru instalace herního serveru do prvního spuštění. Zavádí také službu pro provoz herního serveru, která se stará o jeho spuštění po restartu systému.

#### 5.1.1.1 Příprava systému

Pro přípravu prostředí na instalaci herního serveru byl využit mechanismus `inithooks`, který umožňuje spustit libovolný skript při prvním spuštění systému. Provoz aplikace s administrátorskými oprávněními představuje v případě jejího napadení hrozbu pro systém. Z tohoto důvodu je pro provoz herního serveru vytvořen samostatný uživatelský účet. O vytvoření uživatele se stará skript, který dále vytvoří potřebné složky pro instalaci herního serveru.

#### 5.1.1.2 Výběr herního serveru

Po vytvoření uživatele a prvotním nastavení systému je nutné provést výběr herního serveru. Pokud uživatel při vytváření instance systému zadal inicia-

lizační skript s potřebnými daty, vytvořený skript tato data načte a podle proměnné `GAME` zvolí herní server.

V případě interaktivního přístupu bez inicializačního skriptu dojde ke stažení repozitáře s Komponentou Herní server, ze kterého je získán seznam aktuálně podporovaných her. Tento seznam tudíž není pevně daný v obrazu systému a je možné přidávat podporu nových serverů bez nutnosti vytvoření nového obrazu. Následně skript zobrazí okno výběru herního serveru pomocí knihovny `pythondialog`, kterou využívá mechanismus `inithooks`. Z pohledu uživatele se tak jedná o graficky navazující, jednoduchý systém. Příklad tohoto výběru je možné vidět na obrázku 5.2 v sekci Ukázky.

Pokud došlo ke spuštění systému bez interaktivního prostředí a uživatel nezadal inicializační skript, nástroj `inithooks` vyplní potřebná data náhodnými hodnotami. Po prvním přihlášení pomocí SSH dojde k automatickému spuštění interaktivní inicializace systému. Uživatel může vybrat požadovaný herní server během této inicializace nebo později pomocí konfigurační konzole systému.

### 5.1.1.3 Instalace herního serveru

Instalace a konfigurace herního serveru je dále uskutečněna pomocí stažené Komponenty Herní server. Tento proces bude popsán v části věnované dané komponentě.

### 5.1.1.4 Systémová služba

Pro zajištění automatického běhu herního serveru po spuštění systému je zavedena systémová služba, která zajišťuje správné spouštění a ukončování herního serveru.

## 5.1.2 Komponenta Herní server

Komponenta Herní server slouží k automatické instalaci a nastavení herních serverů. Tato komponenta není závislá na vybraném operačním systému a je tedy možné ji využít pro instalaci herního serveru v dalších distribucích Linuxu. Využívá správce herních serverů `LinuxGSM`, který umožňuje servery automaticky stahovat a instalovat.

### 5.1.2.1 Instalace herního serveru

Před instalací vybraného herního serveru provede vytvořený skript instalaci nejčastěji využívaných balíčků pro provoz serverů. Pomocí argumentů při spouštění skriptu lze kromě herního serveru nastavit i požadované umístění herního serveru a účet, pomocí kterého se bude herní server spouštět. Pro zvýšení bezpečnosti není povoleno přiřadit herní server účtu `root`.

Následně dojde ke stažení správce LinuxGSM a jeho spuštění za účelem instalace herního serveru. LinuxGSM podporuje automatickou instalaci potřebných balíčků pro provoz serveru, po stažení a instalaci je tedy herní server připraven ke spuštění.

#### 5.1.2.2 Nastavení herního serveru

Komponenta podporuje volitelné spuštění skriptů před a po instalaci serveru. Tyto skripty slouží ke specifické konfiguraci systému a k následnému nastavení herního serveru před jeho spuštěním. Údaje pro nastavení herního serveru lze předat pomocí uživatelského skriptu před spuštěním systému. V případě absence těchto údajů je uživatel vyzván k jejich doplnění v průběhu instalace.

## 5.2 Nástroje

### 5.2.1 Editor

Pro vývoj kódu byl použit editor Visual Studio Code [19], který umožňuje snadnou integraci s verzovacím systémem a podporuje množství programovacích jazyků. Pomocí rozšiřujících doplňků je možné doplnit editor o pokročilé funkce či podporu dalších typů souborů.

