VYSOKÁ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ JIHLAVA

Aplikovaná informatika

ZABEZPEČENÍ LINUXOVÉHO SERVERU A TESTOVÁNÍ JEHO ODOLNOSTI VŮČI ÚTOKŮM

Bakalářská práce

Autor práce: Jiří Marek

Vedoucí práce: Mgr. Antonín Přibyl

Jihlava 2026

Vysoká škola polytechnická Jihlava

Tolstého 16, 586 01 Jihlava

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	**Jiří Marek**
Studijní program:	Aplikovaná informatika
Garant studijního programu:	doc. Ing. Lenka Kuklišová Pavelková, Ph.D.
Název práce:	**Zabezpečení Linuxového serveru a testování jeho odolnosti vůči útokům**
Vedoucí práce:	Mgr. Antonín Přibyl
Cíl práce:	Cílem této bakalářské práce je analyzovat a navrhnout postupy pro zabezpečení linuxového serveru, implementovat vybraná opatření v laboratorním prostředí, vytvořit metodiku pro sledování a vyhodnocování bezpečnostních událostí a ověřit odolnost serveru vůči vybraným bezpečnostním hrozbám prostřednictvím kontrolovaných testů. Na základě získaných výsledků bude provedeno zhodnocení efektivity navržených opatření.

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh a implementaci zabezpečení linuxového serveru a ověření účinnosti navržených opatření pomocí vybraných bezpečnostních testů. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část popisuje základy operačního systému Linux, principy fungování serverových služeb a klíčové bezpečnostní mechanismy. Praktická část se zabývá konfigurací serveru na platformě AlmaLinux, nasazením webového serveru Apache, databázového systému MariaDB a redakčního systému WordPress. Dále zahrnuje implementaci bezpečnostních prvků, jako je firewall, SELinux, Fail2ban, automatické zálohování a monitoring. Funkčnost zabezpečení je ověřena pomocí penetračních testů, včetně skenování portů, brute force útoků a pokusů o SQL injection. Výsledky ukazují, že navržená opatření zvyšují odolnost serveru proti běžným hrozbám.

Klíčová slova

Linux; zabezpečení serveru; Fail2ban; zálohování dat, penetrační testování

Abstract

This bachelor thesis focuses on the design and implementation of Linux server security and the verification of the effectiveness of the proposed measures through selected security tests. The thesis is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part describes the fundamentals of the Linux operating system, the principles of server services, and key security mechanisms. The practical part deals with server configuration on the AlmaLinux platform, the deployment of the Apache web server, the MariaDB database system, and the WordPress content management system. Furthermore, it includes the implementation of security features such as a firewall, SELinux, Fail2ban, automated backup, and monitoring. The functionality of the security measures is verified using penetration tests, including port scanning, brute force attacks, and SQL injection attempts. The results demonstrate that the proposed measures significantly increase the server's resilience against common threats.

Keywords

Linux; server security; Fail2ban; data backup; penetration testing

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, v platném znění, dále též „**AZ**“).

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje **AZ**, zejména § 60 (školní dílo).

Podle § 47b zákona o vysokých školách souhlasím se zveřejněním své práce podle Směrnice pro vedení, vypracování a zveřejňování závěrečných prací na VŠPJ, a to bez ohledu na výsledek obhajoby.

Beru na vědomí, že VŠPJ má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom/a toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠPJ, která má právo ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených vysokou školou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše), z výdělku dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence.

V Jihlavě dne 14. dubna 2026

…….

Podpis studenta/ky

Poděkování

Děkuji tímto Mgr. Antonínu Přibylovi, za cenné rady a připomínky při vypracování bakalářské práce.

Obsah

Seznam obrázků

Seznam zkratek

CIA	Confidentiality, Integrity, and Availability (Důvěrnost, integrita a dostupnost)
DDoS	Distributed Denial of Service
DNS	Domain Name System
DoS	Denial of Service
GNU	GNU's Not Unix
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
LAMP	Linux, Apache, MariaDB, PHP
NAT	Network Address Translation
PAM	Pluggable Authentication Modules
PHP	Hypertext Preprocessor
RCE	Remote Code Execution
SELinux	Security-Enhanced Linux
SIEM	Security Information and Event Management
SQL	Structured Query Language
SSH	Secure Shell
TCP	Transmission Control Protocol
TLS	Transport Layer Security
UDP	User Datagram Protocol
WSDD	Web Services Dynamic Discovery

Úvod

Cílem bakalářské práce je analyzovat a navrhnout postupy pro správnou konfiguraci linuxového serveru a následně ověřit jeho odolnost vůči vybraným bezpečnostním útokům. V rámci práce budou implementována vybraná zabezpečovací opatření v laboratorním prostředí a bude vypracována metodika pro sledování a vyhodnocování bezpečnostních událostí. Na základě získaných experimentálních dat bude provedeno vyhodnocení efektivity navržených opatření a formulována doporučení pro praxi.

Teoretická část se zaměří na popis základních bezpečnostních prvků linuxového serveru, jejich principů fungování a vzájemných vazeb. Budou popsány relevantní technologie a nástroje, které budou využity v praktické části. Například řízení přístupů, SELinux/AppArmor, firewall (iptables/nftables), nástroje pro prevenci hrubých útoků (například Fail2ban), systémy logování a monitoringu, zálohovací mechanismy a základní typy útoků (DDoS, SQL injection, brute-force apod.). Teoretické poznatky budou sloužit jako podklad pro návrh a odůvodnění konkrétních konfiguračních kroků.

V praktické části budou popsány příprava laboratorního prostředí a konkrétní kroky hardeningu serveru. Bude provedena instalace a zabezpečení testovací služby (například WordPress na Apache s databází), nastavení logování, monitoringu a zálohování a nasazení ochranných nástrojů. Následně budou realizovány kontrolované bezpečnostní testy (simulované DDoS, SQLi, brute force a další útoky z Kali Linuxu) s cílem měřit chování systému před a po aplikaci bezpečnostních opatření. Shromážděná data budou analyzována a na jejich základě bude provedeno hodnocení účinnosti navržených postupů.

1 Teoretická část

Teoretické část se bude zabývat základními principy a popisy požitých programů a Linuxových distribucí. Práce začíná základy ohledně Linuxu, kde bude popsána historie a proč se vůbec vybraný operační systém používá. Následně se bude zabývat základními bezpečnostními riziky, co je to takzvaná CIA triáda. Síťové služby obecně a popis nejběžnějších služeb běžících na serverech. Jak správně přistupovat k serveru a bezpečná komunikace vzdáleně. Budeme se zabývat SELinuxem. Podíváme se na síťovou ochranu a jak pracují firewally. Zálohování dat a typy zálohovaní dat. Správné logování uživatelů a chyb. V neposlední řadě na vybrané typy útoků.

1.1 Základy Linuxu

GNU/Linux je označení pro svobodný a otevřený operační systém, který je založen na Linuxovém jádru a nástrojích projektu GNU. Systém je šířen pod svobodnými licencemi, díky čemuž může být volně upravován, studován a dále distribuován. Díky své nenáročnosti na hardware je využíván v široké škále zařízení, od serverů a pracovních stanic až po chytré telefony, síťové prvky nebo vestavěné systémy. V mnoha případech je Linux používán i uživateli, kteří si jeho přítomnost neuvědomují, například v rámci různých komerčních zařízení nebo služeb. Pro uživatele je systém dostupný prostřednictvím takzvaných distribucí, mezi něž patří například AlmaLinux, Debian, Ubuntu nebo Fedora. Každá distribuce je spravována vlastní komunitou či organizací a liší se výběrem softwaru, zacílením i přístupem k aktualizacím. (Milota, 2023, s. 17)

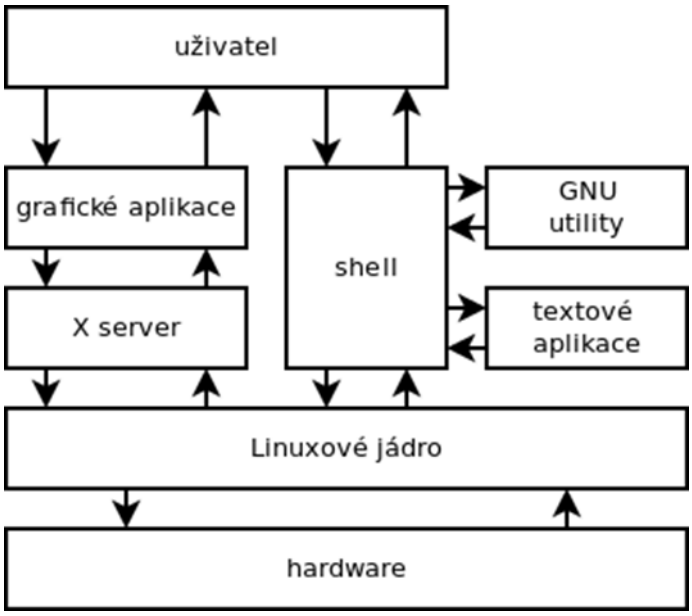
1.1.1 Historie Linuxu

Počátky Linuxu jsou spojeny s rokem 1983, kdy byl Richardem Stallmanem zahájen projekt GNU. Jeho cílem bylo vytvoření plně svobodného operačního systému, avšak dlouhou dobu chybělo jádro, které by umožnilo běh systému a komunikaci s hardwarem. Problém byl částečně vyřešen v roce 1991, kdy student Linus Torvalds zahájil práce na vlastním unixovém jádře. Torvaldsovo jádro bylo uvolněno pod svobodnou licencí a rychle si získalo podporu komunity, která začala aktivně přispívat k jeho rozvoji. Postupem času mohly být na základě tohoto jádra vytvářeny různé linuxové distribuce, jejichž počet i rozsah funkcí se rychle rozšiřoval. Z původního studentského projektu se tak vyvinul jeden z nejpoužívanějších operačních systémů současnosti, který je nasazován v kritických serverových prostředích, výpočetních clusterech i běžných uživatelských zařízeních. (Root, Nedatováno)

1.1.2 Architektura Linuxu

Architektura GNU/Linuxu je založena na vícevrstvém uspořádání, ve kterém jednotlivé části systému spolupracují prostřednictvím jasně definovaných rozhraní. Základní vrstvu tvoří Linuxové jádro, jehož úkolem je zajišťovat komunikaci mezi hardwarem a softwarem, spravovat paměť, procesy, souborové systémy a síťové operace. Nad vrstvou se nachází systémové knihovny, zejména knihovny projektu GNU, které poskytují funkce potřebné pro běh aplikací a komunikaci s jádrem pomocí systémových volání. Další vrstvou jsou uživatelské nástroje a služby, jež zajišťují správu systému, konfiguraci a základní uživatelskou interakci. Na nejvyšší úrovni se nachází grafické prostředí nebo aplikační nadstavby, které umožňují uživateli pracovat

se systémem pohodlným a srozumitelným způsobem. Celá architektura je navržena modulárně, díky čemuž může být systém snadno přizpůsobován různým účelům — od serverů přes desktopová prostředí až po vestavěná zařízení. (Hosta Blanca, 2023)



Obrázek 1: Schéma zobrazující základní architekturu systému
Zdroj: MUNI (Neuvedeno)

1.2 Základní bezpečnostní principy

Bezpečnost informačních systémů je definována souborem pravidel a opatření, jejichž cílem je chránit data, služby a systémy před neoprávněným přístupem, ztrátou nebo poškozením. Klíčovým modelem, který se v oblasti kybernetické bezpečnosti využívá pro definování a hodnocení těchto pravidel, je tzv. CIA triáda, která se skládá ze tří základních principů: důvěrnosti (confidentiality), integrity (integrity) a dostupnosti (availability). Model poskytuje rámec pro tvorbu bezpečnostních politik, mechanismů ochrany i následného vyhodnocování, zda zabezpečení funguje podle požadavků. (Chai, 2023)

- Důvěrnost představuje ochranu před neoprávněním přístupem a zveřejněním, data jsou chráněna jak fyzicky, zabezpečení datových center, až po softwarové bezpečností protokoly. (O2 CyberNews, Nedatováno)
- Integrita zajišťuje úplnost a přesnost spolehlivost dat v systému, zajišťuje, že informace budou měněny jenom oprávněnými osobami nebo zůstanou beze změny. (O2 CyberNews, Nedatováno)
- Dostupnost zajišťuje, že data v systému budou vždy rychle, kvalitně a s minimálními výpadky dostupné pro autorizované uživatele. (O2 CyberNews, Nedatováno)

Model CIA triády je široce považován za základní stavební kámen bezpečnostních politik a je často zahrnut do mezinárodních standardů a rámců, které definují požadavky na informační bezpečnost. Jeho aplikace se uplatňuje jak v návrhu zabezpečení, tak i při následném testování a vyhodnocování bezpečnostních opatření. (O2 CyberNews, Nedatováno)

1.3 Síťové služby a bezpečnost

Síťové služby představují základní stavební prvek serverových systémů, neboť umožňují vzdálený přístup, komunikaci a poskytování dat uživatelům i dalším systémům. Každá spuštěná služba však zároveň rozšiřuje takzvanou útočnou plochu serveru, a proto je nutné věnovat jejich konfiguraci a zabezpečení zvýšenou pozornost. V rámci zabezpečení linuxového serveru je kladen důraz zejména na minimalizaci počtu aktivních služeb, správné nastavení přístupových práv a průběžné sledování jejich chování. (Root, Nedatováno)

1.3.1 SSH

Služba SSH je nejčastěji využívána pro vzdálenou správu linuxových serverů. Nejčastěji služba běží na TCP portu 22. Umožňuje bezpečnou komunikaci prostřednictvím šifrovaného spojení a nahrazuje dříve používané nezabezpečené protokoly, jako je například Telnet. Přestože je SSH považováno za relativně bezpečné, bývá častým cílem útoků typu brute-force nebo pokusů o prolomení slabých hesel. Proto je doporučeno zakázat přihlášení uživatele root, využívat autentizaci pomocí kryptografických klíčů, omezit přístup pouze na vybrané uživatele a změnit výchozí nastavení služby. Dalším důležitým opatřením je monitorování přihlašovacích pokusů a využití nástrojů, které dokážou automaticky reagovat na podezřelé chování. (Lightyear, 2026)

1.3.2 HTTP a HTTPS

Webové služby poskytované prostřednictvím protokolů HTTP a HTTPS patří mezi nejrozšířenější síťové služby. Protokoly obvykle běží na TCP portech 80 a 443. HTTP protokol sám o sobě neposkytuje žádné mechanismy šifrování, což může vést k odposlechu přenášených dat. Proto je v produkčních prostředích preferováno použití protokolu HTTPS, který zajišťuje šifrování komunikace pomocí certifikátů TLS. Bezpečnost webových služeb je dále ovlivněna správnou konfigurací webového serveru, aktualizacemi softwaru a omezením přístupu k citlivým souborům. Nedostatečně zabezpečené webové aplikace mohou být zneužity k útokům, jako je SQL injection, vzdálené spuštění kódu nebo únik dat. (Lightyear, 2026)

1.3.3 DNS (Domain Name System)

Služba DNS zajišťuje překlad doménových jmen na IP adresy a je nezbytná pro správné fungování síťové komunikace. Nesprávné zabezpečení DNS serveru může být zneužito k útokům typu DNS spoofing, cache poisoning nebo jako prostředek pro zesílení DDoS útoků. Z hlediska bezpečnosti je důležité omezit, kdo může DNS server využívat a spravovat a zajistit pravidelnou kontrolu jeho konfigurace. Doporučováno je rovněž oddělení autoritativních a rekurzivních funkcí DNS a sledování neobvyklé síťové aktivity. (Novák, 2026)

1.3.4 Databázové služby

Databázové systémy představují kritickou součást mnoha serverových aplikací, neboť uchovávají citlivá data. Mezi nejčastěji používané databázové služby v linuxovém prostředí patří MySQL, MariaDB nebo PostgreSQL. Z bezpečnostního hlediska je zásadní omezení přístupu k databázi pouze na oprávněné aplikace a uživatele, používání silných autentizačních údajů a oddělení databázových účtů podle jejich účelu. Databázové servery by neměly být vystaveny přímo do

veřejné sítě, pokud to není nezbytné, a jejich provoz by měl být pravidelně monitorován. (UNIXLINUX, Nedatováno)

1.3.5 Rizika běžících služeb

Každá aktivní síťová služba představuje potenciální riziko, pokud není správně nakonfigurována nebo pravidelně aktualizována. Mezi hlavní hrozby patří zneužití známých zranitelností, neoprávněný přístup, zahlcení služby nebo kompromitace celého systému. Proto je doporučeno provozovat pouze nezbytné služby, pravidelně provádět bezpečnostní aktualizace a analyzovat systémové logy. Minimalizace běžících služeb významně snižuje riziko úspěšného útoku a zvyšuje celkovou bezpečnost serveru. (MUNI, 2021)

1.4 SELinux/AppArmor a řízení přístupu na úrovni jádra

SELinux a AppArmor představují bezpečnostní mechanismy pro řízení přístupu na úrovni jádra operačního systému Linux. Jejich hlavním cílem je omezit činnost procesů pouze na povolené operace a tím snížit dopady případného bezpečnostního incidentu. Mechanismy rozšiřují standardní model přístupových práv založený na uživatelích a skupinách o takzvané povinné řízení přístupu (MAC – Mandatory Access Control).

1.4.1 SELinux

SELinux (Security-Enhanced Linux) je založen na bezpečnostních politikách, které určují, jaké operace mohou jednotlivé procesy vykonávat nad systémovými prostředky. Politiky jsou definovány pomocí bezpečnostních kontextů a pravidel, která jsou vynucována jádrem systému. SELinux může pracovat v několika režimech, mezi které patří režim vynucování (enforcing), permisivní režim (permissive) a vypnutý stav (disabled). V permisivním režimu jsou porušení pravidel pouze zaznamenávána do logů, což umožňuje ladění konfigurace bez omezení funkčnosti systému. (Timalsinat, 2025)

1.4.2 AppArmor

AppArmor využívá odlišný přístup založený na profilech aplikací, které definují povolený přístup k souborům, síťovým prostředkům a dalším systémovým zdrojům. Oproti SELinuxu je AppArmor obecně považován za jednodušší na konfiguraci, avšak nabízí méně detailní řízení přístupu. Stejně jako SELinux umožňuje provoz v režimu vynucování nebo v režimu učení, kdy jsou profily postupně zpřesňovány Mezi doporučené postupy při využití těchto mechanismů patří ponechání bezpečnostního aktivního systému, pravidelná kontrola logů a postupná úprava politik či profilů. Správně nakonfigurované řízení přístupu na úrovni jádra významně zvyšuje odolnost systému vůči kompromitaci. (Timalsina, 2025)

1.5 Síťová ochrana: firewall a filtrování (iptables/nftables)

Síťová ochrana představuje jednu z nejdůležitějších vrstev zabezpečení linuxového serveru, protože přímo řídí a omezuje tok síťové komunikace mezi serverem a jeho okolím. Základem síťové ochrany je firewall, který umožňuje kontrolovat příchozí a odchozí pakety

na základě pravidel, která definují, jaké typy přenosů jsou povoleny a jaké blokovány. (Najbr, 2009)

Linuxové firewally jsou implementovány jako součást jádra prostřednictvím frameworku Netfilter. Netfilter provádí samotné filtrování paketů a je ovládán různými nástroji, z nichž nejčastější jsou iptables a jeho modernější nástupce nftables. Moderní distribuce Linuxu také často používají front-end nástroje jako ufw nebo firewalld, které nad těmito technickými rozhraními poskytují jednodušší konfiguraci. (Najbr, 2009)

1.5.1 Princip firewallu

Firewall pracuje se sadou pravidel, která určují, jak se bude s příchozími a odchozími pakety nakládat:

- Povolit (ACCEPT) – paket je přijat a služby ho mohou zpracovat.
- Zamítnout (DROP/REJECT) – paket je zahozen nebo je odeslána zpráva o odmítnutí.
- Implicitní politika – obvyklá bezpečnostní strategie spočívá v tom, že se implicitně zakazuje veškerý provoz, a teprve speciální pravidla povolují jen nezbytné služby (například SSH nebo HTTP).

Popsaný přístup výrazně omezuje riziko zneužití otevřených portů či služeb, které nejsou v době provozu potřeba. (Najbr, 2009)

1.5.2 Stavové filtrování

Moderní firewally často používají takzvané stavové filtrování. To znamená, že firewall neanalyzuje pouze jednotlivé pakety abstraktně, ale sleduje stav síťových spojení (například zda jde o nový požadavek nebo pokračování existující komunikace). Stavové filtrování umožňuje:

- povolit odpovědi na legitimní požadavky (například odpověď na HTTP požadavek),
- blokovat nevyžádané nebo podezřelé pakety, které nepatří do žádného známého spojení.

Tím se zvyšuje bezpečnost i efektivita síťové komunikace. (Najbr, 2009)

1.5.3 NAT (Network Address Translation)

Součástí síťové ochrany je často i překlad síťových adres (NAT), který se používá zejména na serverech, které sdílejí jednu veřejnou IP adresu mezi více vnitřními adresami NAT:

- překrývá skutečnou topologii vnitřní sítě a skrývá interní adresy před veřejnou sítí,
- přidává další vrstvu ochrany proti přímým útokům na interní systémy.

NAT je tradičně realizován právě prostřednictvím firewallových pravidel (například tabulka nat v iptables / nftables). (Krčmář, 2007)

1.5.4 Nástroje pro konfiguraci firewallu

V linuxových systémech existují různé způsoby, jak firewall nastavit. Iptables je tradiční nástroj pro správu pravidel Netfilteru, pracuje s tabulkami jako filter, nat nebo mangle, které obsahují

řetězce pravidel pro různé typy provozu, je stále široce podporovaný a používán. Nftables je modernější nástroj nahrazující iptables, poskytuje výkonnější a jednodušší model pro psaní pravidel pomocí jednoho nástroje (nft) místo několika samostatných utilit, umožňuje definovat pravidla jako transakce a podporuje proměnné, což zjednodušuje správu komplexních filtrů. (Krčmář, 2019)

1.6 Ochrana proti hrubým útokům a rate-limiting

Ochrana proti hrubým útokům představuje klíčový aspekt zabezpečení linuxového serveru, zejména u služeb vystavených do veřejné sítě. Hrubé útoky (brute-force attacks) jsou systematické pokusy o prolomení autentizačních údajů, typicky formou opakovaných neúspěšných pokusů o přihlášení. Hrubé útoky mohou vést až k neoprávněnému přístupu do systému, pokud nejsou přijata adekvátní ochranná opatření. Proto je nezbytné zavádět mechanismy, které omezují počet pokusů o navázání spojení v určitém časovém intervalu a tím snižují pravděpodobnost úspěšného útoku. (Shirokova, 2017)

1.6.1 Princip hrubých útoků a potřeba rate-limitingu

Hrubé útoky často využívají automatizované skripty či botnety, které opakovaně zkoušejí běžná nebo slovníková hesla na různých službách (například SSH, FTP či webové rozhraní). Bez omezení počtu pokusů může útočník rychle vyčerpat všechny kombinace hesel, zejména pokud je heslo slabé, což představuje vážnou bezpečnostní hrozbu. Rate-limiting a blokování opakovaných přístupů proto funguje jako efektivní prevence, která zpomaluje nebo zcela zastavuje útoky, tak že omezí další přístupy z téže IP adresy po překročení určitého limitu neúspěšných pokusů. (Startup Defense, 2026)

1.6.2 Fail2ban – detekce a reakce na podezřelou aktivitu

Jedním z nejrozšířenějších nástrojů pro detekci na podezřelou aktivitu je Fail2ban — framework pro prevenci průniku, který monitoruje systémové a aplikační logy za účelem identifikace podezřelého chování. Fail2ban funguje na principu:

1. Analýzy logů: Fail2ban kontinuálně sleduje konfigurované logovací soubory (například /var/log/auth.log pro SSH nebo jiné logy pro webové služby) a vyhledává záznamy neúspěšných pokusů o přihlášení nebo jiné indikátory podezřelého chování. (Petkovsky, 2025)
2. Filtrů a pravidel: Pomocí filtrů založených na regulárních výrazech identifikuje opakující se vzorce, které naznačují hrubý útok (například opakované odmítnuté pokusy během krátkého časového úseku). (Petkovsky, 2025)
3. Blokování zdroje: Pokud počet neúspěšných pokusů od téhož původu (IP adresy) překročí předem definovaný limit v konfigurovaném čase, Fail2ban provede akci — nejčastěji časově omezené zablokování dané IP adresy. Akce je typicky realizovaná prostřednictvím změny pravidel firewallu (například pomocí iptables/nftables nebo jiné technologie firewallu), což zamezí dalším pokusům z toho samého zdroje. (Petkovsky, 2025)

4. Automatické obnovení: Po uplynutí definované doby blokace (tzv. bantime) Fail2ban IP adresu z firewallových pravidel automaticky odstraní, aby se předešlo trvalému zablokování legitimních uživatelů. (Petkovsky, 2025)

Celý proces je tedy založen na kombinaci detekce opakovaných chyb v log souborech a dynamickém řízení pravidel firewallu, což umožňuje efektivní omezení hrubých útoků bez trvalého blokování legitimních přístupů. (Petkovsky, 2025)

1.6.3 Konfigurace a flexibilita ochrany

Fail2ban dovoluje vytvořit různé „jails“ — kombinace filtrů a pravidel pro jednotlivé služby, jako je SSH, webový server, databázový server apod. Pro každou službu lze nastavit samostatné parametry:

- maxretry – maximální počet povolených neúspěšných pokusů za určité časové okno,
- findtime – časové okno, během nějž se počítají pokusy,
- bantime – délka blokace IP adresy po překročení limitu.

Popsaná granularita umožňuje přizpůsobit míru ochrany konkrétnímu typu služby a jejímu rizikovému profilu. Například u kritických služeb může být lower limit pokusů a delší doba blokace, zatímco méně rizikové služby mohou mít mírnější nastavení. (Noufal, Neuvedeno)

1.6.4 Role rate-limitingu

Mechanismy, které Fail2ban využívá, lze považovat za formu rate-limitingu – řízení rychlosti opakovaných přístupů. Rate-limiting snižuje šanci automatizovaných útoků tím, že zpomaluje opakované požadavky, a nakonec je úplně blokuje z určitého zdroje. Správně nastavené politiky vybraného typu výrazně snižují úspěšnost hrubých útoků a přispívají ke zvýšení celkové odolnosti serveru vůči automatizovaným hrozbám. (Startup Defense, 2026)

1.7 Monitoring a zálohování

Monitoring a zálohování patří mezi základní pilíře bezpečného a spolehlivého provozu linuxového serveru. Jejich hlavním účelem je zajištění kontinuální dostupnosti služeb, včasné odhalení provozních anomálií a možnost obnovy dat v případě selhání hardwaru, softwarové chyby, lidského pochybení nebo bezpečnostního incidentu. Zálohovací mechanismy významně přispívají k ochraně integrity dat a minimalizaci dopadů nepředvídaných událostí. (Puyet, 2026)

1.7.1 Monitoring serveru

Monitoring serveru je založen na průběžném sledování vybraných systémových a aplikačních metrik, které poskytují přehled o aktuálním stavu a výkonu systému. Mezi klíčové sledované parametry patří zejména vytížení procesoru, využití operační paměti, zaplnění diskového prostoru a výkon diskových vstupně-výstupních operací. Dále může být monitorována síťová komunikace, dostupnost běžících služeb nebo doba odezvy systému. (Puyet, 2026)

Analýza těchto údajů umožňuje včas identifikovat neobvyklé chování, které může signalizovat technický problém, chybnou konfiguraci nebo potenciální bezpečnostní hrozbu. Monitorovací

systémy obvykle umožňují nastavení prahových hodnot, při jejichž překročení jsou generována upozornění pro správce systému. Díky tomu je možné rychle reagovat a zabránit eskalaci problému do závažnějšího výpadku. (Puyet, 2026)

Pravidelný a systematický monitoring tak snižuje riziko dlouhodobě neodhalených poruch a přispívá k celkové stabilitě a bezpečnosti serverového prostředí. (Puyet, 2026)

1.7.2 Zálohování dat

Zálohování představuje klíčový nástroj ochrany proti ztrátě nebo poškození dat. Jeho cílem je zajistit možnost obnovy systému do funkčního stavu i v situacích, kdy dojde k nevratnému poškození primárních dat. Efektivní zálohovací strategie musí zohledňovat nejen způsob vytváření záloh, ale také jejich ukládání, zabezpečení a pravidelné ověřování obnovitelnosti. (Mičan, 2015)

Z hlediska rozsahu rozlišujeme několik základních typů záloh:

- Plná záloha – zahrnuje kompletní kopii všech vybraných dat. Je nejjednodušší na obnovu, avšak časově i prostorově nejnáročnější. (Mičan, 2015)
- Přírůstková záloha – ukládá pouze data, která byla změněna od poslední provedené zálohy (plné nebo přírůstkové). Zvolený přístup výrazně šetří úložný prostor a zkracuje dobu zálohování, avšak obnova dat vyžaduje dostupnost celé posloupnosti záloh. (Mičan, 2015)
- Rozdílová záloha – zaznamenává změny provedené od poslední plné zálohy. Oproti přírůstkovému zálohování je obnova jednodušší, protože je potřeba pouze poslední plná a poslední rozdílová záloha, avšak s rostoucím časem narůstá její velikost. (Mičan, 2015)

Volba konkrétního typu zálohování závisí na charakteru provozovaného systému, objemu dat a požadavcích na rychlost obnovy. V praxi se často využívá kombinace plných a přírůstkových nebo rozdílových záloh, která představuje kompromis mezi efektivitou ukládání a jednoduchostí obnovy. (Mičan, 2015)

Nedílnou součástí zálohovací strategie je také pravidelné testování obnovy dat, které ověřuje funkčnost záloh a připravenost systému na krizové situace. Bez ověření obnovitelnosti nelze zálohování považovat za spolehlivé. (Mičan, 2015)

1.7.3 Význam kombinace monitoringu a zálohování

Kombinace efektivního monitoringu a promyšleného zálohování výrazně zvyšuje odolnost linuxového serveru vůči provozním i bezpečnostním hrozbám. Zatímco monitoring umožňuje problémům předcházet nebo je včas detekovat, zálohování poskytuje poslední záchrannou vrstvu v situacích, kdy preventivní opatření selžou. Společně mechanismy tvoří nedílnou součást komplexního zabezpečení serverového systému. (Dočekal, 2010)

1.8 Přehled útoků relevantních pro práci

Bezpečnost linuxového serveru je ohrožována širokým spektrem útoků, které mohou cílit jak na samotný operační systém, tak na provozované služby a aplikace. Pro účely této práce jsou

relevantní zejména útoky, které se často vyskytují v serverových prostředích a mohou mít přímý dopad na důvěrnost, integritu a dostupnost systému. (Dočekal, 2010)

1.8.1 DDoS (Distributed Denial of Service)

Útok typu Distributed Denial of Service (DDoS) představuje pokus o zahlcení serveru nebo služby velkým množstvím požadavků z více zdrojů současně. Cílem je vyčerpat dostupné systémové prostředky, jako je šířka pásma, procesorový čas nebo paměť, což vede k nedostupnosti služby pro legitimní uživatele. (Grygaříková, 2019)

DDoS útoky mohou mít různé formy, například volumetrické útoky, protokolové útoky nebo aplikační útoky zaměřené na konkrétní služby. V prostředí linuxových serverů představují významnou hrozbu zejména pro veřejně dostupné služby. (Grygaříková, 2019)

1.8.2 SQL injection

SQL injection představuje útok zaměřený na databázovou vrstvu aplikace, při kterém útočník vkládá škodlivé SQL dotazy do vstupních polí aplikace. Nedostatečně ošetřené vstupy mohou vést k manipulaci s databází, získání citlivých dat nebo kompromitování systému. (Bahureková, 2020)

Útok SQL injection umožňuje například obejít autentizaci, číst nebo měnit data v databázi, případně spouštět administrativní operace. Riziko výskytu útoku roste u aplikací, které nepoužívají parametrizované dotazy nebo neprovádějí validaci vstupů. (Bahureková, 2020)

1.8.3 RCE (Remote Code Execution)

Remote Code Execution (RCE) označuje typ zranitelnosti, která umožňuje útočníkovi spustit libovolný kód na vzdáleném systému. Úspěšné zneužití vede k plnému převzetí kontroly nad serverem a představuje jednu z nejzávažnějších bezpečnostních hrozeb. (CyberHoot, 2022)

RCE zranitelnosti vznikají například v důsledku chyb v aplikacích, nesprávného zpracování vstupů nebo špatné konfigurace služeb. Útočník může prostřednictvím takové zranitelnosti instalovat škodlivý software, získat citlivá data nebo zneužít server pro další útoky. (CyberHoot, 2022)

1.8.4 Brute-force útoky

Brute-force útoky spočívají v opakovaném zkoušení různých kombinací přihlašovacích údajů s cílem získat neoprávněný přístup k systému. Útoky bývají automatizované a využívají specializované nástroje pro generování hesel. (Shirokova, 2017)

Brute-force útoky jsou často zaměřeny na služby jako SSH, FTP nebo webové přihlašovací formuláře. Úspěšnost útoku závisí především na síle hesla a implementaci ochranných mechanismů, například omezení počtu pokusů o přihlášení nebo více faktorové autentizace. (Shirokova, 2017)

2 Praktická část

Praktická část se zabývá návrhem, implementací a testováním bezpečnostních opatření na linuxovém serveru v izolovaném laboratorním prostředí. Cílem je ověřit účinnost jednotlivých mechanismů oproti běžným typům útoků a vyhodnotit přínos z hlediska zvýšení bezpečnosti systémů. Důraz je kladen nejen na samotnou implementaci, ale i na dokumentaci, měření a analýzu získaných dat.

2.1 Popis laboratorního prostředí

Celé testování probíhá v uzavřeném virtuálním prostředí vytvořeném pomocí nástroje Hyper-V od společnosti Microsoft. Virtuální stroje jsou propojeny v interní síti, která neumožňuje přímý přístup do internetu během provádění útoků.

První virtuální stroj je založen na distribuci AlmaLinux ve verzi 10. Server představuje cílový systém, který je postupně zabezpečován a následně testován. Na serveru běží síťové služby, webový server a databázový server. Server má přiděleno 4 GB operační paměti a 60 GB diskového prostoru. Po instalaci systému byl vytvořen standardní uživatel, zatímco administrátorský účet root nebyl používán pro běžnou práci.

Druhý virtuální stroj byl koncipována jako dedikovaný zálohovací server. Primární účel spočíval v zajištění pravidelné zálohy dat a systémových konfigurací prvního virtuálního stroje. Kromě zálohovacích mechanismů byla na daném rozhraní zprovozněna také centrální část (hub) monitorovacího systému Beszel. Prostřednictvím uvedené platformy bylo realizováno kontinuální sledování provozních parametrů a vytížení systémových prostředků prvního virtuálního stroje, což umožnilo efektivní sběr telemetrických dat v reálném čase.

Třetí virtuální stroj využívá distribuci Kali Linux a slouží jako útočný systém. Obsahuje nástroje pro penetrační testování, síťové skenování a zátěžové testy. Virtuální stroj je používán výhradně k provádění kontrolovaných útoků na cílový server.

2.2 Základní hardening serveru (implementace)

Základní hardening serveru představuje první fázi praktické implementace bezpečnostních opatření v rámci konfigurace operačního systému. Hardening lze definovat jako proces systematického snižování útočné plochy systému prostřednictvím odstranění nepotřebných služeb, omezení přístupových oprávnění a zpřísnění konfigurace klíčových komponent.

Cílem fáze bylo vytvoření bezpečného výchozího stavu serveru, který minimalizuje riziko neoprávněného přístupu nebo zneužití běžících služeb.

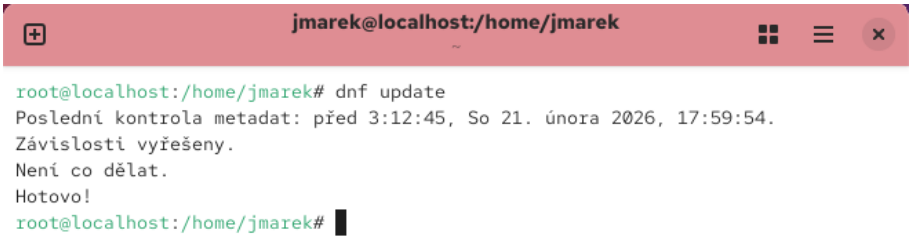
2.2.1 Aktualizace systému

Bezprostředně po vytvoření serveru byla provedena aktualizace operačního systému za účelem odstranění známých zranitelností a aplikace bezpečnostních záplat. Aktualizace byla realizována pomocí správce balíčků DNF příkazem:

dnf update

Zvoleným postupem bylo zajištěno, že všechny nainstalované balíčky odpovídají nejnovější dostupné stabilní verzi v rámci použitých repozitářů. Aktualizace systému představuje zásadní bezpečnostní opatření, neboť většina úspěšných útoků cílí na již známé a opravené chyby v zastaralých verzích softwaru.

Následně byla provedena kontrola aktuálnosti systému, přičemž výstup potvrdil, že žádné další aktualizace nejsou k dispozici.



Obrázek 2: Kontrola aktuálního systému

Zdroj: Vlastní práce

2.2.2 Vypnutí nepotřebných služeb

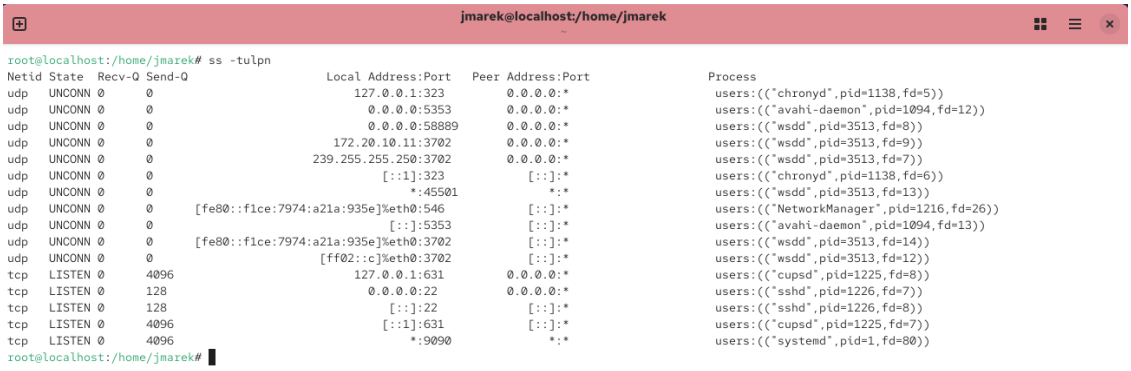
V další fázi byla provedena analýza běžících služeb a otevřených síťových portů. Cílem bylo identifikovat komponenty, které nejsou pro zamýšlený provoz serveru nezbytné.

Pro zobrazení aktivních síťových spojení a naslouchajících služeb byl použit příkaz:

ss -tulpn

Význam jednotlivých parametrů:

- t (TCP) – zobrazení TCP soketů,
- u (UDP) – zobrazení UDP soketů,
- l (listening) – zobrazení služeb v režimu naslouchání,
- p (processes) – zobrazení procesů využívajících daný port,
- n (numeric) – zobrazení číselných hodnot portů bez překladu názvů.



Obrázek 3: Výpis otevřených síťových portů a naslouchajících služeb

Zdroj: Vlastní práce

Na základě provedené analýzy byly identifikovány služby, jejichž provoz nebyl pro daný typ serveru vyžadován. Vybrané služby byly deaktivovány s cílem minimalizovat množství potenciálně zneužitelných komponent.

Deaktivace služby CUPS. Služba CUPS, určená pro správu tiskových úloh, byla vyhodnocena jako nadbytečná, jelikož server nebude využíván pro tiskové operace.

Služba byla trvale deaktivována pomocí příkazu:

systemctl disable cups

čímž bylo zabráněno jejímu automatickému spuštění po restartu systému. Následně byla okamžitě zastavena příkazem:

systemctl stop cups

Obrázek 4: Vypnutí služby cups

Zdroj: Vlastní práce

Deaktivací služby Cockpit bylo eliminováno riziko spojené s přítomností webového grafického rozhraní pro vzdálenou správu serveru, které standardně naslouchá na portu 9090. Vzhledem k realizaci správy primárně prostřednictvím příkazové řádky a protokolu SSH byla služba vyhodnocena jako nadbytečná a následně zakázána.

Byla deaktivována pomocí příkazů:

systemctl disable cockpit.socket

systemctl stop cockpit.socket

Obrázek 5: Vypnutí služby cockpit

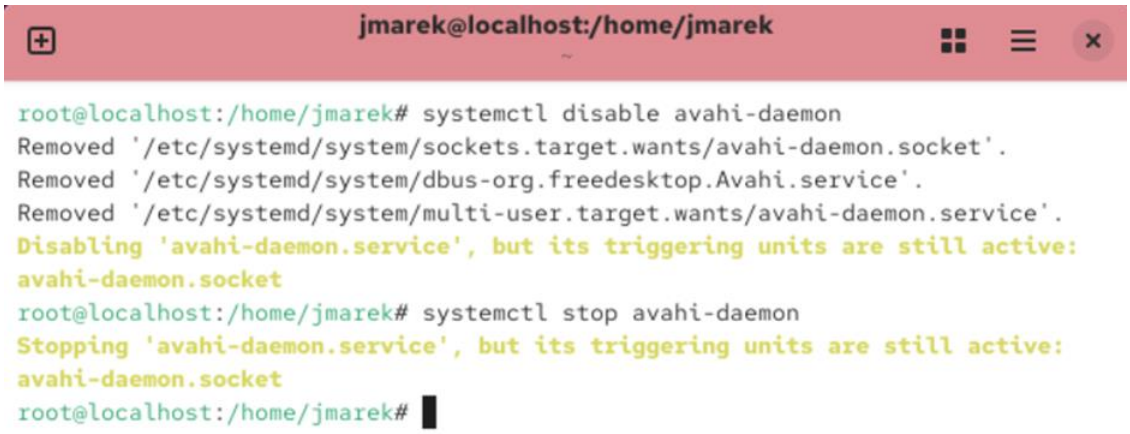
Zdroj: Vlastní práce

Deaktivace služby Avahi. Služba Avahi slouží k automatickému vyhledávání zařízení v lokální síti bez nutnosti manuální konfigurace IP adres. Služba je typicky využívána v uživatelských nebo kancelářských prostředích, nikoli na produkčním serveru.

Proto byla služba deaktivována pomocí příkazů:

systemctl disable avahi-daemon

systemctl stop avahi-daemon



Obrázek 6: Vypnutí služby avahi

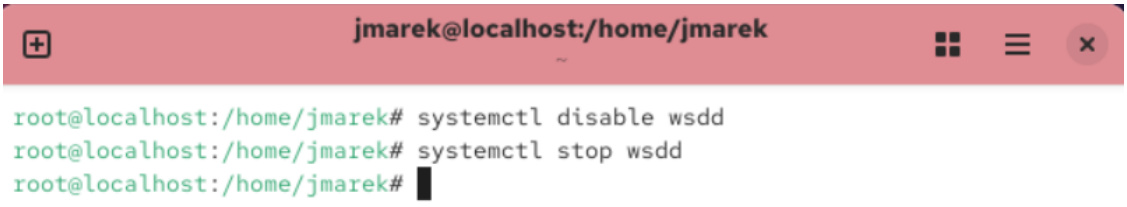
Zdroj: Vlastní práce

Deaktivací služby WSDD bylo zamezeno viditelnosti serveru v prostředí operačního systému Windows prostřednictvím síťového objevování. Vzhledem k absenci požadavku na běžné sdílení v lokální síti byla daná funkcionalita shledána nevyžadovanou a služba byla následně vypnuta.

Služba byla deaktivována příkazy:

systemctl disable wsdd

systemctl stop wsdd



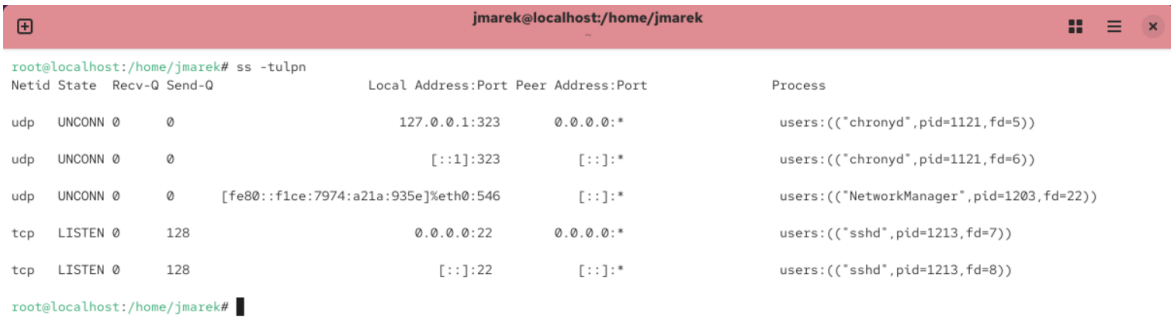
Obrázek 7: Vypnutí služby wsdd

Zdroj: Vlastní práce

Po deaktivaci uvedených služeb byla opět provedena kontrola otevřených portů. Výpis potvrdil výrazné omezení počtu naslouchajících služeb. Aktivní zůstaly pouze nezbytné komponenty, konkrétně:

- chronyd – služba pro synchronizaci systémového času,
- NetworkManager – správa síťového připojení,
- SSH – vzdálený přístup k serveru.

Realizovaným krokem došlo k významnému snížení útočné plochy systému.



Obrázek 8: Výpis aktivních portů po redukci útočné plochy

Zdroj: Vlastní práce

2.2.3 Zabezpečení SSH

V další fázi byla provedena konfigurace služby SSH, která představuje klíčový mechanismus vzdálené správy serveru.

Ve výchozím stavu byla služba SSH provozována na standardním portu 22. Z bezpečnostních důvodů bylo rozhodnuto o změně portu na hodnotu 32. Realizovaným opatřením byla snížena pravděpodobnost automatizovaných útoků, které bývají často zaměřeny na výchozí porty běžných služeb.

Změna byla provedena úpravou konfiguračního souboru /etc/ssh/sshd_config, kde byl parametr port nastaven na hodnotu 32.

Současně bylo zakázáno přihlašování uživatele root prostřednictvím SSH změnou parametru PermitRootLogin na hodnotu no. Uplatněným postupem bylo zamezeno přímým administrátorským přístupům z externí sítě.

Po provedení změn bylo nezbytné:

- povolit nový port ve firewallu,
- odebrat původní port 22 z konfigurace firewallu,
- přidat nový port do politiky SELinux,
- restartovat službu SSH pomocí příkazu *systemctl restart sshd*.

Obrázek 9: Změna portů na firewallu a SELinuxu

Zdroj: Vlastní práce

Zvolená opatření zajistila, že vzdálený přístup k serveru je omezen, řízen a chráněn proti běžným formám automatizovaných útoků.

Závěrem lze konstatovat, že provedené kroky vytvořily stabilní a bezpečný výchozí stav serveru. Vytvořený stav bude v následujících kapitolách dále rozšiřován o pokročilejší bezpečnostní mechanismy a aplikační ochranu.

2.3 Kontrola firewallu a SELinux (prakticky)

Bylo nutné také zkontrolovat stav firewallu a nástroje SELinux, zda jsou služby aktivní a správně nastavené. Po provedení těchto kroků bude systém základně zabezpečen proti běžným síťovým útokům a neoprávněnému přístupu k souborům.

2.3.1 Kontrola firewallu

Firewall kontroluje, jaká síťová komunikace může na server přicházet a jaká data může server přijímat nebo odesílat. V systému AlmaLinux je standardně používán firewall firewalld.

Nejprve bylo nutné zjistit, zda firewall na serveru běží. K realizaci byly využity následující příkazy:

firewall-cmd –state

systemctl status firewalld

Po provedení prvního příkazu se zobrazí jednoduchý výpis running, který potvrzuje, že firewall běží. Druhý příkaz poskytuje podrobnější informace o stavu služby.