### 5.2.2 Verzování

K verzování projektu byl využit verzovací nástroj Git [20]. Tento volně dostupný nástroj nabízí neomezené distribuované verzování a je vhodný pro správu kódu. Kód byl pomocí nástroje ukládán na webový server GitHub, který využívají i použité systémy TurnKey GNU/Linux a LinuxGSM.

### 5.2.3 Prostředí pro tvorbu obrazu

Pro sestavení obrazu byl využit operační systém TKLDev [21], provozovaný jako lokální virtuální stroj. Tento systém, spravovaný vývojáři TurnKey GNU/Linux, je určen pro tvorbu nových obrazů této distribuce s přednastavenou aplikací. Umožňuje vytvářet instalační obrazy systémů a podporuje také tvorbu obrazů určených k provozu u poskytovatelů cloudových služeb.

## 5.3 Ukázky

### 5.3.1 Spuštění instance systému

Ukázka 5.1 zobrazuje proces spuštění nové instance systému v cloudovém prostředí OpenStack [22]. Uživatel pomocí průvodce přidělí systémové prostředky a zvolí požadovanou konfiguraci systému. Průvodce nabízí uživateli

## 5. IMPLEMENTACE

možnost vložit skript, který nastaví potřebná data pro inicializaci a umožní automatickou instalaci herního serveru.

Spustit instanci

Please provide the initial hostname for the instance, the availability zone where it will be deployed, and the instance count. Increase the Count to create multiple instances with the same settings.

**Podrobnosti**

Zdroj \*

Konfigurace \*

Síť \*

Síťové porty

Bezpečnostní skupiny

Pár klíčů

Konfigurace

Popisná data

**Název instance \***

turnkey-gameserver

**Zóna dostupnosti**

nova

**Počet \***

1

Celkem instancí (4 Max)

50%

1 Current Usage  
1 Added  
2 Remaining

**Zrušit** **< Back** **Další >** **Spustit instanci**

Obrázek 5.1: Spuštění systému v prostředí OpenStack [22]

### 5.3.2 Interaktivní výběr herního serveru

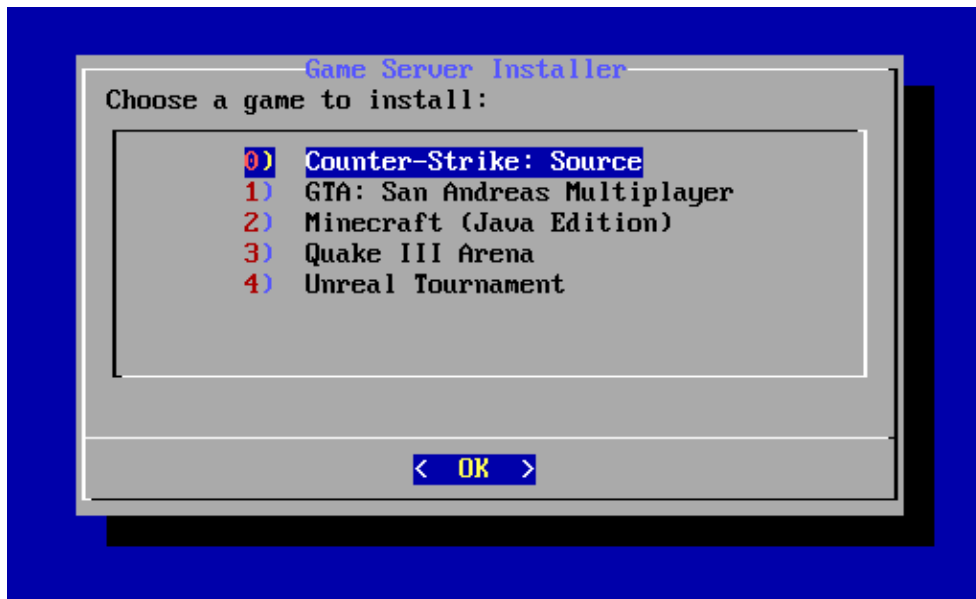
Na obrázku 5.2 je zobrazen interaktivní výběr herního serveru. Tento výběr je automaticky k dispozici při prvním spuštění systému, pokud uživatel neurčil herní server pomocí inicializačního skriptu.