Obrázek 10: Kontrola, zda firewall běží

Zdroj: Vlastní práce

Dále bylo nutné zjistit, která zóna je nastavena jako výchozí. K provedení byl využit příkaz:

firewall-cmd --get-default-zone

Obrázek 11: Ověření výchozí zóny firewallu

Zdroj: Vlastní práce

Zobrazen kompletní výpis konfigurace firewallu pomocí příkazu:

firewall-cmd --list-all

Obrázek 12: Výpis kompletní konfigurace firewallu

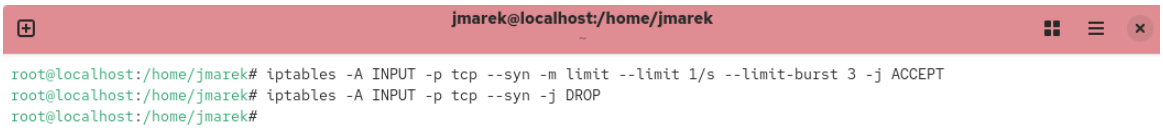
Zdroj: Vlastní práce

Pro zvýšení úrovně zabezpečení serveru byla provedena konfigurace firewallu pomocí nástroje *iptables*, která umožňuje řízení síťového provozu na základě definovaných pravidel. Konkrétně byla nastavena pravidla omezující počet požadavků z jedné IP adresy, čímž se snižuje riziko zneužití služby například při brute-force nebo DoS útocích.

Byly použity následující příkazy:

iptables -A INPUT -p tcp --syn -m limit --limit 1/s --limit-burst 3 -j ACCEPT

iptables -A INPUT -p tcp --syn -j DROP



Obrázek 13: Nastavení omezení počtu TCP spojení

Zdroj: Vlastní práce

První příkaz přidává pravidlo do řetězce INPUT, které se aplikuje na příchozí TCP spojení se SYN příznakem, tedy na pokusy o navázání nového spojení. Modul *limit* omezuje počet těchto požadavků na maximálně jeden za sekundu, přičemž krátkodobě umožňuje překročení limitu až na tři požadavky (parametr *limit-burst*). Pokud požadavky splňují uvedená kritéria, jsou povoleny.

Druhý příkaz definuje pravidlo, které zahodí všechny ostatní příchozí TCP požadavky se SYN příznakem, které nesplňují podmínky předchozího pravidla. Výsledkem je, že nadměrný počet pokusů o navázání spojení z jedné IP adresy je blokován.

Realizované nastavení omezuje počet požadavků, které může jedna IP adresa odeslat v daném časovém intervalu, a tím pomáhá chránit server před přetížením nebo pokusy o prolomení přístupu.

V budoucnu lze bezpečnostní politiku rozšířit o pravidlo omezující počet souběžných spojení. Je však nutné vzít v úvahu, že tento přístup může být v určitých scénářích značně neefektivní až kontraproduktivní. Pokud by se k serveru pokusilo přistoupit větší množství uživatelů sdílejících stejnou veřejnou IP adresu (například zaměstnanci v rámci jedné firemní sítě za NAT), limit by mohl být rychle vyčerpán, což by legitimním uživatelům znemožnilo přístup ke stránce.

K implementaci tohoto omezení slouží následující příkaz:

iptables -A INPUT -p tcp --syn --dport 80 -m connlimit --connlimit-above 20 -j DROP

Firewall byl již využíván při konfiguraci služby SSH a bude dále použit také při konfiguraci dalších služeb běžících na serveru.

2.3.2 Kontrola SELinux

Bezpečnostní mechanismus SELinux slouží k řízení přístupu jednotlivých služeb k systémovým souborům a procesům. Pomocí bezpečnostních politik určuje, ke kterým souborům nebo systémovým prostředkům může konkrétní služba přistupovat.

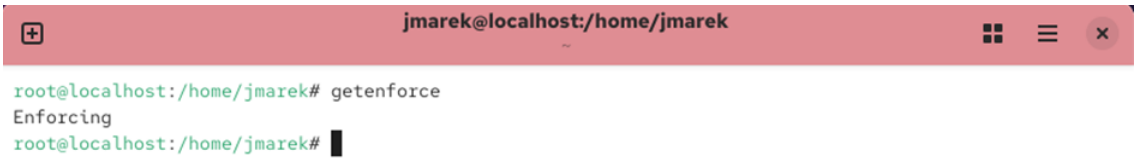
Pro ověření aktuálního režimu SELinux byl použit příkaz:

getenforce

Výstupem příkazu je jeden ze tří možných stavů:

- Enforcing – bezpečnostní politiky jsou aktivně vynucovány,
- Permissive – pravidla jsou pouze monitorována, ale nejsou vynucována,
- Disabled – SELinux je zcela vypnut.

V uvedeném případě byl výstupem stav Enforcing, což potvrzovalo, že definovaná bezpečnostní pravidla jsou systémem aktivně vynucována a aplikována.



Obrázek 14: Ověření stavu SELinuxu

Zdroj: Vlastní práce

Pro detailnější konfiguraci o SELinuxu lze použít příkaz:

sestatus

Obrázek 15: Detailnější výpis konfigurace SELinuxu

Zdroj: Vlastní práce

2.4 Nasazení služby s daty (WordPress + Apache + DB)

Na server bylo nutné nasadit konkrétní služby a naplnit jej testovacími daty. Cílem bylo vytvořit prostředí, na kterém bude možné simulovat bezpečnostní incidenty a následně vyhodnotit, zda došlo k úniku dat nebo k jejich narušení.

Jako aplikační služba byl zvolen redakční systém WordPress, který umožňuje tvorbu a správu webových stránek. Pro jeho provoz bylo nutné nainstalovat a nakonfigurovat takzvaný LAMP stack.

LAMP je zkratka pro následující komponenty:

- Linux – operační systém, na kterém server běží,
- Apache – webový server zajišťující HTTP komunikaci,
- MariaDB – relační databázový systém pro ukládání dat,
- PHP – skriptovací jazyk umožňující dynamické generování webových stránek.

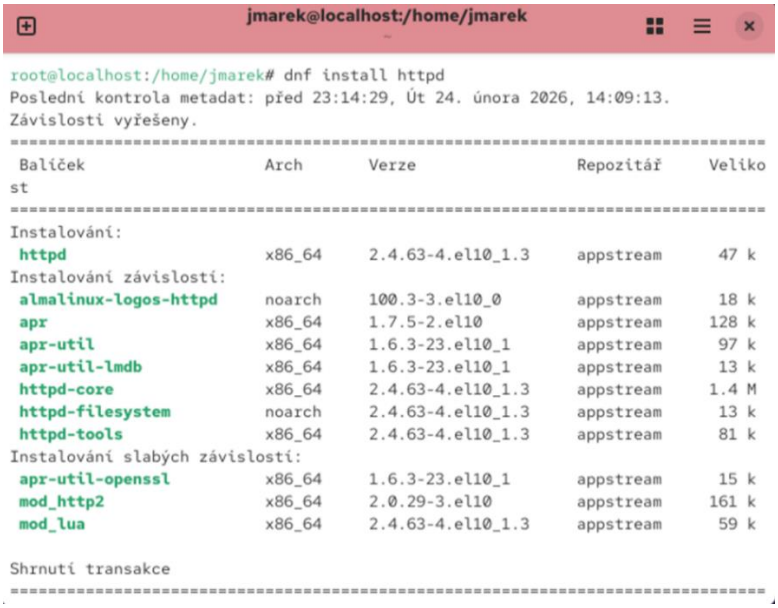
Uvedená kombinace byla zvolena jako standardní prostředí pro provoz webových aplikací.

2.4.1 Instalace Apache

Apache HTTP Server je jeden z nejpoužívanějších webových serverů na Linuxových operačních systémech.

Distribuce AlmaLinux obsahuje instalační balíček Apache ve svých oficiálních repozitářích, proto bylo možné server nainstalovat pomocí příkazu:

dnf install httpd



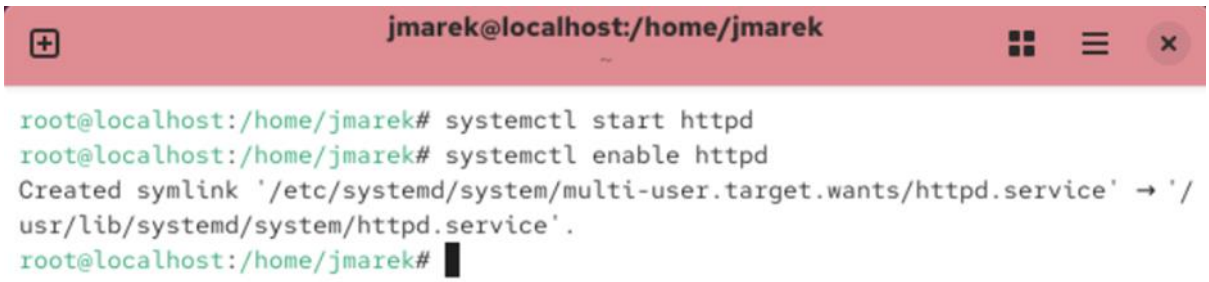
Obrázek 16: Instalace webového serveru

Zdroj: Vlastní práce

Po instalaci bylo nutné službu spustit a nastavit její automatické spouštění při startu systému, pomocí příkazů:

systemctl start httpd

systemctl enable httpd



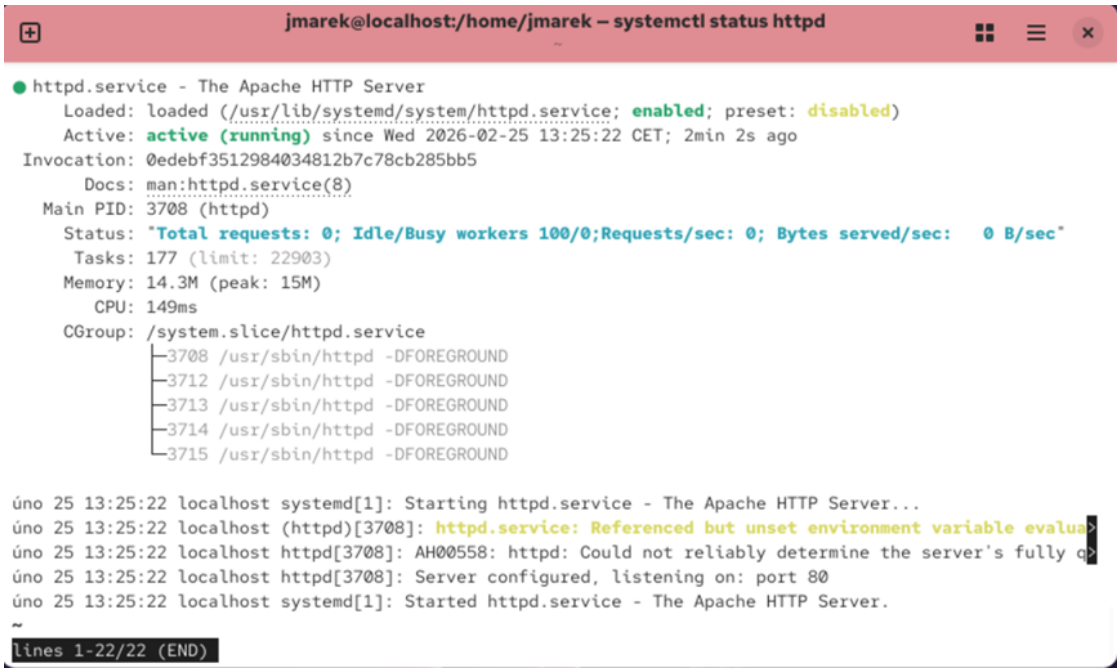
Obrázek 17: Spuštění webového serveru

Zdroj: Vlastní práce

Stav služby lze ověřit příkazem:

systemctl status httpd

Výstup příkazu potvrzuje, že služba je aktivní (active) a povolená (enabled).



Obrázek 18: Informace o webovém serveru

Zdroj: Vlastní práce

Aby byl webový server dostupný ze sítě, bylo nutné povolit HTTP a HTTPS komunikaci na firewallu. Pomocí příkazů:

firewall-cmd --permanent --add-service=http

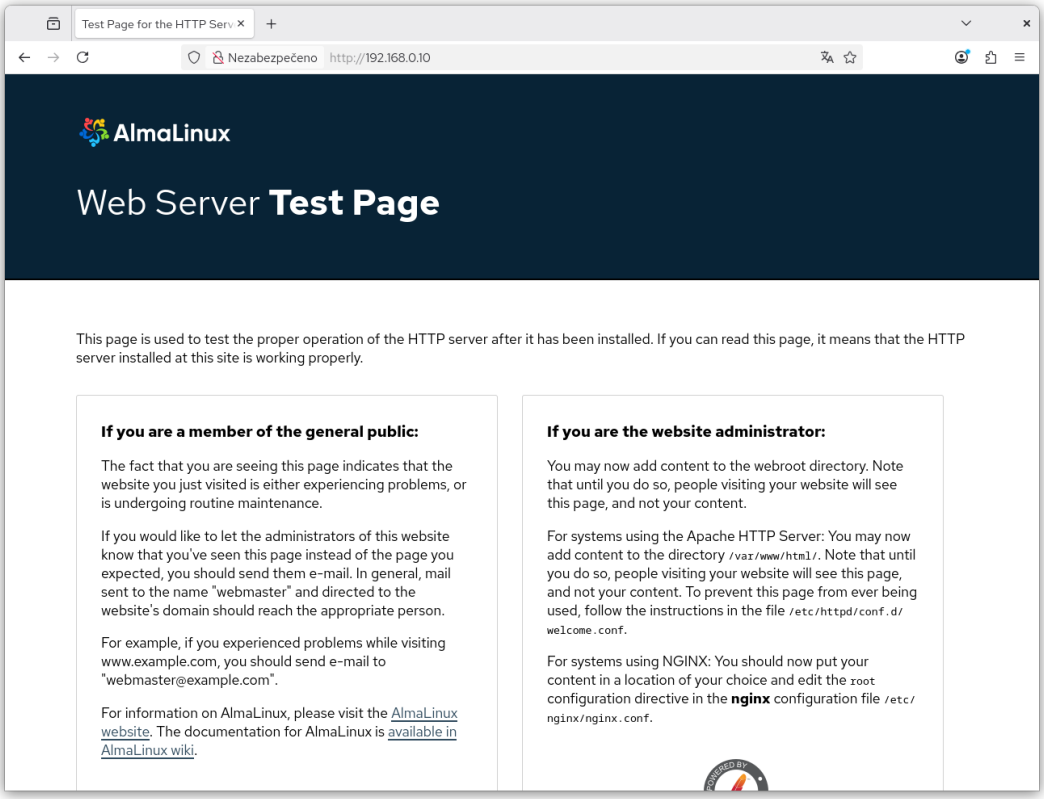
firewall-cmd --permanent --add-service=https

firewall-cmd –reload

Obrázek 19: Konfigurace firewallu pro webový server

Zdroj: Vlastní práce

Po provedení konfigurace bylo možné ověřit funkčnost serveru zadáním IP adresy rozhraní do webového prohlížeče. Zobrazila se výchozí testovací stránka Apache, což potvrzuje správnou instalaci a konfiguraci.



Obrázek 20: Kontrola funkčnosti webového serveru
Zdroj: Vlastní práce

2.4.2 Instalace MariaDB databáze

MariaDB je open source relační databázový systém, který patří mezi nejpoužívanější databázová řešení pro webové aplikace. Je plně kompatibilní s databázovým systémem MySQL a je často využíván jako jeho náhrada.

V případě distribuce AlmaLinux není nutné přidávat žádné externí repozitáře, protože potřebné balíčky jsou dostupné v oficiálních repozitářích systému. Instalace databázového serveru byla provedena pomocí následujícího příkazu:

dnf install mariadb-server mariadb

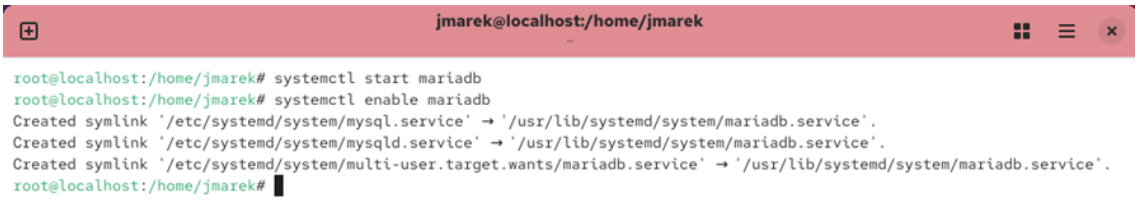
Obrázek 21: Instalace databázového serveru MariaDB

Zdroj: Vlastní práce

Po dokončení instalace bylo nutné databázovou službu spustit a zároveň nastavit její automatické spuštění při startu systému. K realizaci byly využity následující příkazy:

systemctl start mariadb

systemctl enable mariadb



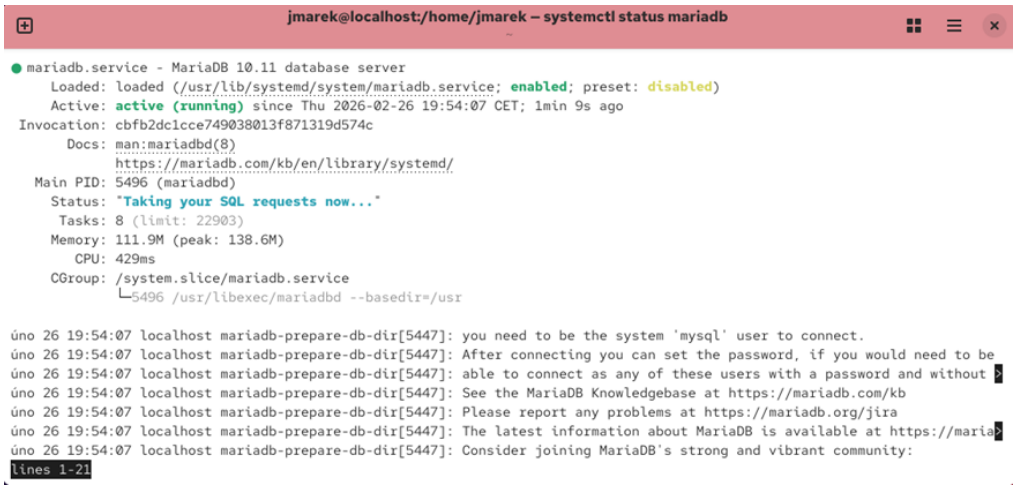
Obrázek 22: Spuštění databázového serveru

Zdroj: Vlastní práce

Funkčnost databázové služby lze ověřit pomocí příkazu:

systemctl status mariadb

Prostřednictvím uvedeného příkazu byly zobrazeny informace o aktuálním stavu služby, včetně údajů o aktivitě a správném chodu daného procesu.



Obrázek 23: Kontrola stavu databázového serveru

Zdroj: Vlastní práce

Po instalaci databázového serveru je doporučeno provést základní bezpečnostní konfiguraci. K realizaci byl využit nástroj:

mysql_secure_installation

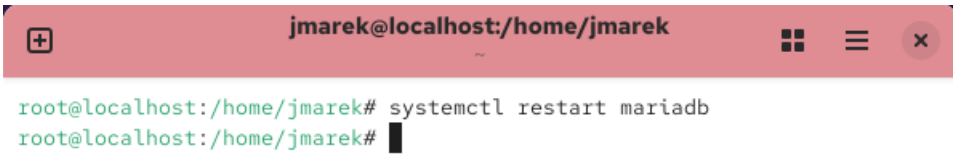
Uvedený nástroj umožnil například nastavení hesla administrátorského účtu databáze, odstranění anonymních uživatelů, zakázání vzdáleného přihlášení administrátora a odstranění testovací databáze.

Obrázek 24: Zabezpečení databázového severu

Zdroj: Vlastní práce

Po provedení bezpečnostní konfigurace byl databázový server restartován, aby se všechny změny správně projevily:

systemctl restart mariadb



Obrázek 25: Restart databázového serveru

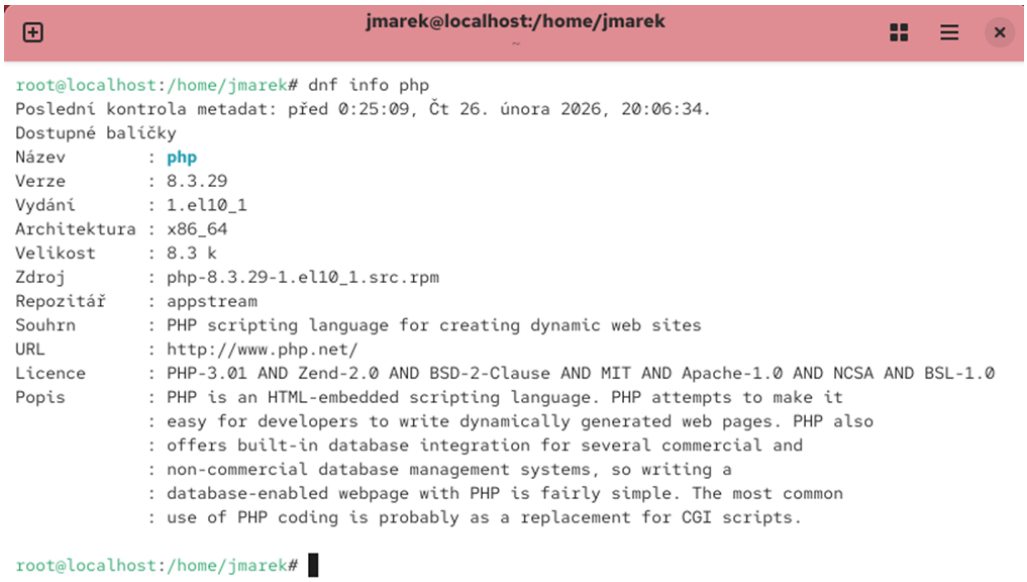
Zdroj: Vlastní práce

2.4.3 Instalace PHP

Pro správné fungování redakčního systému WordPress je nutné mít na serveru nainstalovaný skriptovací jazyk PHP. PHP slouží ke generování dynamického obsahu webových stránek a umožňuje komunikaci mezi webovým serverem a databází.

Bylo potřeba zjistit, jakou verzi PHP má AlmaLinux v repozitářích, protože pro WordPress je potřeba minimální verze 8. Pro získání detailních informací o balíčku PHP byl použit příkaz:

dnf info php



Obrázek 26: Informace o balíčku PHP

Zdroj: Vlastní práce

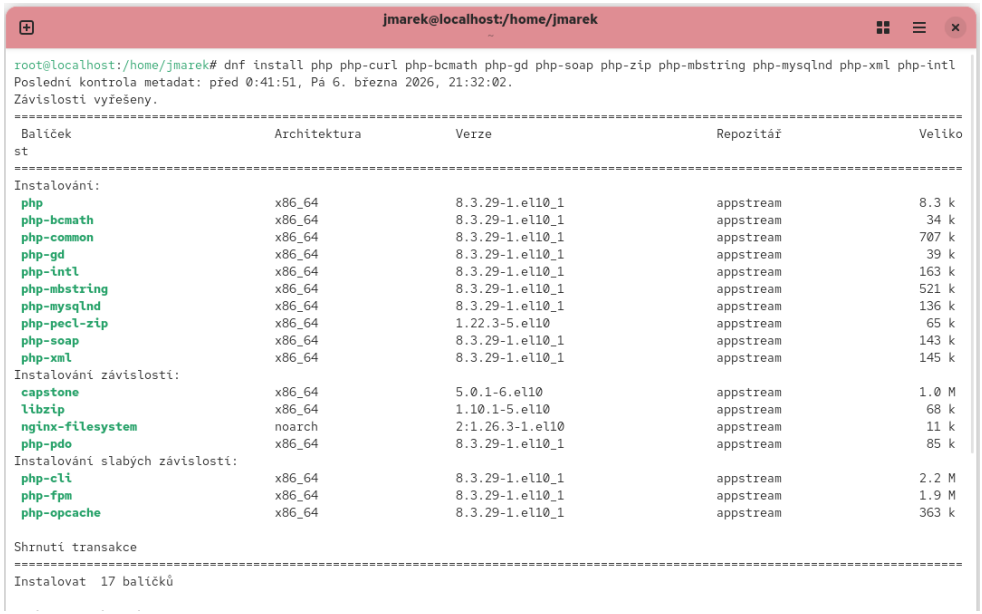
Samotná instalace PHP byla provedena společně s několika rozšiřujícími moduly, které jsou potřebné pro správné fungování systému WordPress. Instalace proběhla pomocí následujícího příkazu:

dnf install php php-curl php-bcmath php-gd php-soap php-zip php-mbstring php-mysqlnd php-xml php-intl.

Tyto moduly rozšiřují základní funkčnost jazyka PHP například o:

- komunikaci s databází,
- práci s obrázky,
- podporu komprese souborů,
- práci s řetězci a kódováním znaků,

- podporu webových služeb.



Obrázek 27: Instalace PHP a potřebných modulů

Zdroj: Vlastní práce

Po dokončení instalace bylo ověřeno, zda je PHP správně nainstalováno a jaká verze je aktuálně používána. K provedení byl využit příkaz:

php -v

Obrázek 28: Kontrola verze PHP

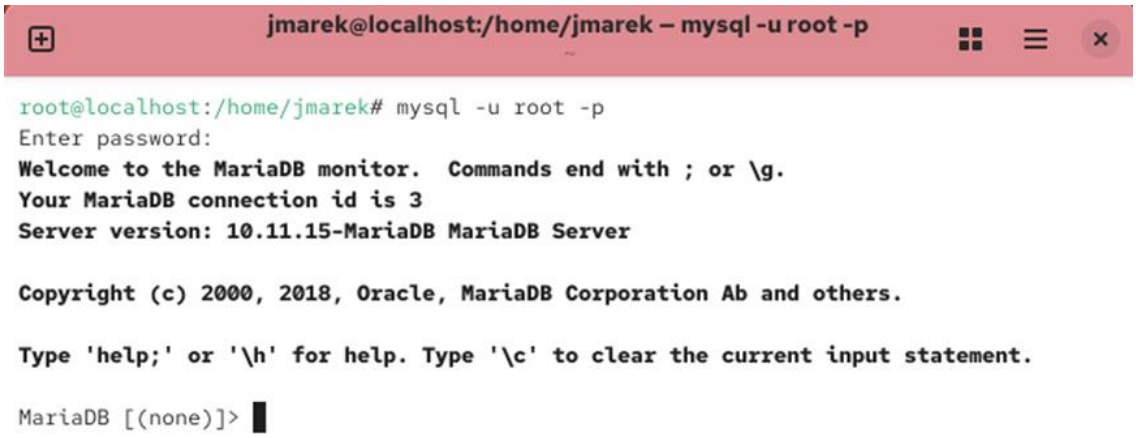
Zdroj: Vlastní práce

2.4.4 Vytvoření databáze

Nastavení databázového serveru je poměrně jednoduchý proces a provádí se pomocí základních SQL příkazů. Nejprve je nutné se přihlásit do databázového serveru MariaDB pomocí příkazu:

mysql -u root -p

Po zadání tohoto příkazu je uživatel vyzván k zadání hesla administrátora databáze. Po jeho zadání se otevře interaktivní prostředí databázového serveru.



Obrázek 29: Přihlášení do databáze

Zdroj: Vlastní práce

Následně byla provedena sada SQL příkazů pro vytvoření databáze a uživatele pro systém WordPress. Nejprve byla vytvořena databáze s názvem wordpress_db pomocí příkazu:

CREATE DATABASE wordpress_db;

Poté byl vytvořen databázový uživatel s názvem wordpress_user, který bude sloužit pro přístup WordPressu k databázi:

CREATE USER 'wordpress_user'@'localhost' IDENTIFIED BY 'DB_password';

Následně byla tomuto uživateli přiřazena oprávnění k práci s vytvořenou databází pomocí příkazu:

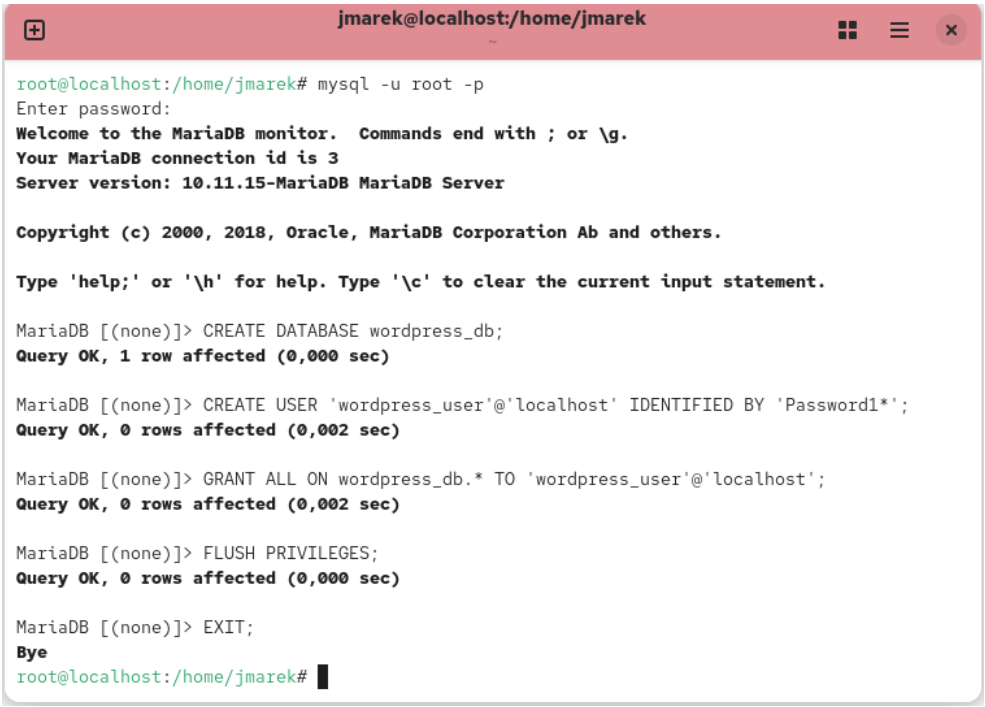
GRANT ALL ON wordpress_db. TO 'wordpress_user'@'localhost';*

Aby se změny v oprávněních projevily, byl použit příkaz:

FLUSH PRIVILEGES;

Nakonec bylo prostředí databázového serveru ukončeno příkazem:

EXIT



Obrázek 30: Nastavení databáze

Zdroj: Vlastní práce

Po provedení těchto kroků byla databáze připravena pro použití redakčním systémem WordPress.

2.4.5 Stažení a instalace WordPressu

Po dokončení instalace LAMP stacku bylo možné přistoupit k instalaci redakčního systému WordPress. Prvním krokem bylo stažení instalačního balíčku WordPressu.

Oficiální repozitáře distribuce AlmaLinux neobsahují aktuální verzi systému WordPress, proto bylo nutné stáhnout instalační balíček přímo z oficiálních stránek projektu pomocí nástroje wget. Stažení proběhlo pomocí následujícího příkazu:

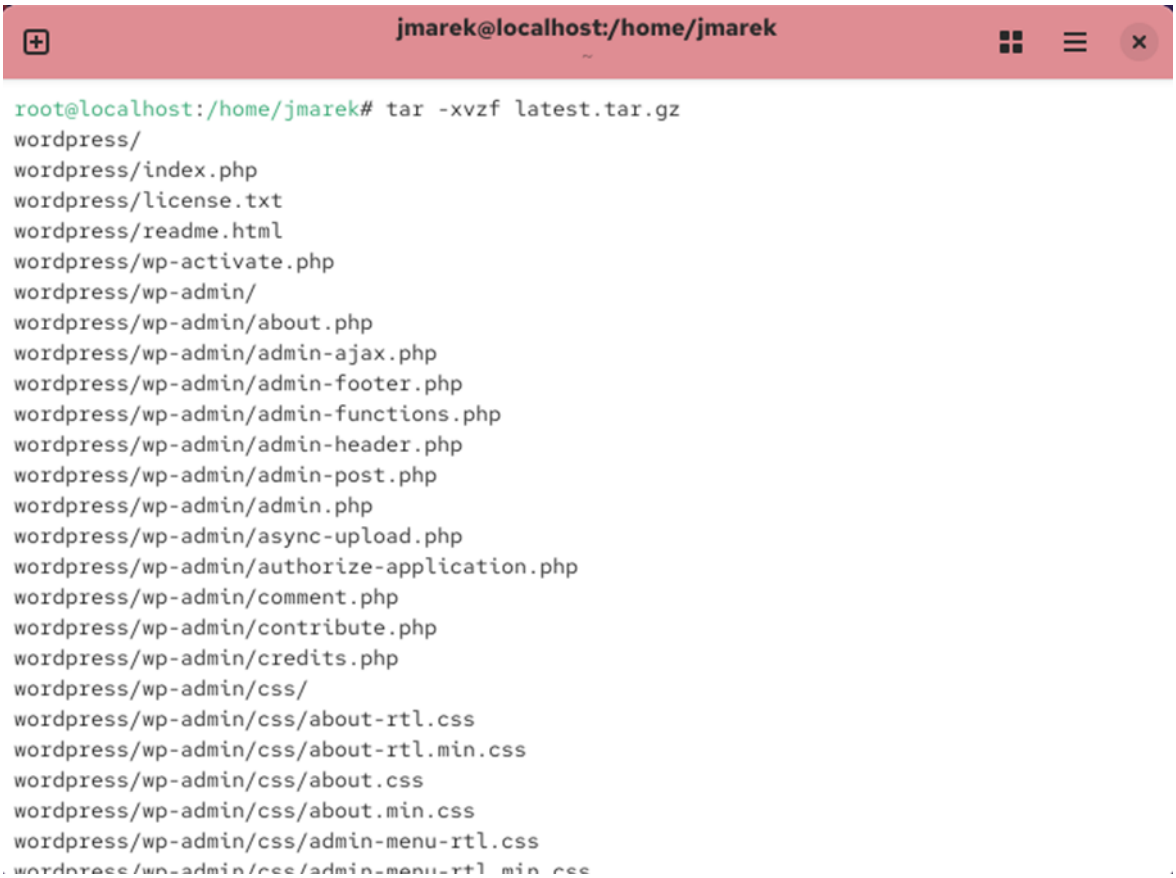
wget https://wordpress.org/latest.tar.gz

Obrázek 31: Stažení instalačního balíčku WordPress

Zdroj: Vlastní práce

Stažený archiv byl následně rozbalen pomocí příkazu:

tar -xvzf latest.tar.gz



Obrázek 32: Rozbalení instalačního balíčku WordPress

Zdroj: Vlastní práce

Po rozbalení bylo nutné přesunout instalační soubory do adresáře webového serveru Apache, aby byly dostupné prostřednictvím webového prohlížeče. Standardně se webové soubory ukládají do adresáře /var/www/html, avšak pro lepší přehlednost byla vytvořena samostatná složka s názvem wordpress.

Adresář byl vytvořen pomocí příkazu:

mkdir /var/www/wordpress

Následně byly soubory WordPressu přesunuty do tohoto adresáře:

mv wordpress/ /var/www/wordpress/*

Obrázek 33: Přesunutí instalačního balíčku WordPress

Zdroj: Vlastní práce

Vzhledem k využití bezpečnostního mechanismu SELinux byla vyžadována úprava bezpečnostních kontextů souborů, aby byl zajištěn korektní přístup webového serveru Apache. Operace byla realizována prostřednictvím následujících příkazů:

semanage fcontext -a -t httpd_sys_rw_content_t "/var/www/wordpress(/.)?"*

restorecon -Rv /var/www/wordpress.

Obrázek 34: Nastavení bezpečnostního kontextů SELinux

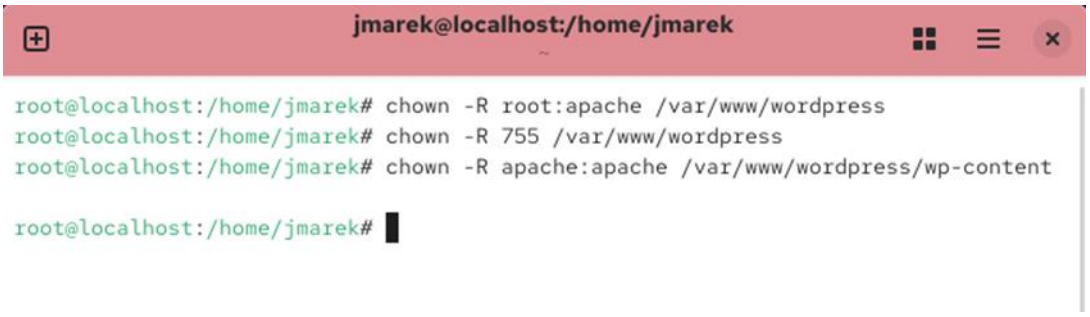
Zdroj: Vlastní práce

Dále bylo nutné nastavit správná přístupová oprávnění k souborům, aby webový server mohl s těmito soubory pracovat. Nastavení oprávnění bylo provedeno pomocí následujících příkazů:

chown -R root:apache /var/www/wordpress

chmod -R 755 /var/www/wordpress

chown -R apache:apache /var/www/wordpress/wp-content



Obrázek 35: Nastavení přístupových oprávnění

Zdroj: Vlastní práce

Posledním krokem bylo vytvoření konfiguračního souboru pro Apache Virtual Host, který určuje, odkud má webový server načítat soubory WordPressu. Konfigurační soubor byl vytvořen pomocí textového editoru nano:

nano /etc/httpd/conf.d/wordpress.conf

Obrázek 36: Vytvoření konfiguračního souboru

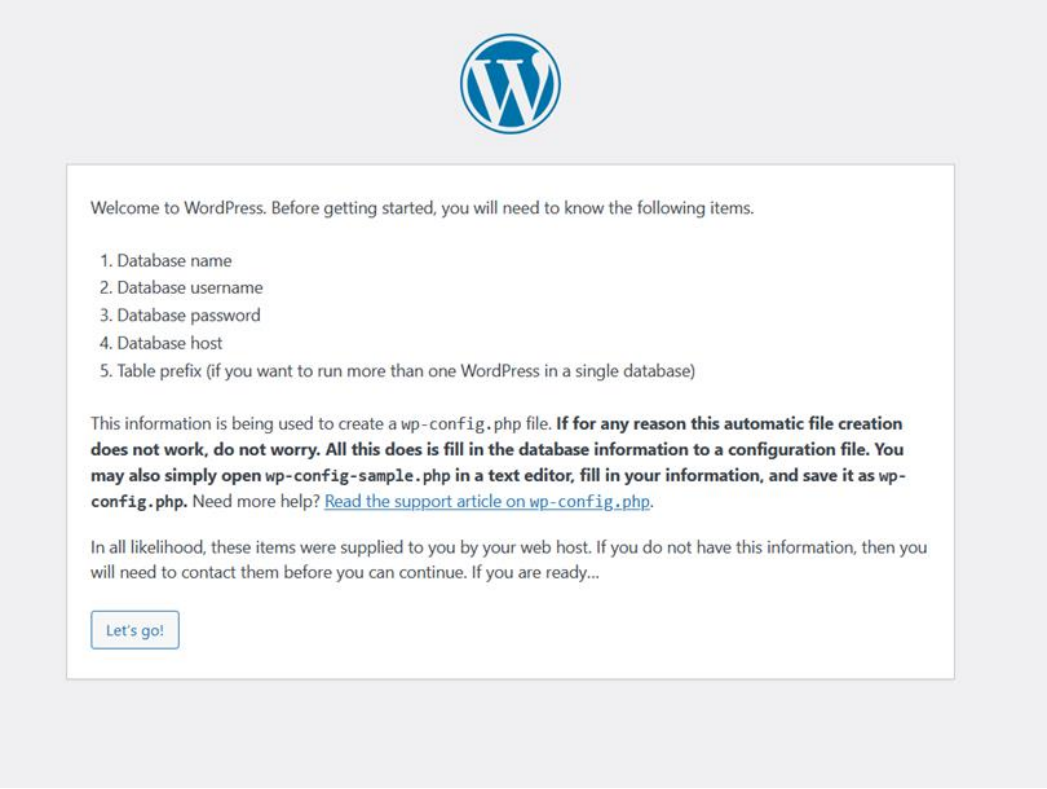
Zdroj: Vlastní práce

Po dokončení konfigurace bylo nutné restartovat webový server Apache, aby se nová nastavení projevila:

systemctl restart httpd

2.4.6 Dokončení nastavení

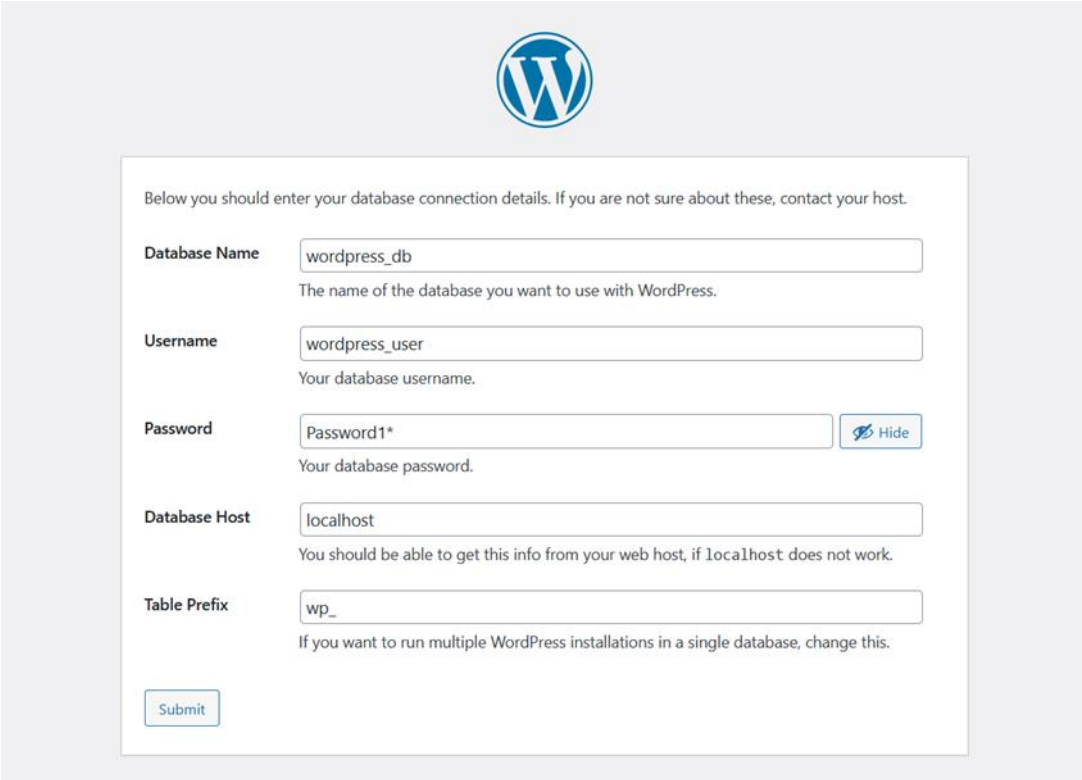
Po dokončení všech instalací na serveru bylo možné přejít k finálnímu nastavení systému WordPress. Na libovolném zařízení ve stejné síti stačilo otevřít webový prohlížeč a do adresního řádku zadat IP adresu serveru. Následně se zobrazilo úvodní instalační okno systému WordPress, ve kterém bylo možné zahájit konfiguraci aplikace.



Obrázek 37: Uvodní instalační okno WordPressu

Zdroj: Vlastní práce

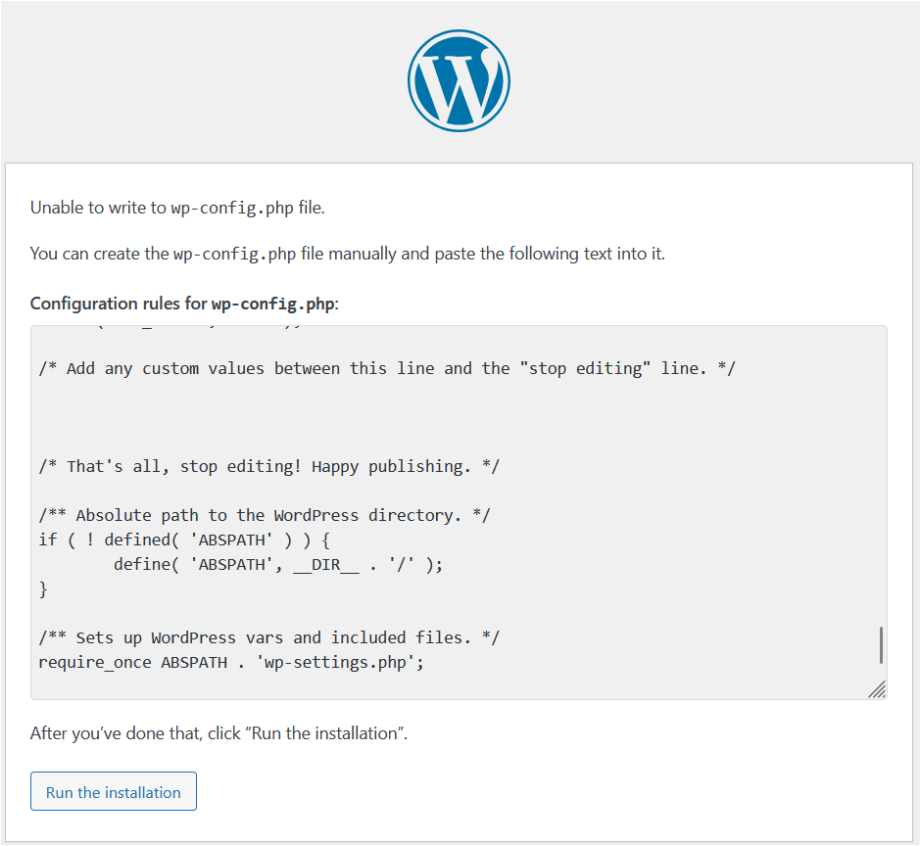
Po kliknutí na tlačítko „Let's go!“ se zobrazil formulář pro nastavení připojení k databázi. Do uvedeného formuláře bylo nutné zadat identické údaje, které byly využity při vytváření databáze a databázového uživatele v rámci předcházející kapitoly.



Obrázek 38: Nastavení připojení k databázi

Zdroj: Vlastní práce

V dalším kroku se objevila chyba, která informovala o tom, že WordPress není schopen automaticky vytvořit konfigurační soubor wp-config.php. Důvodem byla nedostatečná oprávnění k zápisu do adresáře aplikace.