### 5.3.3 Automatický výběr herního serveru

V případě plně automatického nasazení herního serveru je nutné použít inicializační skript, který před prvním spuštěním systému zapíše do souboru `/etc/inithooks.conf` potřebná data pro automatickou konfiguraci systému. V ukázce 5.1 je uveden inicializační skript, pomocí kterého dojde k instalaci herního serveru pro hru *GTA: San Andreas Multiplayer* včetně nastavení administrátora serveru.

### 5.3.4 Přidání nové hry

Ukázky kódu 5.2 a 5.3 demonstrují přidání podpory pro nový herní server. Jedná se o dva skripty komponenty Herní server, které zavádějí podporu pro server hry *Minecraft* a umožňují jeho minimální počáteční konfiguraci. Skript `game_properties.sh` zavádí proměnné, které jsou instalačním programem využity k identifikaci herního serveru. Druhý skript poté umožňuje nastavit



Obrázek 5.2: Interaktivní výběr hry při prvním spuštění

```
#!/bin/bash
```

```
cat>/etc/inithooks.conf<<EOF
export ROOT_PASS=SecretRootPassword
export DB_PASS=SecretMysqlPassword
export APP_PASS=SecretGameuserPassword
export APP_EMAIL=admin@example.com
export HUB_APIKEY=SKIP
export SEC_UPDATES=FORCE

export GAME=samp
export GAME_RCON_PASS=GameserverAdminPassword
EOF
```

Výpis kódu 5.1: Ukázkový inicializační skript

uživatelské jméno administrátora serveru pomocí předdefinované proměnné, případně interaktivně.

## 5.4 Možnosti rozšíření

System v současné době podporuje pouze pět herních titulů. Díky decentralizovanému návrhu a osamostatnění části pro správu herních serverů od

## 5. IMPLEMENTACE

---

```
GAME="mc"
GAME_LONG_NAME="Minecraft (Java Edition)"
```

Výpis kódu 5.2: Skript `game_properties.sh`

```
#!/bin/bash

# Set server admin
if [ -z "$GAME_ADMIN" ]; then
    read -p "Server admin username: " GAME_ADMIN || GAME_ADMIN=''
    echo
fi
run_as_user "echo \"$GAME_ADMIN\" > \"$GAMEDIR/serverfiles/ops.txt\""
```

Výpis kódu 5.3: Skript `post_install.sh`

operačního systému je však možné doplňovat podporu pro další herní servery bez zásahu do obrazu systému.

Některé herní servery vyžadují před spuštěním přihlášení k platformě Steam za účelem ověření zakoupení licence pro jejich provoz. Tyto servery nejsou v současné chvíli systémem podporovány. V případě jejich podpory by bylo nutné získat od uživatele jeho přihlašovací údaje, pomocí kterých by bylo možné licenci ověřit.

Systém je díky možnosti plně automatického spuštění vhodný i pro provoz v komerčním prostředí, vzhledem k aktuálnímu množství podporovaných her ale není konkurenceschopný.

---

# Testování

Tato kapitola se zaměřuje na testování součástí vytvořeného systému. Testy byly prováděny manuálně, aby byla zajištěna kontrola uživatelského rozhraní. Cílem těchto testů je určit, zda je systém funkční a splňuje stanovené požadavky. Testování v cloudovém prostředí probíhalo na platformě OpenStack, která podporuje spuštění inicializačních skriptů před prvním spuštěním systému. V následujících sekcích je uvedeno několik vybraných testů.

## 6.1 Automatické sestavení systému

Tento test ověřuje, zda je možné automaticky sestavit obraz operačního systému. Pomocí vývojového prostředí TKLDev dochází k vytvoření obrazu ve formátu ISO, který je dále upravován pro použití u poskytovatelů cloudových služeb. Sestavení nového obrazu operačního systému je dále nutné provádět pouze z důvodu aktualizace na novou verzi systému Debian. Vzhledem k tomu, že k vydání nové verze dochází přibližně v intervalu dvou let [23], nebylo vhodné tento test automatizovat.

## 6.2 Interaktivní instalace a konfigurace

Tento test probíhá v prostředí s interaktivním přístupem. Ověřuje se, zda je systém možné interaktivně nainstalovat, provést jeho prvotní konfiguraci, vybrat požadovaný herní server a zadat údaje potřebné k jeho spuštění. Po skončení tohoto testu je herní server spuštěný a lze se k němu připojit. Vhodným prostředím pro tento test je lokální virtuální stroj. Testuje se obraz ve formátu ISO.