Obrázek 39: Chyba při vytváření konfiguračních souborů

Zdroj: Vlastní práce

Vzniklá situace byla vyřešena manuálním vytvořením konfiguračního souboru přímo na serveru v adresáři /var/www/wordpress. Soubor byl vytvořen s využitím textového editoru nano:

nano /var/www/wordpress/wp-config.php

Následně byla upravena přístupová oprávnění tak, aby webový server Apache měl k souborům potřebný přístup:

chown -R apache:apache /var/www/wordpress a *chmod 640 /var/www/wordpress/wp-config.php*

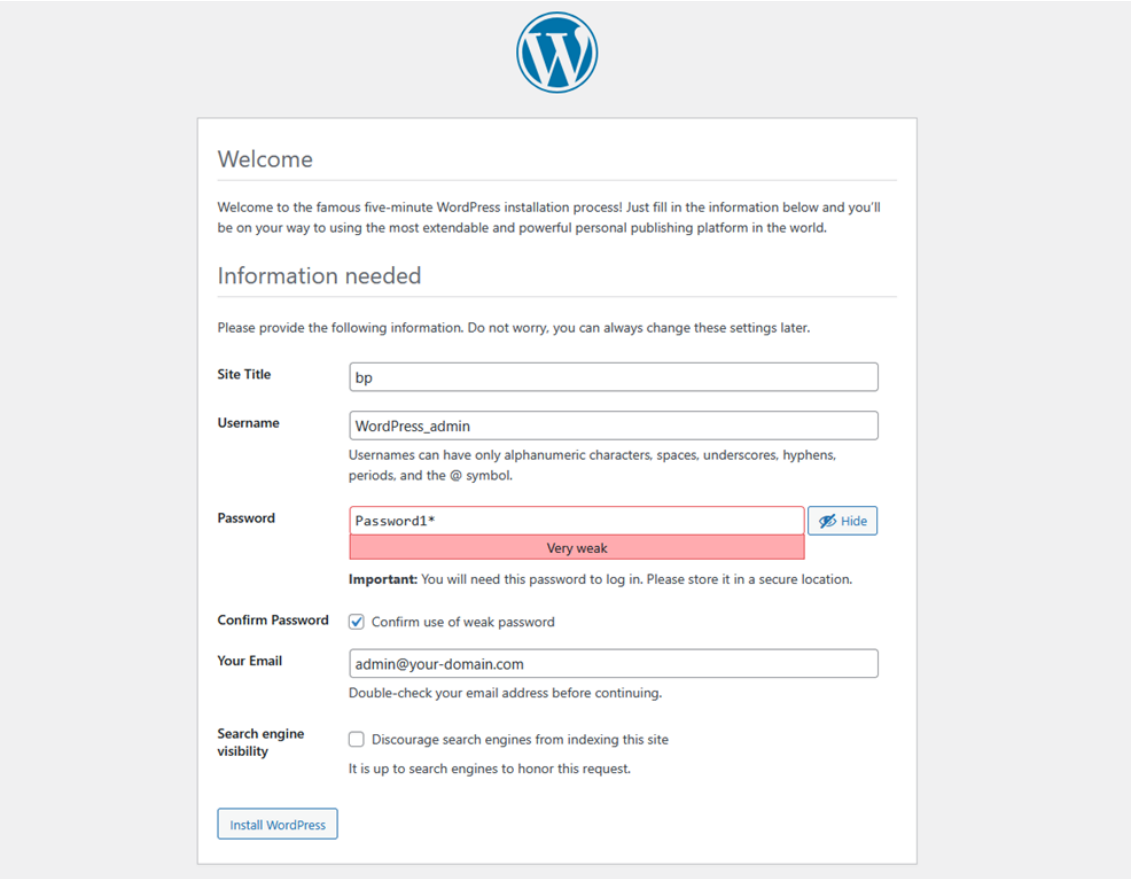
Nakonec byl webový server restartován, aby se nové změny projevily:

systemctl restart httpd

Obrázek 40: Ruční vytvoření konfiguračního souboru a úprava oprávnění

Zdroj: Vlastní práce

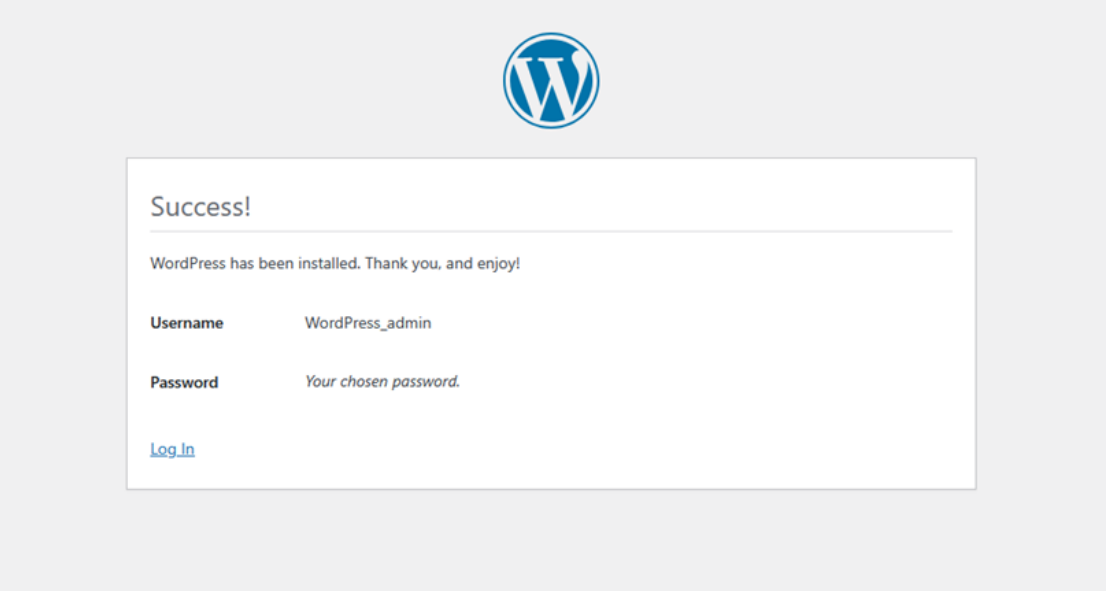
Po vyřešení tohoto problému bylo možné pokračovat v instalaci. Dalším krokem bylo vytvoření administrátorského účtu, který bude sloužit ke správě webových stránek. V rámci uvedeného kroku byl nastaven název webu, uživatelské jméno administrátora, heslo a e-mailová adresa.



Obrázek 41: Vytvoření administrátorského účtu

Zdroj: Vlastní práce

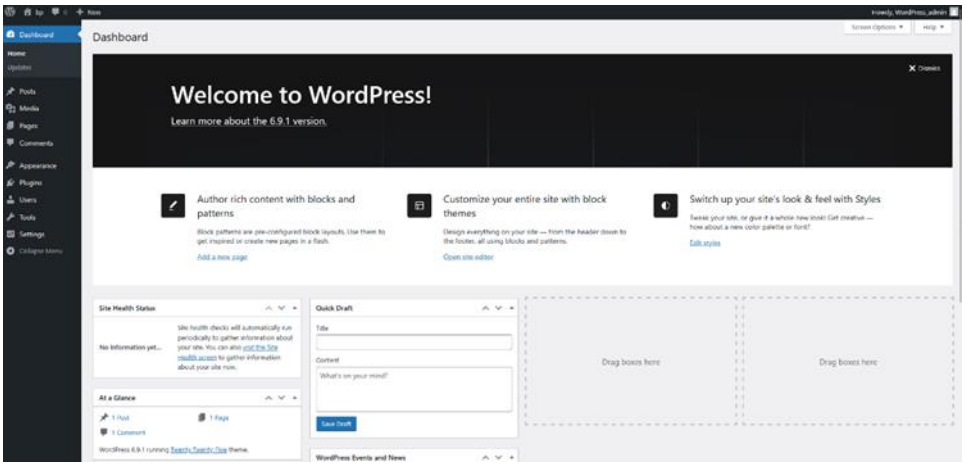
Po dokončení popsané fáze byla základní instalace systému WordPress úspěšně završena.



Obrázek 42: Dokončení instalace WordPressu

Zdroj: Vlastní práce

Následně bylo možné se do administračního rozhraní WordPressu přihlásit z libovolného zařízení v síti a začít vytvářet a spravovat webové stránky.



Obrázek 43: Administrátorské rozhraní WordPressu

Zdroj: Vlastní práce

Po dokončení instalace již databáze obsahuje základní data aplikace a na serveru běží funkční webová služba. Uvedená konfigurace následně umožnila provádět testování bezpečnosti serveru a simulovat různé typy penetračních útoků.

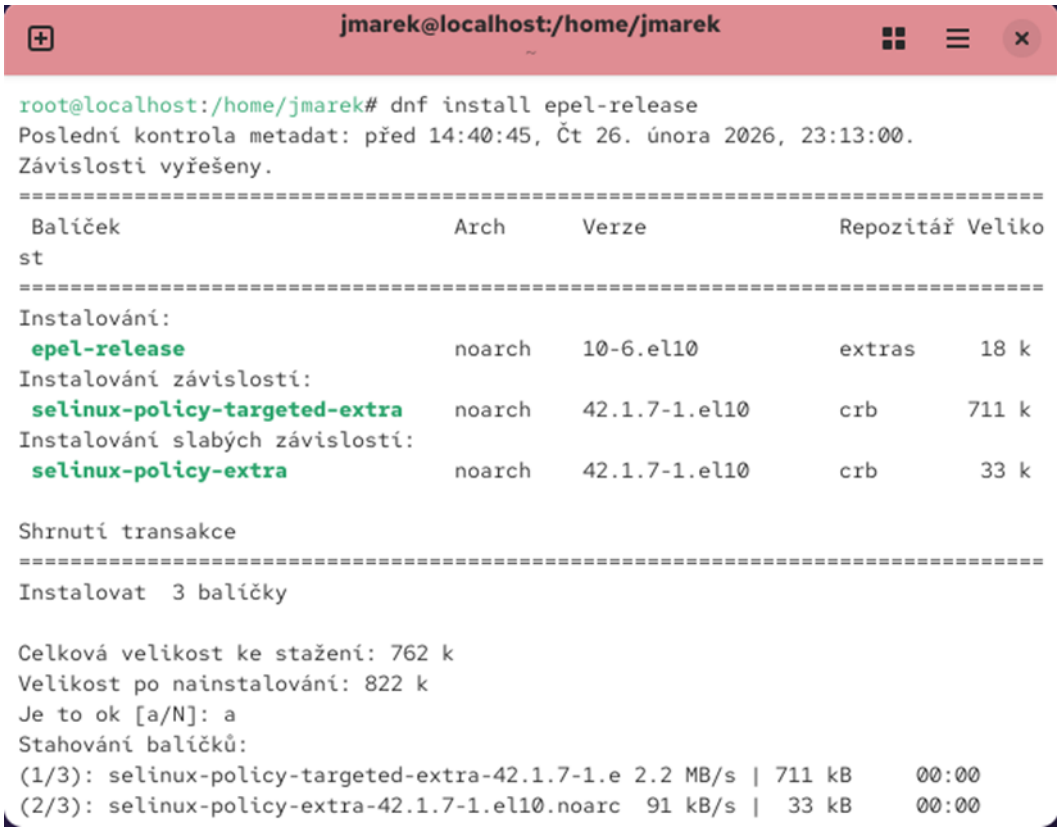
2.5 Ochrana portů a prevence brute-force (Fail2ban)

Při provozu serveru s otevřenými síťovými porty je důležité zajistit jejich ochranu před neoprávněnými pokusy o přihlášení. Jedním z nejčastějších typů útoků je takzvaný brute-force útok, při kterém útočník opakovaně zkouší různé kombinace uživatelského jména a hesla. Pro ochranu proti těmto útokům byla na server nainstalována aplikace Fail2Ban.

Uvedená aplikace monitoruje logy systému a při opakovaných neúspěšných pokusech o přihlášení automaticky zablokuje IP adresu útočníka pomocí firewallu.

Protože balíček Fail2Ban není součástí základních repozitářů distribuce AlmaLinux, bylo nejprve nutné přidat rozšiřující repozitář EPEL pomocí příkazu:

dnf install epel-release

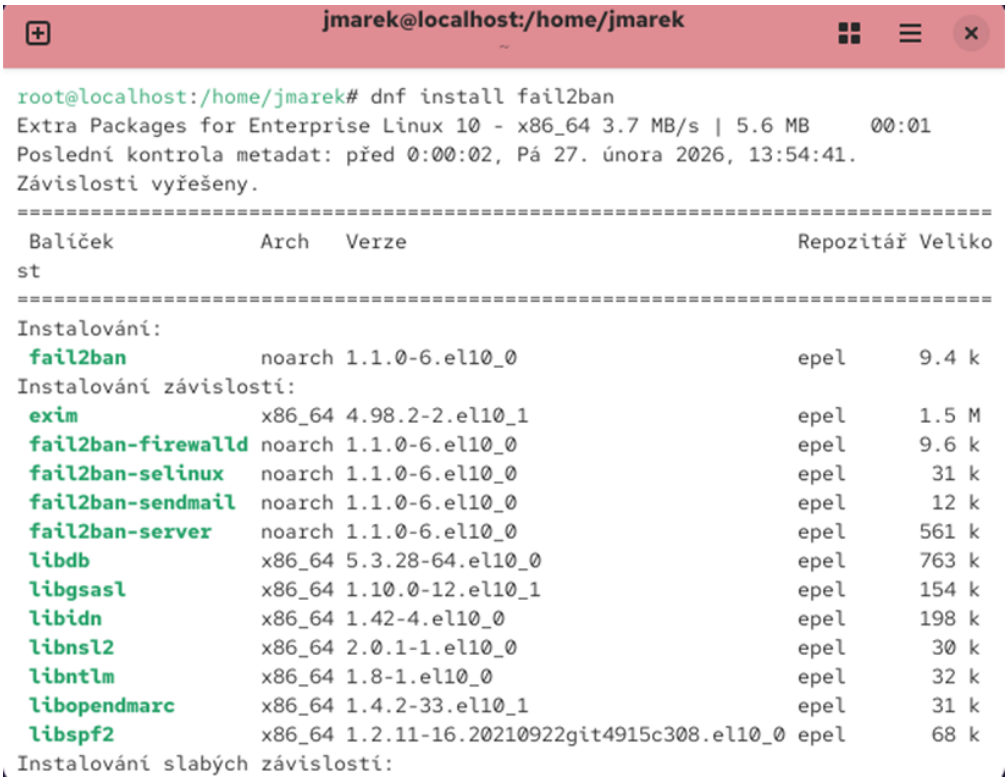


Obrázek 44: Přidání EPEL repozitáře

Zdroj: Vlastní práce

Po přidání repozitáře bylo možné aplikaci nainstalovat pomocí příkazu:

dnf install fail2ban



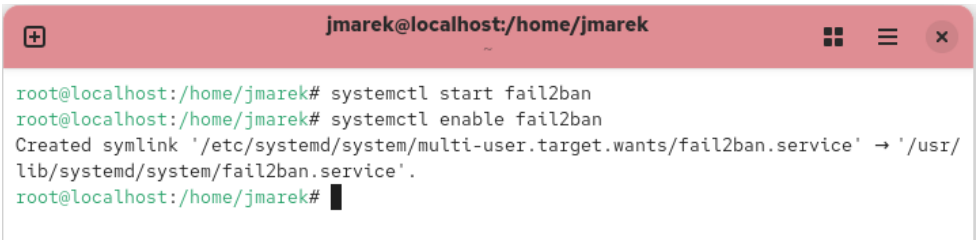
Obrázek 45: Instalace aplikace Fail2Ban

Zdroj: Vlastní práce

Po instalaci byla služba spuštěna a zároveň nastavena pro automatické spouštění při startu systému:

systemctl start fail2ban

systemctl enable fail2ban

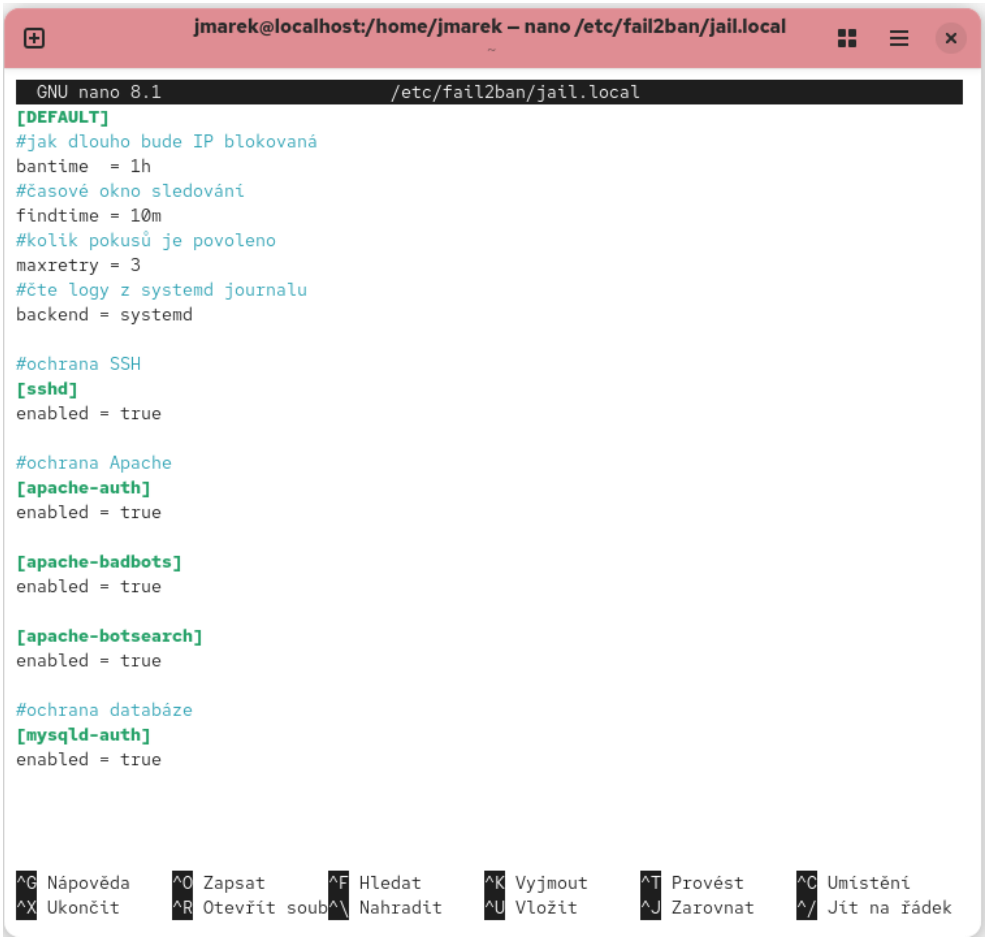


Obrázek 46: Spuštění služby Fail2Ban

Zdroj: Vlastní práce

Následně bylo nutné vytvořit a nakonfigurovat soubor jail.local, který slouží pro vlastní nastavení aplikace:

nano /etc/fail2ban/jail.local



Obrázek 47: Konfigurace aplikace Fail2Ban

Zdroj: Vlastní práce

Po provedení změn bylo nutné službu restartovat:

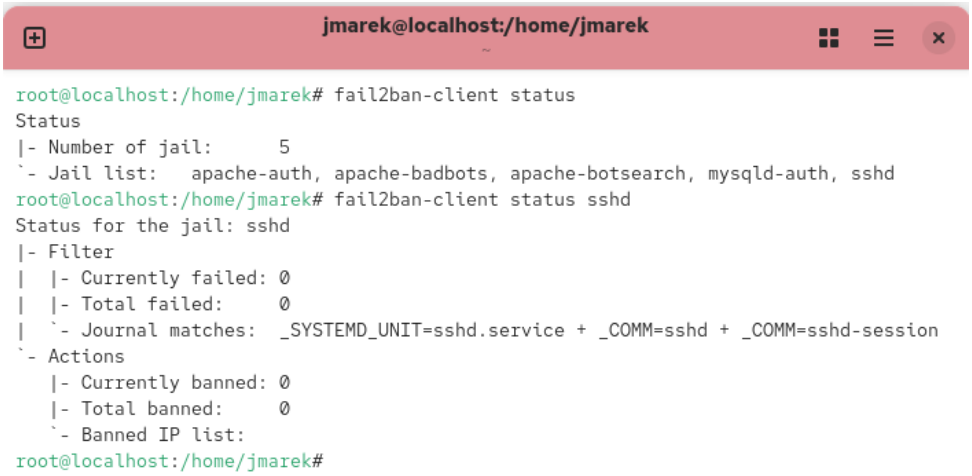
systemctl restart fail2ban

Funkčnost aplikace lze ověřit pomocí příkazů:

fail2ban-client status

fail2ban-client status sshd

Prostřednictvím uvedených příkazů byly zobrazeny aktivní ochranné mechanismy a seznam aktuálně blokovaných IP adres.



Obrázek 48: Kontrola stavu aplikace Fail2Ban

Zdroj: Vlastní práce

Aplikace Fail2Ban je běžně využívána při správě serverů jako ochrana proti automatizovaným útokům na služby, jako je například SSH.

2.6 Zálohování a obnova dat

Zálohování je důležitou součástí zabezpečení serveru. V případě, že dojde k napadení serveru, ztrátě dat nebo chybě administrátora, je možné data obnovit ze záloh a minimalizovat tak vzniklé škody.

Zálohování lze provádět ručně, kdy administrátor spouští jednotlivé příkazy pro vytvoření zálohy a její následné odeslání na zálohovací server pomocí SSH. Efektivnější variantou je automatické zálohování pomocí skriptu, který využívá nástroj rsync pro přenos dat. Skript je následně spouštěn automaticky v nastavený čas pomocí nástroje cron.

2.6.1 Co bylo zálohováno

Je důležité správně zvolit, která data budou zálohována. Zálohování celého operačního systému by bylo zbytečně náročné na čas i úložiště.

V rámci této práce byly zálohovány následující části:

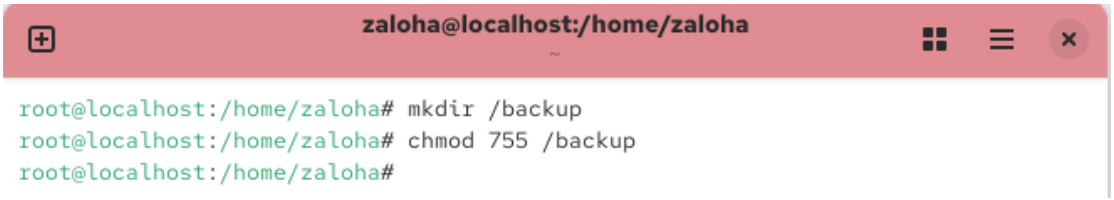
- Databáze MariaDB, která obsahuje veškerá data redakčního systému WordPress (například uživatelské účty, příspěvky a nastavení).
- Soubory WordPressu, uložené ve složce /var/www/wordpress.
- Konfigurace serveru, uložená ve složce /etc.

2.6.2 Automatické zálohování

Zvolená implementace využívá skript pro automatické a plné zálohování, čímž eliminuje neefektivitu ručního procesu. Při každém spuštění dochází k ukládání všech vybraných dat, což usnadňuje technické provedení a zajišťuje kompletní obnovu systému, přestože zvolený postup klade vyšší nároky na úložný prostor.

Nejprve byla vytvořena složka pro ukládání záloh:

mkdir /backup

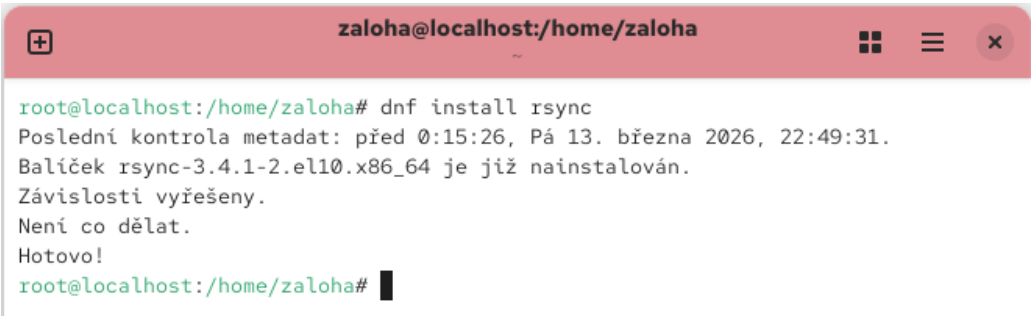


Obrázek 49: Vytvoření složky pro zálohy

Zdroj: Vlastní práce

Pro přenos dat mezi servery byl použit nástroj rsync. Bylo ověřeno, že je nainstalován pomocí příkazu:

dnf install rsync



Obrázek 50: Instalace aplikace rsync

Zdroj: Vlastní práce

Dále byl vytvořen SSH klíč, který umožňuje bezpečné a automatizované přihlášení bez nutnosti zadávání hesla:

ssh-keygen

Obrázek 51: Vytvoření SSH klíče

Zdroj: Vlastní práce

Veřejný klíč byl následně zkopírován na zálohovaný server:

ssh-copy-id -p 32 jmarek@192.168.0.10.