### 6.3 Interaktivní konfigurace

Test ověřuje správnou funkčnost interaktivní konfigurace poté, co dojde k automatické instalaci bez zásahu uživatele. Tento případ nastává, pokud uživatel spustí obraz v cloudovém prostředí bez poskytnutí inicializačních údajů. Systém musí být schopen provést prvotní spuštění a konfiguraci nezbytných součástí bez zásahu uživatele. Po prvním přihlášení vyplní uživatel nezbytné údaje pro výběr herního serveru a následně dojde k jeho instalaci a spuštění.

### 6.4 Automatická konfigurace

V průběhu tohoto testu dochází k ověření správné funkce systému při plně automatickém provozu bez zásahu uživatele. Veškeré potřebné údaje jsou před prvním spuštěním systému předány pomocí inicializačního skriptu. Dojde k automatickému nastavení všech potřebných parametrů a následně ke spuštění vybraného herního serveru.



---

## Publikace výsledků

V následujících sekcích jsou popsány metody zveřejnění vytvořeného obrazu systému včetně zdrojových kódů a příslušné dokumentace.

### 7.1 TurnKey Hub

Webová aplikace TurnKey Hub [24] slouží k jednoduchému nasazování obrazů systémů založených na TurnKey GNU/Linux ve službě Amazon EC2 [25]. Obsahuje obrazy schválené správci TurnKey GNU/Linux a umožňuje uživatelům jednoduše vytvářet instance systémů v cloudovém prostředí.

Vytvořený obraz systému pro správu herních serverů prošel první fází schvalovacího procesu a správci nemají výhrady k jeho účelu, s vysokou pravděpodobností jej tedy bude možné zařadit mezi schválené systémy. V době psaní bakalářské práce probíhá migrace TurnKey GNU/Linux obrazů na novou verzi systému, přijímání nových obrazů je tedy dočasně pozastaveno.

### 7.2 GitHub

Zdrojové kódy programu pro správu herních serverů [26] a obrazu TurnKey [27] jsou k dispozici na serveru GitHub. Toto umístění umožňuje jejich další rozvoj v případě zájmu komunity a poskytuje i možnost komerčního využití.

Dokumentace k jednotlivým částem je začleněna do repozitářů ve formě README souboru, který je automaticky zobrazen pod seznamem souborů v repozitáři. Obsahuje také popis využití jednotlivých komponent včetně praktických ukázek pro jejich zprovoznění.



---

## Závěr

Výsledkem této práce je obraz systému, který je vhodný pro rychlé nasazení herního serveru v cloudu. Vhodná volba základní distribuce umožnila vytvořit jednoduchý a snadno rozšiřitelný systém, který je vhodný i pro uživatele bez pokročilých znalostí vytváření serverů v cloudovém prostředí.

Díky použité aplikaci pro správu herních serverů je možné podporovat velké množství populárních her. Vytvořené skripty se starají o jejich automatickou instalaci a počáteční nastavení, celý systém je tak možné provozovat v cloudu s minimální uživatelskou interakcí. Je možné jednoduše přidat podporu pro další herní servery bez nutnosti zásahu do systému pomocí externích skriptů.

Systém automaticky po spuštění přenastaví administrátorské heslo a přístupové klíče, aby zamezil vstupu nepovolaných osob. Pro přístup k systému je využito výhradně zabezpečených protokolů. Tím je zajištěna bezpečnost proti základním typům útoků.

Obraz v době psaní práce prochází procesem zveřejnění na serveru TurnKey Hub. Po dokončení procesu bude možné pomocí této webové aplikace jednoduše vytvářet instance tohoto systému v cloudovém prostředí.

V případě dalšího vývoje je možné systém rozšířit o pokročilé sledování stavu herního serveru. Použitý správce LinuxGSM podporuje zobrazení základních vlastností serveru, další existující nástroje pak umožňují získat informace o serveru i z externího prostředí. Pro komerční použití by bylo vhodné doplnit systém o možnost podrobné uživatelské konfigurace herních serverů bez nutnosti SSH přístupu.