Obrázek 52: Přenos SSH klíče

Zdroj: Vlastní práce

Poté byl vytvořen skript pro automatické zálohování:

nano /home/zaloha/backup.sh

Obrázek 53: Skript pro automatickou zálohu

Zdroj: Vlastní práce

Skriptu byla nastavena spustitelná oprávnění:

chmod 755 backup.sh

Pro automatické spouštění skriptu byl použit nástroj cron:

crontab -e

Do nástroje zadáme příkaz, který bude skript, spouštět vždy ve dvě hodiny ráno:

*0 2 * * * /home/zaloha/backup.sh*

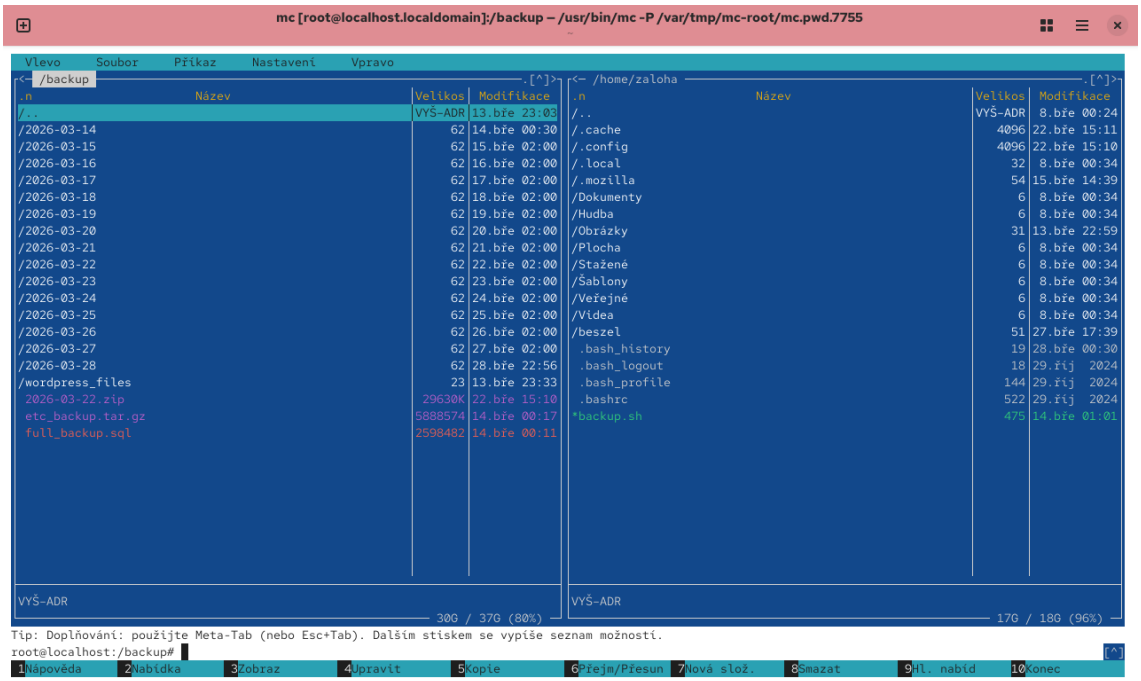
Obrázek 54: Automatické spuštění skriptu

Zdroj: Vlastní práce

Navrženým způsobem bylo zajištěno pravidelné a automatické zálohování dat bez nutnosti zásahu administrátora.

2.6.3 Obnova dat

Po určité době provozu obou serverů bylo možné pomocí nástroje Midnight Commander ověřit, že zálohování probíhá správně a záložní soubory jsou ukládány do příslušné složky.



Obrázek 55: Kontrola záloh

Zdroj: Vlastní práce

V případě ztráty nebo poškození dat je samozřejmě možné provést jejich obnovu ze záloh.

Obnova souborů WordPressu a konfigurace serveru probíhá zpětným přenosem dat ze zálohovacího serveru pomocí nástroje rsync. Pro ověření funkčnosti obnovy byl použit následující příkaz:

rsync -avz --dry-run -e “ssh -p 32”/backup/2026-03-28/wordpress/ jmarek@192.168.0.10:/var/www/wordpress/

Parametr *--dry-run* zajistí, že nedojde k reálným změnám souborů, ale pouze k simulaci operace. Díky tomu lze bezpečně ověřit správnost nastavení. Stejný postup lze použít také pro obnovu konfiguračních souborů ze složky /etc.

Obrázek 56: Test obnovy souborů WordPressu

Zdroj: Vlastní práce

Obnova databáze probíhá importem SQL souboru pomocí nástroje mysql. K tomu slouží následující příkaz:

cat /backup/2026-03-28/db_backup.sql | ssh -p 32 jmarek@192.168.0.10 "mysql -u backup -p"

Po spuštění příkazu je uživatel vyzván k zadání hesla databázového uživatele. Následně dojde k obnovení databáze ze záložního souboru.

2.7 Monitoring zdraví serveru

Monitoring představuje důležitou součást správy a zabezpečení serveru. Slouží ke sledování zatížení procesoru, využití operační paměti, teploty a dalších systémových metrik. Díky monitoringu lze včas odhalit problémy a reagovat na nestandardní chování systému.

Existuje velké množství nástrojů pro monitoring serverů. Mezi nejznámější patří Zabbix nebo Netdata.

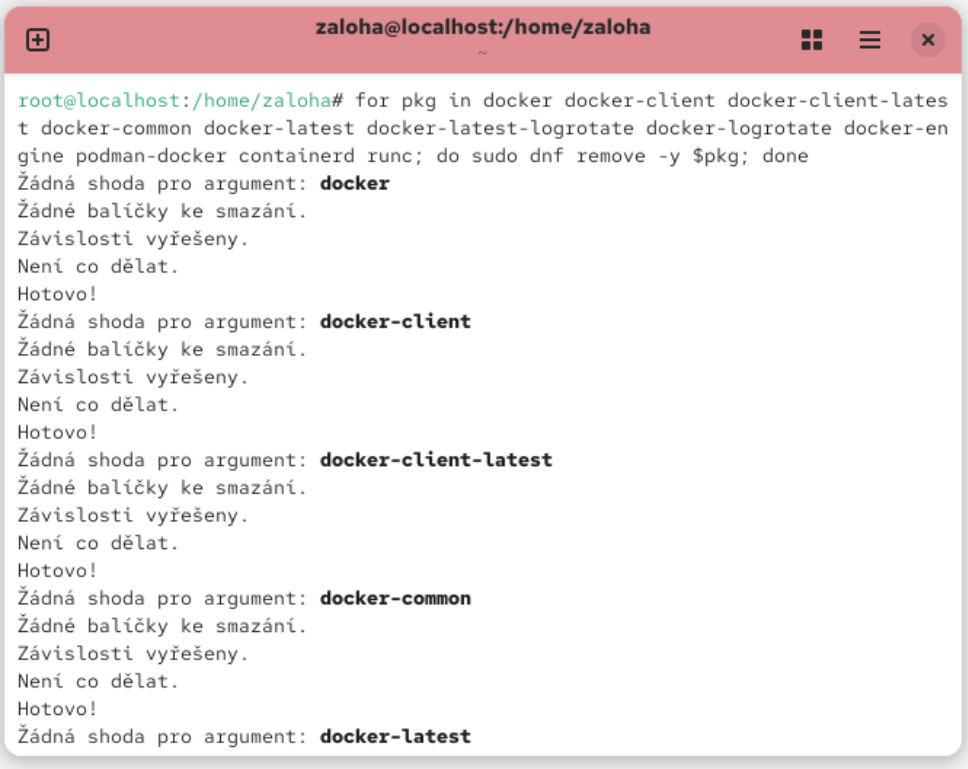
Pro účely této práce byla zvolena aplikace Beszel, která je open source a nabízí jednodušší nasazení vhodné pro menší serverové infrastruktury. Aplikace umožňuje sledování základních systémových informací a poskytuje přehledné webové rozhraní.

Na zálohovacím serveru byl vytvořen centrální uzel (hub), na kterém běží samotná aplikace. Následně byl přidán monitorovaný server pomocí agenta, který odesílá data do centrální aplikace. Počet agentů není omezen.

2.7.1 Instalace aplikace Beszel

Instalace začíná vytvořením centrálního uzlu na zálohovacím serveru. Nejprve byly odstraněny případné konfliktní balíčky:

for pkg in docker docker-client docker-client-latest docker-common docker-latest docker-latest-logrotate docker-logrotate docker-engine podman-docker containerd runc; do sudo dnf remove -y $pkg; done

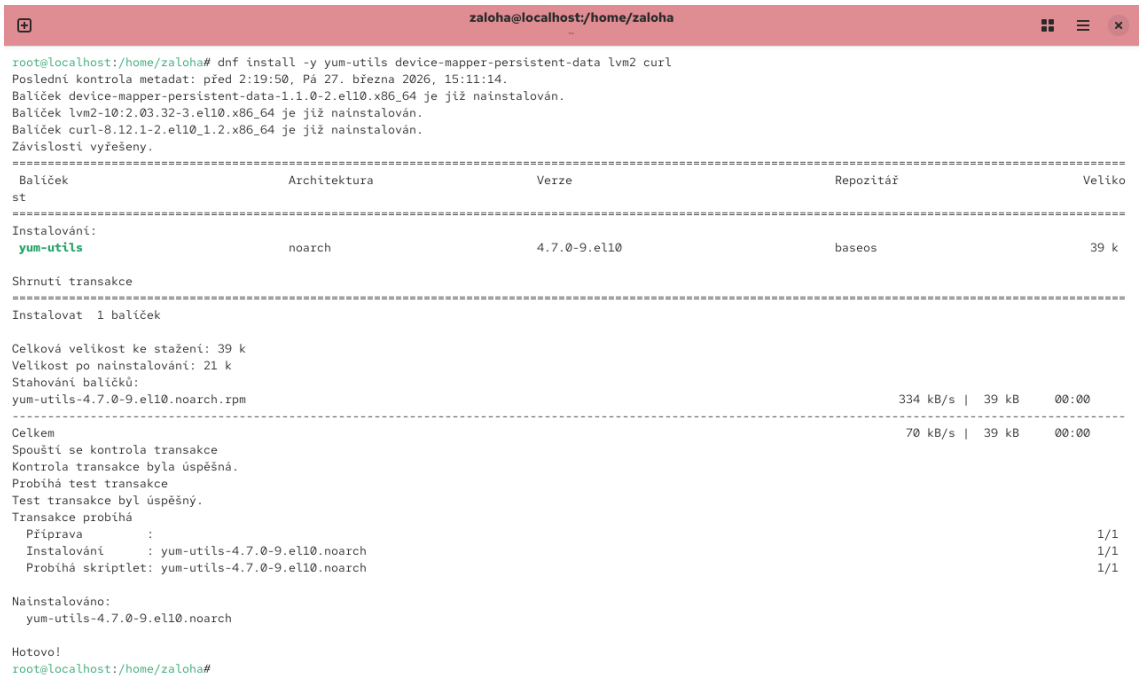


Obrázek 57: Odstranění balíčků

Zdroj: Vlastní práce

Následně byly nainstalovány základní nástroje potřebné pro instalaci:

dnf install -y yum-utils device-mapper-persistent-data lvm2 curl

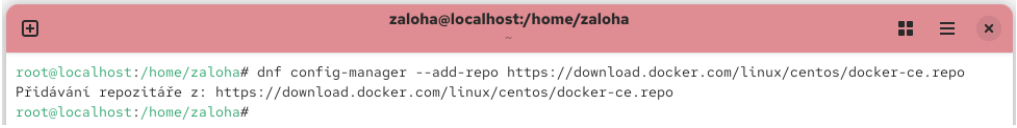


Obrázek 58: Instalace nástrojů

Zdroj: Vlastní práce

Byl přidán repozitář pro instalaci Dockeru:

dnf config-manager --add-repo https://download.docker.com/linux/centos/docker-ce.repo

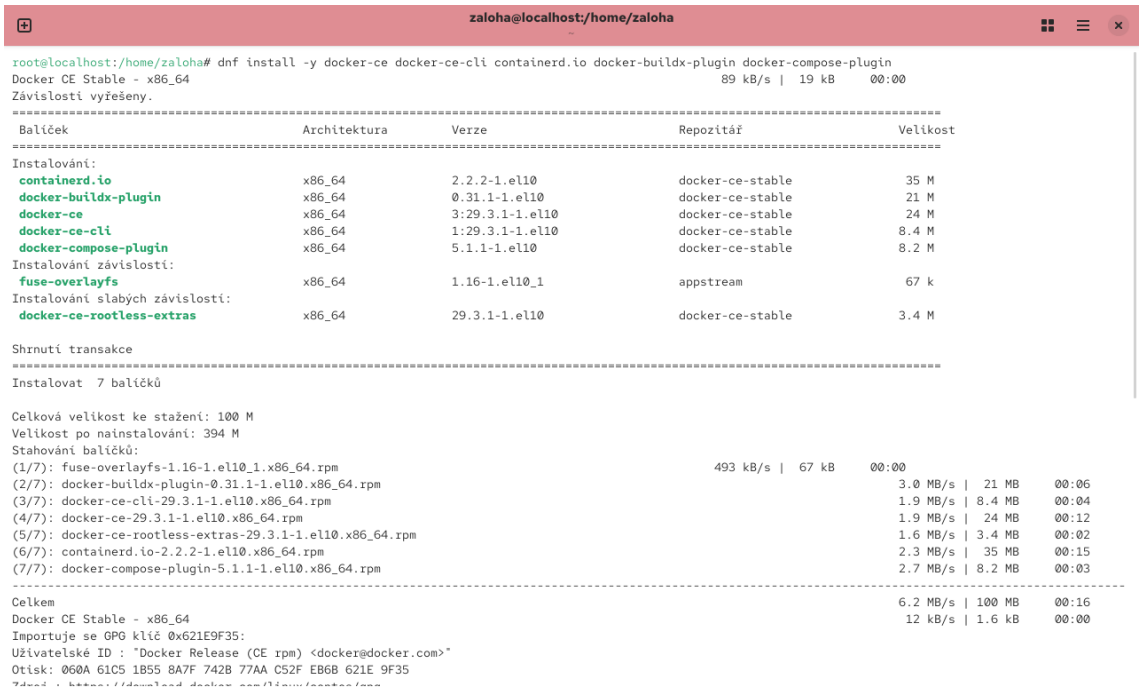


Obrázek 59: Přidaní repozitáře

Zdroj: Vlastní práce

Následně byl nainstalován Docker a jeho komponenty:

dnf install -y docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin

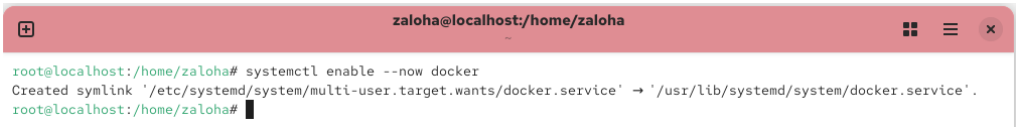


Obrázek 60: Instalace Dockeru

Zdroj: Vlastní práce

Služba Docker byla povolena a spuštěna:

systemctl enable --now docker



Obrázek 61: Spuštění služby Docker

Zdroj: Vlastní práce

Funkčnost byla ověřena příkazem:

docker run hello-world

Obrázek 62: Ověření funkčnosti Dockeru

Zdroj: Vlastní práce

Byl vytvořen pracovní adresář pro aplikaci:

mkdir beszel && cd beszel

Následně byl vytvořen konfigurační soubor:

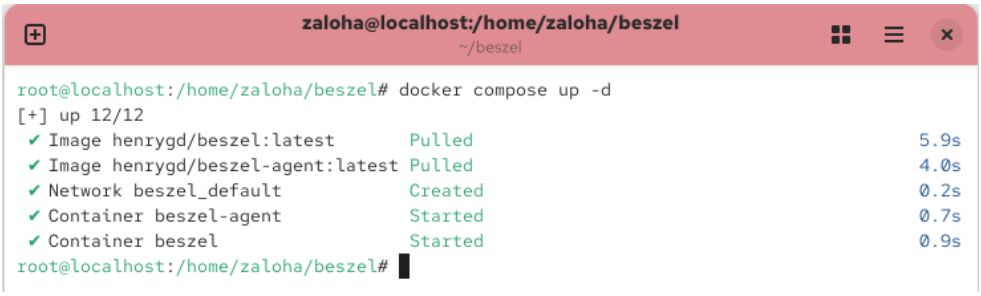
nano docker-compose.yml

Obrázek 63: Konfigurační soubor

Zdroj: Vlastní práce

Aplikace byla spuštěna pomocí Docker Compose:

docker compose up -d

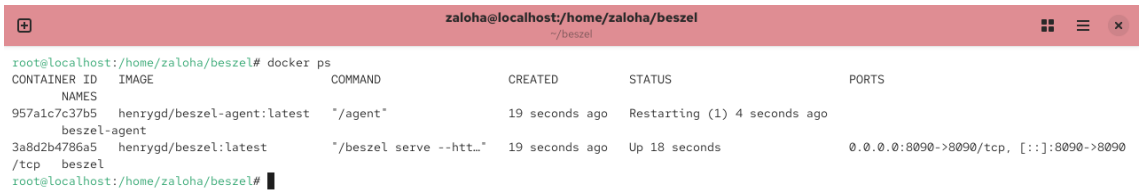


Obrázek 64: Spuštění aplikace Beszel

Zdroj: Vlastní práce

Správná funkčnost byla ověřena příkazem:

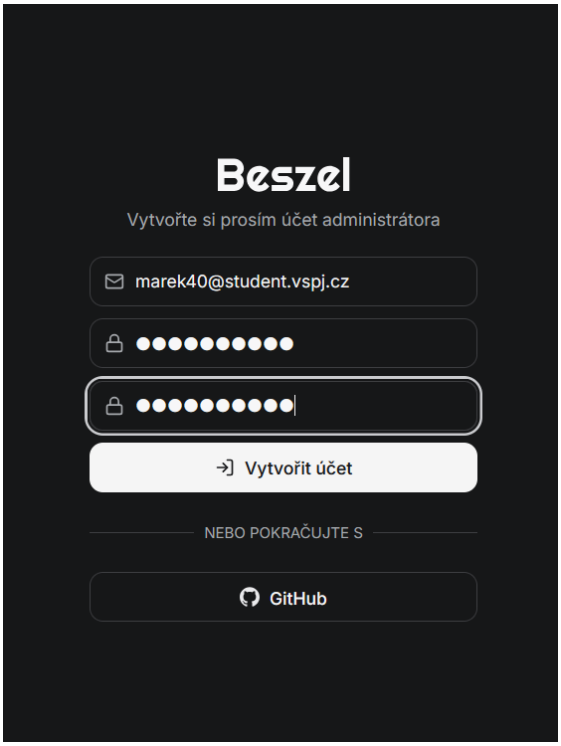
docker ps



Obrázek 65: Kontrola běžících kontejnerů

Zdroj: Vlastní práce

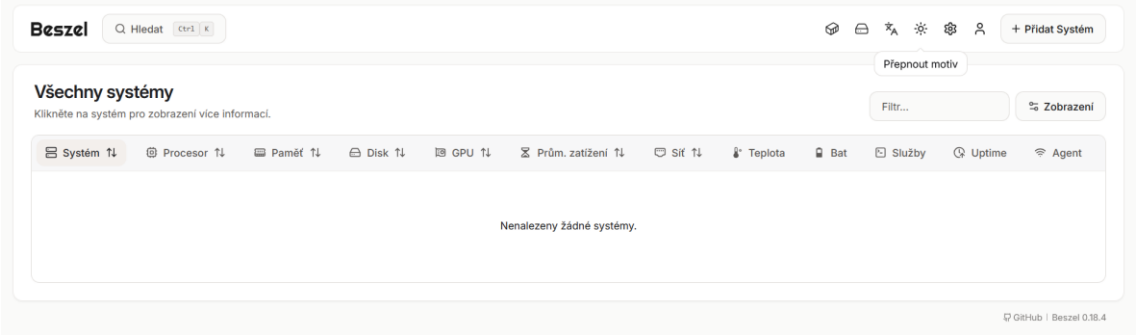
Webové rozhraní bylo dostupné zadáním adresy: http://192.168.0.11:8090. Po otevření stránky byl vytvořen administrátorský účet.



Obrázek 66: Vytvoření administrátorského účtu

Zdroj: Vlastní práce

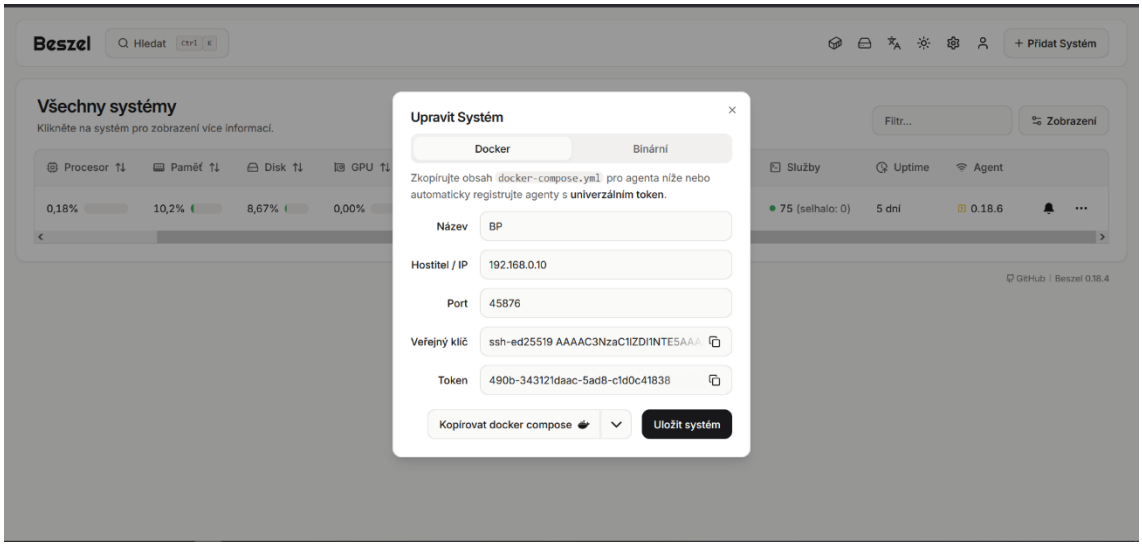
Po přihlášení do aplikace je dostupné přehledné rozhraní pro správu a monitoring serverů.



Obrázek 67: Uživatelské rozhraní aplikace

Zdroj: Vlastní práce

Pro přidání serveru byl použit formulář v aplikaci, kde byly zadány potřebné údaje.



Obrázek 68: Přidání monitorovaného serveru

Zdroj: Vlastní práce

Následně byl zkopírován veřejný klíč a vložen do konfiguračního souboru na serveru kde běží aplikace.

Na monitorovaném serveru byl nainstalován agent pomocí příkazu:

curl -sL https://raw.githubusercontent.com/henrygd/beszel/main/supplemental/scripts/install-agent.sh -o install-agent.sh && chmod +x install-agent.sh && ./install-agent.sh

Systém nás vyzve k zadání veřejného klíče a po jeho zadání spolu komunikuje agent s dockem.

Obrázek 69: Instalace agenta

Zdroj: Vlastní práce

Po instalaci agenta byl povolen potřebný port na firewallu:

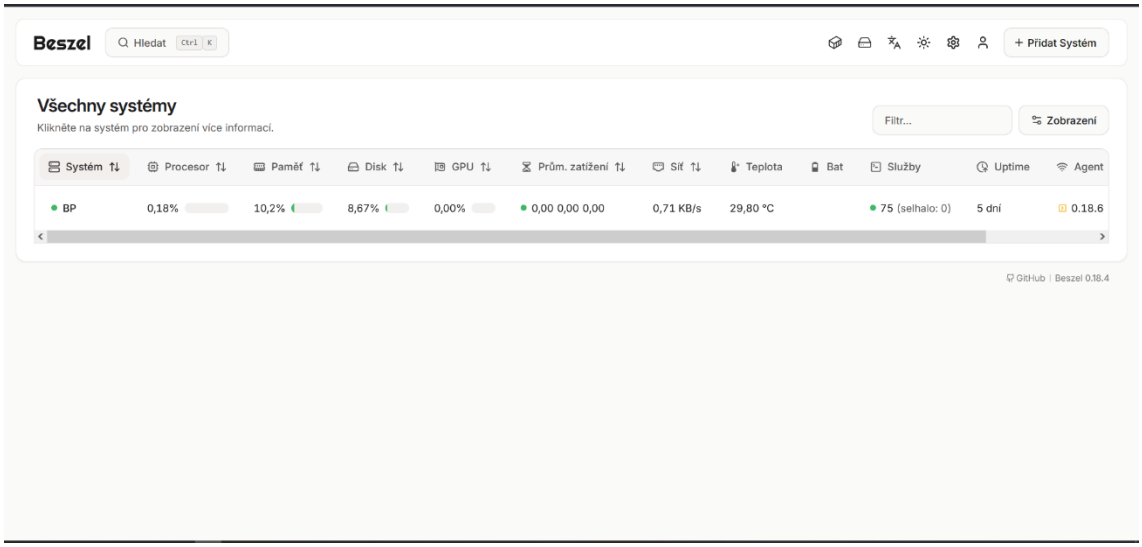
firewall-cmd –zone=public –permanent –add-port=45876/tcp

firewall-cmd –reload

Obrázek 70: Povolení portu na firewallu

Zdroj: Vlastní práce

Po dokončení konfigurace probíhá komunikace mezi agentem a centrální aplikací a jsou zobrazována monitorovací data serveru.



Obrázek 71: Ukázka monitoringu serveru

Zdroj: Vlastní práce

2.8 Penetrační a zátěžové testy (kontrolované útoky)

Ověření bezpečnosti serveru je důležitou součástí celého návrhu. Nestačí pouze služby nainstalovat a nakonfigurovat, ale je nutné také prakticky ověřit, zda jsou jednotlivá opatření skutečně funkční a dokážou odolat běžným útokům. K realizaci slouží penetrační testování, při kterém se simulují reálné útoky na server.

Pro testování byla využita specializovaná linuxová distribuce Kali Linux, která obsahuje velké množství nástrojů určených pro bezpečnostní analýzu. Díky tomu není nutné jednotlivé nástroje instalovat samostatně a lze se soustředit přímo na testování.

2.8.1 Skenování portů NMAP

Skenování portů představuje základní krok při analýze cílového serveru. Pomocí nástroje Nmap (Network Mapper) lze zjistit, jaké služby na serveru běží, na jakých portech naslouchají a v některých případech také jejich verze.

Základní sken lze provést jednoduchým příkazem:

nmap 192.168.0.10

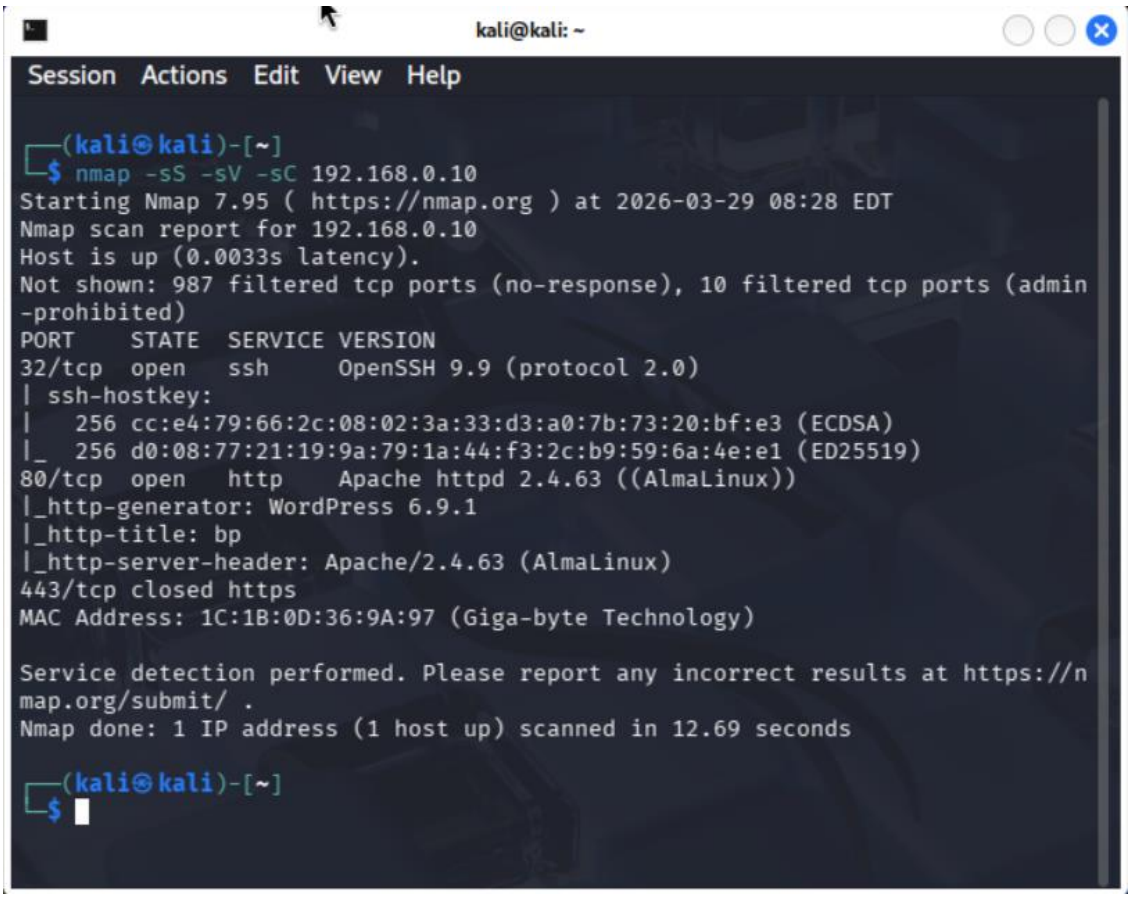
Výstup poskytne přehled otevřených portů, ale neobsahuje detailní informace o službách. Pro hlubší analýzu byl použit rozšířený příkaz:

nmap -sS -sV -sC 192.168.0.10

Použité parametry mají následující význam:

- -sS – provádí tzv. SYN scan (poloviční otevření spojení), který je rychlý a méně nápadný,
- -sV – zjišťuje verze běžících služeb,
- -sC – spouští základní skripty pro detekci zranitelností.

Výsledkem skenování je detailní přehled o běžících službách, například SSH, webového serveru Apache nebo databáze. V prostředí lokální sítě je navíc možné zobrazit i MAC adresu zařízení, protože komunikace probíhá na nižších vrstvách síťového modelu.



Obrázek 72: Skenování portů pomocí NMAP

Zdroj: Vlastní práce

2.8.2 SQL injection

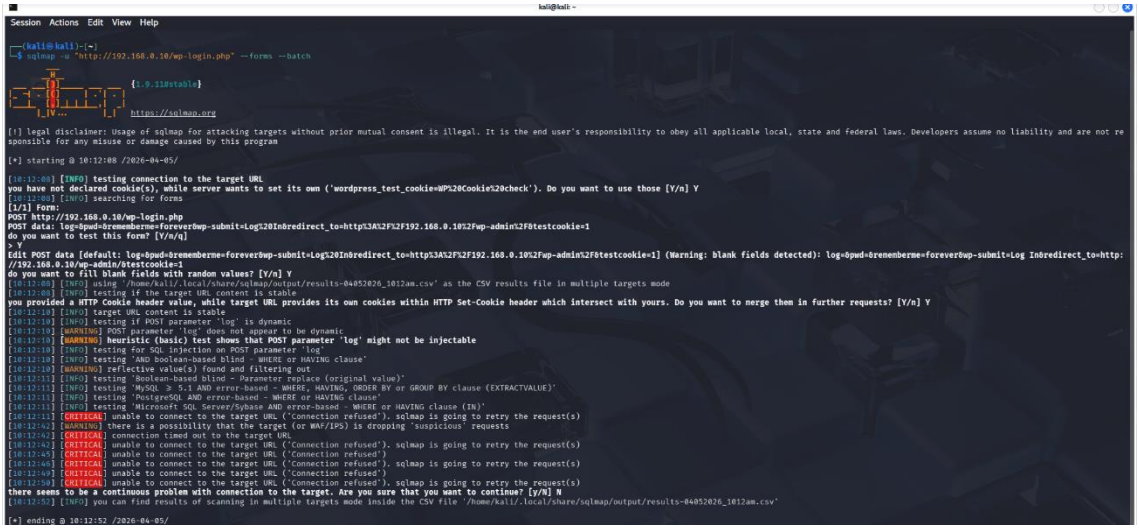
SQL injection patří mezi nejčastější útoky na webové aplikace, které komunikují s databází. Vzniká v případě, kdy aplikace nedostatečně kontroluje vstupy od uživatele a tyto vstupy jsou následně přímo použity v SQL dotazech. Útočník tak může upravit databázový dotaz a získat přístup k citlivým datům, případně data měnit nebo mazat.

V rámci testování byl proveden pokus o útok na přihlašovací formulář administrace systému WordPress na adrese:

http://192.168.0.10/wp-login.php

Nejprve bylo ověřeno, zda je formulář zranitelný pomocí nástroje sqlmap:

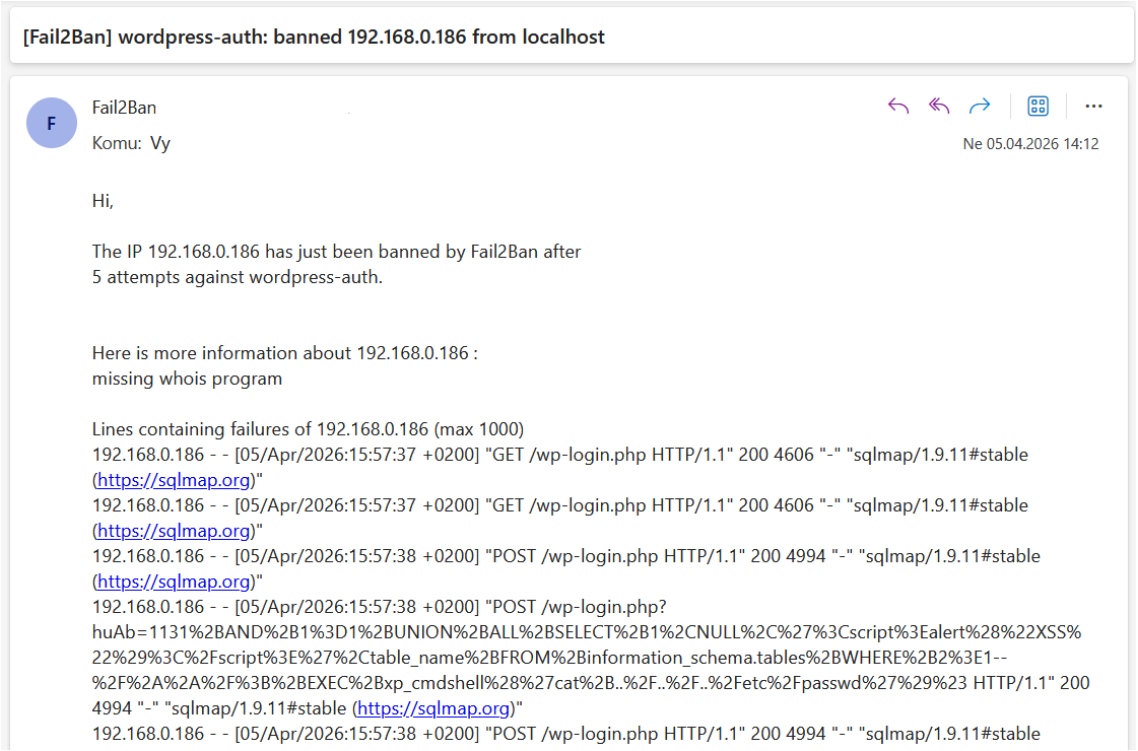
sqlmap -u "http://192.168.0.10/wp-login.php" --forms –batch



Obrázek 73: Útok pomocí SQL injection

Zdroj: Vlastní práce

Výsledky testování ukázaly, že formulář není zranitelný vůči SQL injection. WordPress obsahuje vlastní ochranné mechanismy proti tomuto typu útoku a další vrstvu ochrany poskytuje nástroj Fail2ban, který při opakovaných pokusech blokuje IP adresu útočníka.



Obrázek 74: Informace o zablokování IP adresy

Zdroj: Vlastní práce

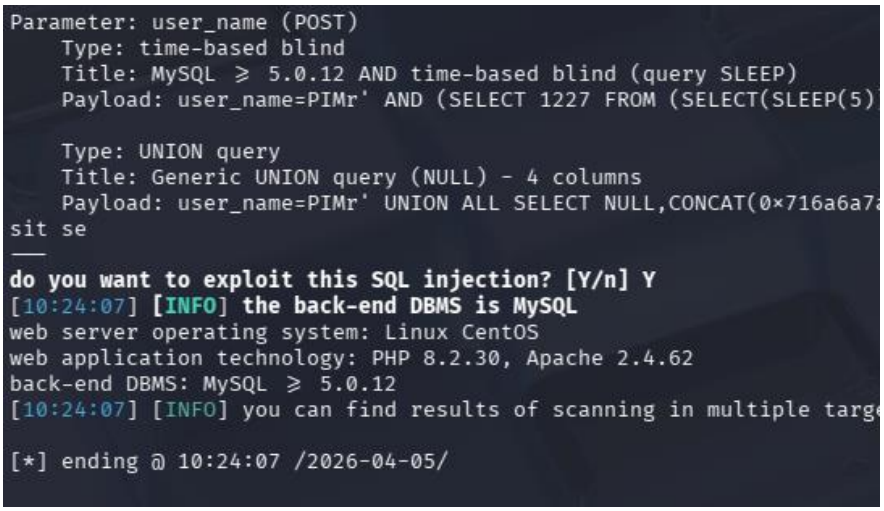
Pro demonstraci principu útoku byl následně použit vlastní testovací web, který nebyl dostatečně zabezpečen. Testovací aplikace se nachází na adrese:

https://alpha.kts.vspj.cz/~marek40/tis/Zaverecna_prace/prihlaseni.php

Nejprve bylo ověřeno, zda je formulář zranitelný:

*sqlmap -u "*https://alpha.kts.vspj.cz/~marek40/tis/Zaverecna_prace/prihlaseni.php

" --forms –batch

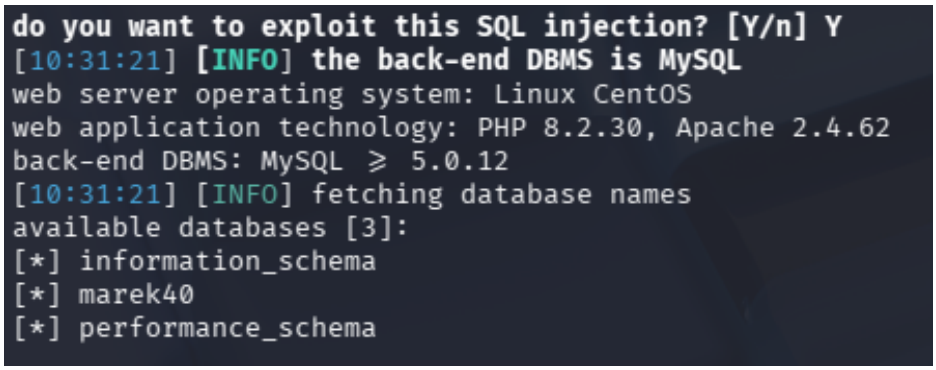


Obrázek 75: Zjištění informace o databázi a serveru

Zdroj: Vlastní práce

Po potvrzení zranitelnosti bylo možné zjistit seznam databází:

sqlmap -u "https://alpha.kts.vspj.cz/~marek40/tis/Zaverecna_prace/prihlaseni.php" --forms --batch --dbs

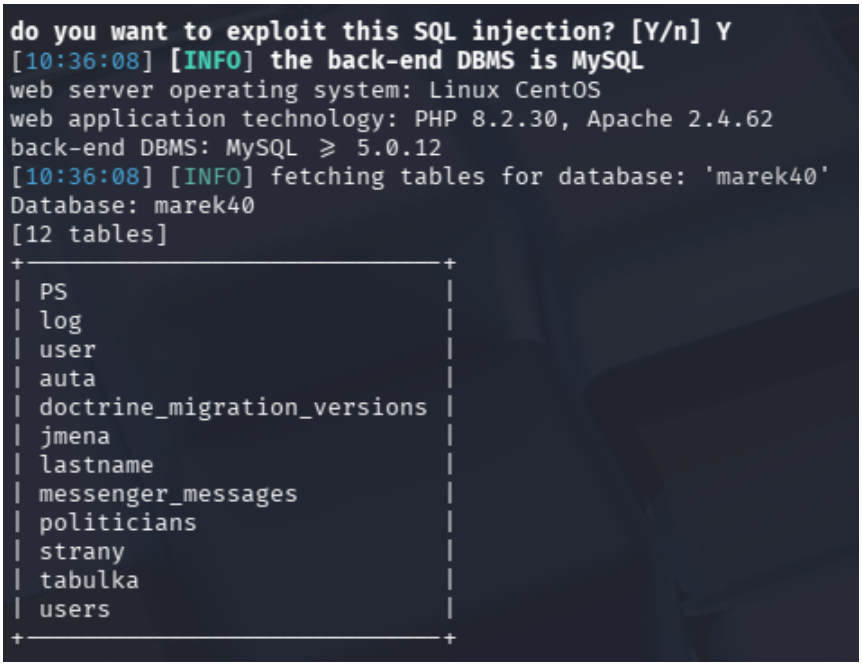


Obrázek 76: Zjištění názvu databází

Zdroj: Vlastní práce

Byly nalezeny databáze information_schema, performance_schema a databáze marek40. Následně byl proveden výpis tabulek z databáze marek40:

sqlmap -u "https://alpha.kts.vspj.cz/~marek40/tis/Zaverecna_prace/prihlaseni.php" --forms --batch -D marek40 --tables

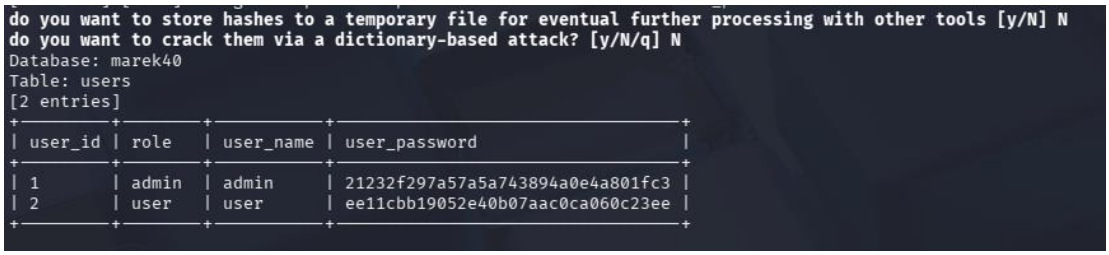


Obrázek 77: Názvy tabulek

Zdroj: Vlastní práce

Po získání seznamu tabulek bylo možné zobrazit i jejich obsah:

sqlmap -u "https://alpha.kts.vspj.cz/~marek40/tis/Zaverecna_prace/prihlaseni.php" --forms --batch -D marek40 -T users --dump



Obrázek 78: Data v tabulce

Zdroj: Vlastní práce

Výsledky ukázaly, že bez správného zabezpečení je možné velmi snadno získat citlivá data z databáze.

Při testování byly využity následující parametry sqlmap:

- -u "URL": určuje cílovou adresu webové stránky,
- --forms: automaticky vyhledá HTML formuláře na stránce,
- --batch: automaticky potvrzuje všechny dotazy nástroje,
- --dbs: zobrazí seznam dostupných databází,
- -D [název]: zvolí konkrétní databázi,
- --tables: zobrazí tabulky ve vybrané databázi,
- -T [název]: vybere konkrétní tabulku,
- --dump: vypíše obsah tabulky.

Základní ochranou proti SQL injection je především používání parametrizovaných dotazů (prepared statements), validace vstupů a omezení oprávnění databázových uživatelů. Pouhé blokování některých znaků, jako jsou uvozovky nebo závorky, není dostatečné a nepředstavuje bezpečné řešení.

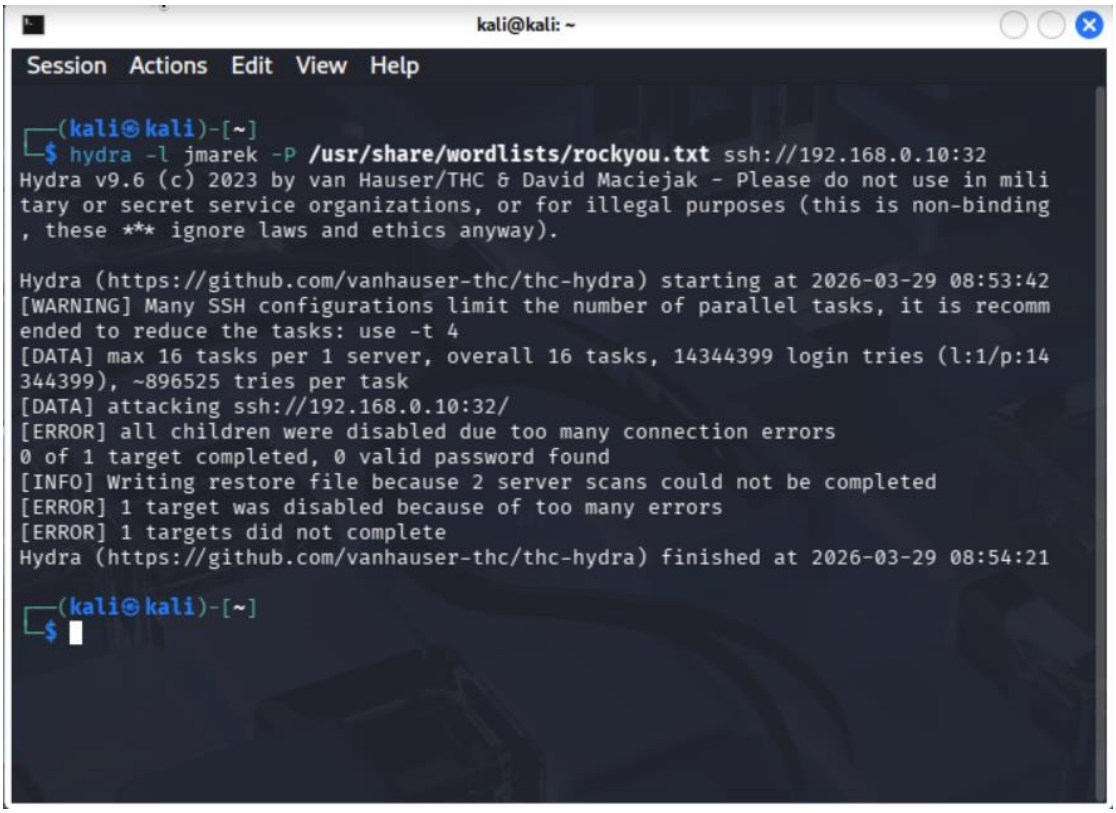
2.8.3 Brue Force útok

Brute force útok je založen na opakovaném zkoušení přihlašovacích údajů. Útočník postupně testuje různé kombinace jmen a hesel, dokud nezíská přístup. Uvedený typ útoku byl charakterizován vysokou mírou jednoduchosti, avšak v případě volby slabého hesla mohl být vyhodnocen jako úspěšný.

V rámci testování byl útok simulován na službě SSH. Ochrana proti tomuto typu útoku byla řešena pomocí nástroje Fail2ban, který sleduje neúspěšné pokusy o přihlášení a po překročení stanoveného limitu zablokuje IP adresu útočníka.