---

## Bibliografie

1. VALVE. *SteamCMD* [online]. 2020 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://developer.valvesoftware.com/wiki/SteamCMD>.
2. *Game Server Hosting Control Panel - GameCP* [online]. 2020 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z: <https://gamecp.com/>.
3. *Pterodactyl* [online]. 2020 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://pterodactyl.io/>.
4. *Game Server Manager - GameserverApp.com* [online]. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.gameserverapp.com/>.
5. *LinuxGSM* [online]. 2020 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://linuxgsm.com/>.
6. ITCANDOR. Global server share by OS 2018-2019. In: *Statista* [online]. 2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/915085/global-server-share-by-os/>.
7. MICROSOFT. *Windows Server 2019 System Requirements*. Microsoft Docs [online]. 2020 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/get-started-19/sys-reqs-19>.
8. CANONICAL. *Ubuntu Server* [software] [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://ubuntu.com/>.
9. CANONICAL. *Installation | Server Documentation*. Ubuntu [online]. 2020 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: <https://ubuntu.com/server/docs/installation>.
10. THE CENTOS PROJECT. *About CentOS*. CentOS [online]. 2020 [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://www.centos.org/about/>.
11. HASHICORP. *Packer* [software]. Verze 1.6.0 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.packer.io/>.

12. GARTNER. Public cloud application services (SaaS) market size worldwide 2015-2022. In: *Statista* [online]. 2019 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/505243/worldwide-software-as-a-service-revenue/>.
13. CHANTHAPHRAM, K. et al. Building a cloud-based MOG game server. In: *The 2013 10th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)* [online]. 2013 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6567335>.
14. MARTIN, D.; MOORSEL, A. v.; MORGAN, G. Efficient Resource Management for Game Server Hosting. In: *2008 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)* [online]. 2008 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4553340>.
15. NEWCOMBE, Lee. *Securing Cloud Services: A Pragmatic Approach to Security Architecture in the Cloud*. IT Governance Ltd., 2012. ISBN 978-1-84928-397-7.
16. TURNKEY LINUX. *Inithooks* [software]. Verze 16.0 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://github.com/turnkeylinux/inithooks>.
17. TURNKEY LINUX. *TurnKey GNU/Linux | 100+ free ready-to-use system images for virtual machines, the cloud and bare metal* [online]. 2020 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.turnkeylinux.org/>.
18. INTERNET SECURITY RESEARCH GROUP. *Free SSL/TLS Certificates*. Let's Encrypt [online]. 2020 [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://letsencrypt.org/>.
19. MICROSOFT. *Visual Studio Code* [software]. Verze 1.47.2 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://code.visualstudio.com/>.
20. SOFTWARE FREEDOM CONSERVANCY. *Git* [software]. Verze 2.17.1 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://git-scm.com/>.
21. TURNKEY LINUX. *TKLDev* [software]. Verze 16.0 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.turnkeylinux.org/tkldev>.
22. OPENSTACK FOUNDATION. *OpenStack* [software] [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: <https://www.openstack.org/>.
23. *DebianReleases - Debian Wiki* [online]. 2020 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://wiki.debian.org/DebianReleases>.
24. TURNKEY LINUX. *TurnKey Hub* [online]. 2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://hub.turnkeylinux.org/>.
25. AMAZON. *EC2*. Amazon Web Services [online]. 2020 [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/ec2/>.

26. JEŠINA, Matyáš. *Automatic installation of gameservers using Linux-GSM*. GitHub [online]. 2020 [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://github.com/jesinmat/linux-gameservers>.
27. JEŠINA, Matyáš. *Game server appliance for TurnKey GNU/Linux*. GitHub [online]. 2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://github.com/jesinmat/tkl-gameserver>.





## Seznam použitých zkratek

**API** Application Programming Interface

**GSM** Game Server Manager

**ISO** Formát souboru s obrazem disku

**SSH** Secure Shell

**HTTPS** Hypertext Transfer Protocol Secure



## Obsah přiloženého média

readme.txt.....	stručný popis obsahu média
img .....	adresář se sestavenými obrazy
src	
├─ impl.....	zdrojové kódy implementace
├─ thesis.....	zdrojová forma práce ve formátu $\LaTeX$
text .....	text práce
├─ BP_Jesina_Matyas_2020.pdf.....	text práce ve formátu PDF