Existuje mnoho nástrojů, pomocí kterých lze brute force útok provádět. Jedním z nejznámějších je aplikace Hydra. Pro testování byl použit následující příkaz:

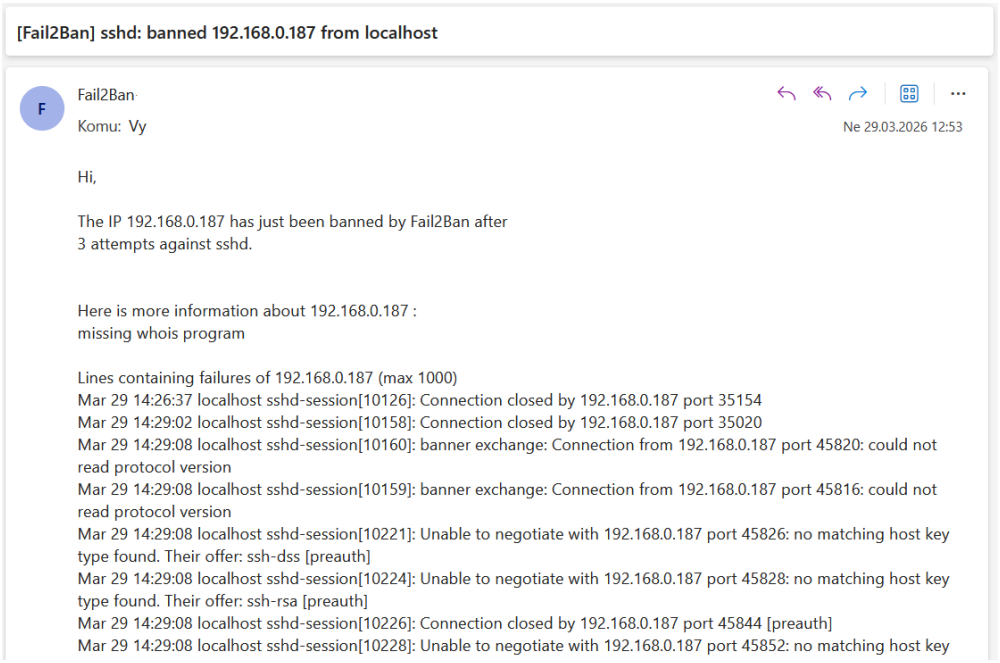
hydra -l jmarek -P /usr/share/wordlists/rockyou.txt ssh://192.168.0.10:32



Obrázek 79: Ukázka útoků

Zdroj: Vlastní práce

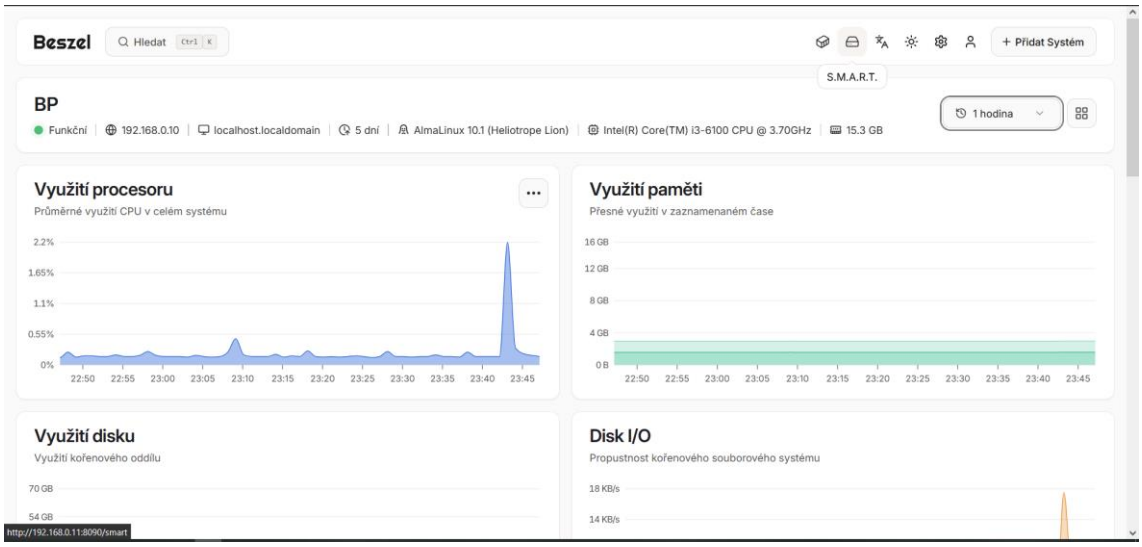
Z výsledků je patrné, že k narušení serveru nedošlo, protože server po několika neúspěšných pokusech zablokoval IP adresu, ze které útok přicházel. Současně byl doručen informační e-mail o zablokování IP adresy z nástroje Fail2ban.



Obrázek 80: Informace o zablokování IP adresy

Zdroj: Vlastní práce

Zátěž způsobená útokem se projevila také ve zvýšeném využití systémových prostředků, což bylo možné sledovat v monitorovací aplikaci.



Obrázek 81: Zvýšení zatížení serveru

Zdroj: Vlastní práce

Testování prokázalo, že při správné konfiguraci dochází k automatickému zablokování přístupu již po několika neúspěšných pokusech, což výrazně zvyšuje bezpečnost serveru.

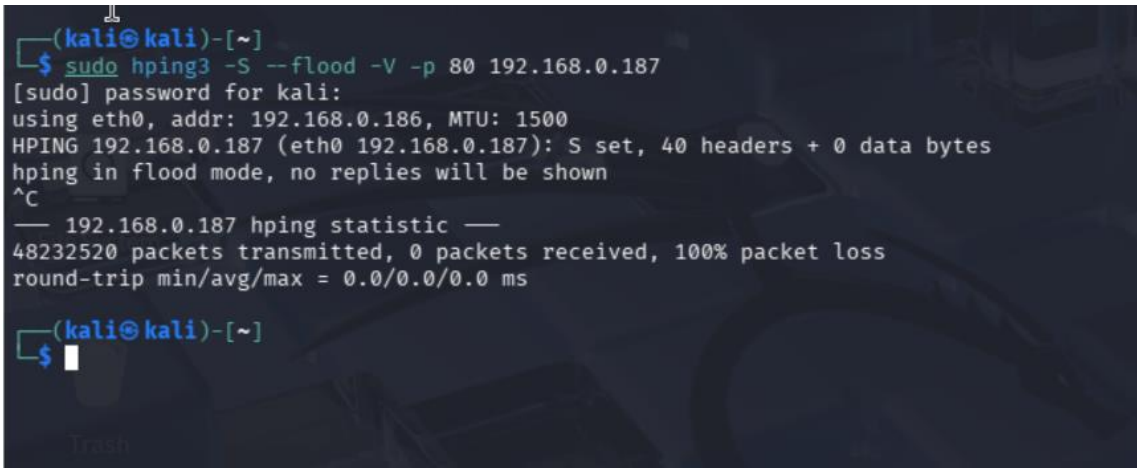
2.8.4 DDoS (Denial of Service)

Útok typu DDoS byl definován jako forma útoku založená na zasílání velkého množství síťových paketů na cílový server, přičemž dochází k vyčerpání jeho výpočetních nebo síťových prostředků a následnému omezení či úplnému znemožnění poskytovaných služeb.

Vzhledem k omezeným hardwarovým prostředkům a absenci většího množství distribuovaných zařízení nebylo možné realizovat plnohodnotný distribuovaný útok DDoS. Z uvedeného důvodu byl proveden pouze simulovaný útok typu DoS, který byl generován z jednoho zařízení pomocí nástroje hping3. Útok byl spuštěn následujícím příkazem:

hping3 -S --flood -V -p 80 192.168.0.10

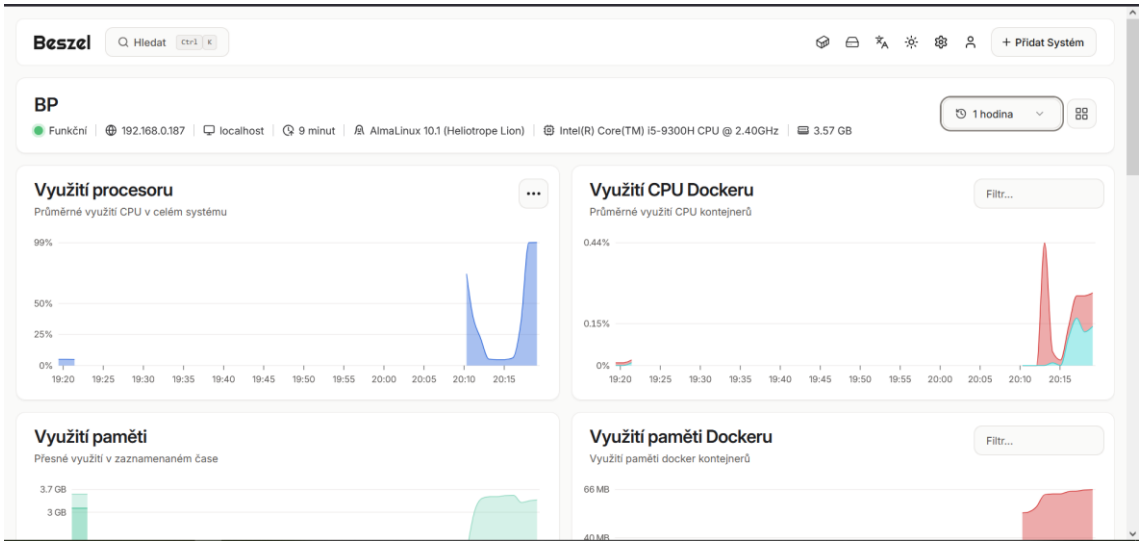
Pomocí uvedeného příkazu byly na cílový server odesílány TCP SYN pakety ve vysoké frekvenci na port 80, čímž došlo k simulaci zahlcení síťového rozhraní a současně ke zvýšenému zatížení procesoru serveru.



Obrázek 82: Útok na server pomocí DoS

Zdroj: Vlastní práce

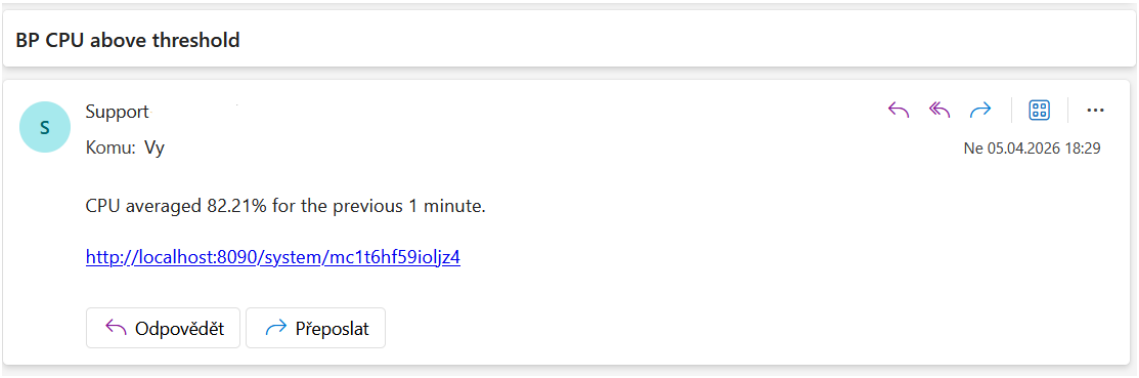
V průběhu testování bylo pozorováno výrazné zatížení procesoru serveru, které bylo způsobeno nutností zpracovávat velké množství příchozích požadavků. Docházelo k postupnému nárůstu využití CPU, což vedlo ke zpomalení odezvy serveru a snížení jeho dostupnosti.



Obrázek 83: Ukázka zatížení procesoru

Zdroj: Vlastní práce

V rámci konfigurace monitoringu bylo nastaveno upozornění prostřednictvím e-mailu při překročení prahové hodnoty zatížení procesoru nad 80 %. Uvedené opatření umožnilo včasnou detekci nestandardního chování systému a rychlou reakci správce.



Obrázek 84: Upozorňovací email na zatížení procesoru

Zdroj: Vlastní práce

Z hlediska reálného nasazení bylo konstatováno, že obdobná úroveň zatížení by v prostředí veřejné sítě nebyla běžně dosažitelná z jediné IP adresy. Poskytovatelé internetového připojení a síťová infrastruktura obvykle implementují mechanismy pro omezení nadměrného provozu, jako jsou filtrace nebo rate limiting. V lokálním laboratorním prostředí bylo veškeré zatížení zpracováváno jedním zařízením, zatímco v prostředí internetu je síťový provoz distribuován mezi více prvků infrastruktury, což vede k rozložení zátěže.

Závěr

Cílem práce bylo navrhnout, implementovat a otestovat zabezpečený server s využitím běžně dostupných nástrojů a technologií v prostředí operačního systému AlmaLinux. Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část, přičemž teoretická část se zaměřovala na vysvětlení základních principů fungování serverů a bezpečnostních hrozeb. Byly popsány klíčové pojmy související se zabezpečením, jako je řízení přístupu, autentizace, firewall, SELinux nebo principy ochrany proti nejčastějším typům útoků.

V praktické části byl následně vytvořen plně funkční server, na kterém byl nakonfigurován webový server Apache, databázový systém MariaDB a redakční systém WordPress. Důraz byl kladen nejen na samotné zprovoznění služeb, ale především na jejich bezpečné nastavení. Byla provedena konfigurace přístupových práv, změna výchozích portů, omezení přístupu pro privilegované uživatele a zabezpečení komunikace mezi jednotlivými komponentami systému. Významnou roli hrálo také správné nastavení oprávnění v souborovém systému, které zabránilo neoprávněným zásahům do důležitých souborů aplikací.

Součástí implementace bylo nasazení bezpečnostních mechanismů na úrovni operačního systému. Firewall byl nakonfigurován tak, aby povoloval pouze nezbytné porty a služby, čímž došlo k minimalizaci potenciálního útokového prostoru. SELinux byl ponechán v režimu enforcing, což zajistilo dodatečnou kontrolu nad tím, jaké operace mohou jednotlivé procesy provádět. Dalším důležitým prvkem bylo nasazení nástroje Fail2ban, který aktivně monitoruje logy systému a automaticky blokuje IP adresy, ze kterých přichází opakované neúspěšné pokusy o přihlášení. Tím byla výrazně zvýšena odolnost serveru proti brute force útokům.

Důležitou součástí zabezpečení bylo také zavedení pravidelného zálohování dat. Bylo realizováno automatické zálohování databáze, souborů WordPressu a konfiguračních souborů systému na samostatný zálohovací server. Realizovaný přístup zajišťuje, že v případě selhání systému, chyby administrátora nebo úspěšného útoku je možné data rychle obnovit. Proces zálohování byl plně automatizován pomocí skriptů a plánovače úloh cron, což eliminuje nutnost manuálních zásahů a snižuje riziko lidské chyby.

Další významnou částí bylo zavedení monitoringu serveru, který umožňuje sledovat jeho aktuální stav a výkon. Pomocí monitorovacího nástroje bylo možné sledovat využití procesoru, paměti, diskového prostoru a další důležité metriky. Monitoring zároveň umožňuje včas reagovat na nestandardní chování systému, například při zvýšené zátěži způsobené útokem nebo chybou aplikace.

V závěrečné fázi práce byly provedeny penetrační a zátěžové testy s využitím nástrojů z distribuce Kali Linux. Bylo provedeno skenování portů, simulace brute force útoků, pokusy o SQL injection a základní DoS útok. Výsledky testování ukázaly, že implementovaná bezpečnostní opatření jsou funkční a server je schopen odolat běžným typům útoků. Fail2ban úspěšně blokoval útočící IP adresy, firewall omezoval přístup pouze na povolené služby a samotný WordPress odolával základním pokusům o narušení.

Získané výsledky potvrzují, že i s využitím volně dostupných nástrojů lze vytvořit relativně bezpečné serverové prostředí, které splňuje základní požadavky na ochranu dat a služeb. Je však důležité si uvědomit, že zabezpečení serveru není jednorázová činnost, ale dlouhodobý proces, který vyžaduje pravidelnou aktualizaci, monitoring a reakci na nové hrozby.

Navržené řešení nabízí prostor pro další rozšíření. V budoucnu by bylo možné implementovat například VPN pro bezpečný vzdálený přístup, pokročilejší detekční systémy (IDS/IPS), centralizovanou správu logů nebo nasazení reverzního proxy serveru. Další možností je také rozšíření o vysokou dostupnost služeb nebo využití kontejnerizace.

Práce tak poskytuje ucelený přehled o návrhu, implementaci a testování zabezpečeného serveru a může sloužit jako základ pro další studium nebo praktické nasazení v reálném prostředí.

Seznam použité literatury

ANTHROPIC. Claude. Online. Verze Claude 3.5 Sonnet. 2026. Dostupné z: https://claude.ai. [cit. 2026-04-06].

Architektura systému Linux. Online. In: Hosta Blanca. 2025. Dostupné z: https://cs.hostablanca.com/linux-system-architecture/. [cit. 2025-11-23].

Architektura. Online. In: Základy IT gramotnosti. Nedatováno. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/ics/el/sitmu/law/html/architektura.html. [cit. 2025-11-23].

BAHUREKOVÁ, Beáta. TECHNIKA SQL INJECTION - JEJÍ METODY A ZPŮSOBY OCHRANY. Online, Diplomová práce, vedoucí Jiří Kříž. Fakulta podnikatelská, Vysoké učení technické v Brně / Kolejní 2906/4 / 612 00 / Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2020. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=208976. [cit. 2026-03-26].

CIA triáda. Online. In: O2 CyberNews. Nedatováno. Dostupné z: https://o2cybernews.cz/slovnik/cia-triada. [cit. 2026-01-13].

Co je databázový server a k čemu se používá? Online. In: UNIXLINUX. Nedatováno. Dostupné z: https://cs.unixlinux.online/du/1005000986.html. [cit. 2026-03-25].

DOČEKAL, Michal. Správa linuxového serveru: Bezpečnost a monitorování systému. Online. In: LinuxEXPRES. 2010. Dostupné z: https://www.linuxexpres.cz/praxe/sprava-linuxoveho-serveru-bezpecnost-a-monitorovani-systemu. [cit. 2026-03-26].

DOČEKAL, Michal. Správa linuxového serveru: Pár slov o útocích na server. Online. In: LinuxEXPRES. 2010. Dostupné z: https://www.linuxexpres.cz/praxe/sprava-linuxoveho-serveru-par-slov-o-utocich-na-server. [cit. 2026-03-26].

Doporučení pro zabezpečení zařízení v síti MUNI. Online. In: MUNI. 2021. Dostupné z: https://security.muni.cz/clanky/doporuceni-zabezpeceni-zarizeni-na-siti. [cit. 2026-03-25].

GOOGLE. Gemini. Online. Verze Gemini 3. 2026. Dostupné z: https://gemini.google.com. [cit. 2026-04-06].

GRYGAŘÍKOVÁ, Michaela. Ochrana proti DDoS útokům aneb Proč jen firewall nestačí. Online. In: MasterDC. 2019. Dostupné z: https://www.master.cz/blog/anti-ddos-ochrana-proc-firewall-nestaci/. [cit. 2026-03-26].

Historie operačního systému GNU/Linux. Online. In: Root.cz. Nedatováno. Dostupné z: https://www.root.cz/texty/historie-operacniho-systemu-gnulinux/. [cit. 2025-11-23].

CHAI, Wesley. What is the CIA triad (confidentiality, integrity and availability)? Online. In: TechTarget. 2023. Dostupné z: https://www.techtarget.com/whatis/definition/Confidentiality-integrity-and-availability-CIA?utm_source=chatgpt.com. [cit. 2026-03-25].

Install Beszel Monitoring Tool on AlmaLinux 10. Online. In: CrownCloud - Wiki. 2025. Dostupné z: https://wiki.crowncloud.net/?How_to_Install_Beszel_Monitoring_Tool_on_AlmaLinux_10. [cit. 2026-04-06].

Jak zabezpečit server. Online. In: ROOT.cz. Nedatováno. Dostupné z: https://www.root.cz/specialy/linux-na-serveru/jak-zabezpecit-server/. [cit. 2026-03-25].

KRČMÁŘ, Petr. Nftables: linuxový firewall s moderními vlastnostmi. Online. In: Root. 2019. Dostupné z: https://www.root.cz/clanky/nftables-linuxovy-firewall-s-modernimi-vlastnostmi/. [cit. 2026-04-06].

KRČMÁŘ, Petr. Proč není NAT totéž co firewall. Online. In: Root. 2007. Dostupné z: https://www.root.cz/clanky/proc-neni-nat-totez-co-firewall/. [cit. 2026-03-25].

MIČAN, Jiří. Zálohování dat. Online, Bakalářská práce, vedoucí Ing. Bohuslav Růžička, CSc. Nárožní 2600/9 158 00 Praha 5: Bankovní institut vysoká škola Praha, 2015. Dostupné z: https://is.ambis.cz/th/rm5gw/bakalarska_prace_zalohovani_dat__Mican_Jiri.pdf. [cit. 2025-12-21].

MILOTA, Tomáš. Vytvoření Linuxové distribuce pro vývojáře a náročnější uživatele. Online, Bakalářská práce, vedoucí Mgr. Jiří Týma. Vysoká škola polytechnická Jihlava Tolstého 16 586 01 Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, Katedra technických studií, 2023. Dostupné z: https://is.vspj.cz/bp/get-bp/student/67984/thema/9955. [cit. 2026-01-10].

NAJBR, Ondřej. Adaptivní Linuxové firewally, geografický firewalling. Online, Bakalářská práce, vedoucí Tomáš Pelka. Technická 10, 616 00 Brno-Královo Pole: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18857. [cit. 2026-03-26].

NOUFAL, Mohammed. Fail2Ban install tutorial for Linux (AlmaLinux). Online. In: Liquid Web. Neuvedeno. Dostupné z: https://www.liquidweb.com/blog/fail2ban-install-tutorial-for-linux-almalinux/. [cit. 2026-03-26].

NOUFAL, Mohammed. How to Install WordPress on Linux (AlmaLinux). Online. In: Liquid Web. 2016. Dostupné z: https://www.liquidweb.com/blog/how-to-install-wordpress-on-linux-almalinux/. [cit. 2026-04-06].

NOVÁK, Petr. 5 největších rizik nezabezpečeného DNS (a jak je NIS2 řeší). Online. In: EUROESA. 2026. Dostupné z: https://euroesa.com/5-nejvetsich-rizik-nezabezpeceneho-dns-a-jak-je-nis2-resi/. [cit. 2026-03-25].

OPENAI. ChatGPT. Online. Verze GPT-4o. 2026. Dostupné z: https://chatgpt.com. [cit. 2026-04-06].

PETKOVSKY, Adam. Locking Down Linux: Defending Against Brute Force Attacks with Fail2Ban. Online. In: Adam's Bit Pit. 17 May 2025. Dostupné z: https://www.petkovsky.sk/locking-down-linux-defending-against-brute-force-attacks-with-fail2ban/?utm_source=chatgpt.com. [cit. 2026-01-13].

PUYET, Sébastien. How to monitor a Linux server. Online. In: Fivenines. 2026. Dostupné z: https://fivenines.io/blog/how-to-monitor-a-linux-server/. [cit. 2026-03-26].

SHIROKOVA, Anna. Útoky hrubou silou stále fungují, z redakčních systémů dělají botnety. Online. In: Root. 2017. Dostupné z: https://www.root.cz/clanky/utoky-hrubou-silou-stale-funguji-z-redakcnich-systemu-delaji-botnety/. [cit. 2026-03-26].

SSH Brute Force Attacks: Detection and Prevention Guide. Online. In: Startup Defense. 2026. Dostupné z: https://www.startupdefense.io/cyberattacks/ssh-brute-force. [cit. 2026-03-26].

SSH vs HTTPS: Secure Protocols Compared. Online. In: Lightyear. 2026. Dostupné z: https://lightyear.ai/tips/ssh-versus-https. [cit. 2025-12-19].

TIMALSINA, Rohan. AppArmor vs SELinux: Compare the Differences in Linux Security. Online. In: TuxCare. 22 April 2025. Dostupné z: https://tuxcare.com/blog/selinux-vs-apparmor/. [cit. 2026-01-13].

Vzdálené spuštění kódu (RCE). Online. In: CyberHoot. 2022. Dostupné z: https://cyberhoot.com/cs/kybrary/vzd%C3%A1len%C3%A9-spu%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD-k%C3%B3du-rce/. [cit. 2026-03-26].