



**Vyšší odborná škola
a Střední průmyslová škola elektrotechnická
Plzeň, Koterovská 85**

DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJOBOU

prNAS

Téma: Chytré datové úložiště

Autor práce: Jonáš Černý

Třída: 4.I

Vedoucí práce: Mgr. Karel Bidlák

Dne: 27. 3. 2024

Hodnocení:



Zadání dlouhodobé maturitní práce

Pokyny k obsahu a rozsahu práce:

1. Popište jednotlivé typy chytrých datových úložišť podle způsobu využití.
2. Navrhněte a realizujte fyzické datového úložiště na síti (dále NAS).
3. Instalace a konfigurace operačního systému.
4. Nastavení a příprava RAID.
5. Naprogramovat rozhraní pro správu a management NAS.
6. Zprovoznit NAS jako multimediální centrum.
7. Zpřístupnit NAS lokálně přes Samba a FTP.
8. Zpřístupnit NAS z internetu přes webový prohlížeč a SSH.
9. Sepište dokumentaci, včetně schémat a obrázků.

Anotace

Maturitní práce s názvem „prNAS“ se zaměřuje na efektivní ukládání a zpřístupnění dat v počítačové síti. Práce je realizována formou fyzického datového úložiště využívající jednodeskový počítač Raspberry Pi a připojené SATA disky. Webové rozhraní umožňuje správu systému a rychlý přístup k integrovaným službám. Pro zajištění redundance dat jsou disky organizovány do RAID pole. Systém je navržen s důrazem na bezpečnost a je nakonfigurován pro vzdálený přístup.

Klíčová slova

Datové úložiště, multimediální centrum, NAS, NodeJS, RAID, Raspberry Pi, server

Annotation

This thesis focuses on effective data storage and access within a computer network. The implementation involves a physical data storage device utilizing a Raspberry Pi single-board computer and connected SATA disks. The web interface enables system management and quick access to integrated services. To ensure data redundancy, the disks are organized into a RAID array. The system is designed with an emphasis on security and configured for remote access.

Keywords

Data storage, multimedia center, NAS, NodeJS, RAID, Raspberry Pi, server

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

„Souhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.“

V Plzni dne:

Podpis:

Obsah

ÚVOD	6
1 UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA	7
1.1 PRO UŽIVATELE	7
1.1.1 Webové rozhraní	7
1.1.2 SSH	7
1.2 PRO ADMINISTRÁTORY	8
1.2.1 Rozhraní pro správu	8
2 TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1 POJMY	9
2.2 TECHNOLOGIE	10
2.2.1 JavaScript	10
2.2.2 TypeScript	10
2.2.3 Nginx	10
2.2.4 Bash – Bourne-Again Shell	10
2.2.5 React	10
2.2.6 NodeJS	11
2.2.7 NextJS	11
2.2.8 RAID – Redundant Array of Independent Disks	11
2.2.9 Docker	12
2.3 EXISTUJÍCÍ ŘEŠENÍ	12
2.3.1 TrueNAS	12
2.3.2 Unraid	12
2.4 TYPY CHYTRÝCH DATOVÝCH ÚLOŽIŠŤ PODLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ	13
2.4.1 NAS – network-attached storage	13
2.4.2 DAS – direct-attached storage	13

2.4.3	SAN – storage area network	13
2.5	NÁVRH FYZICKÉHO NAS	14
3	REALIZACE.....	16
3.1	OPERAČNÍ SYSTÉM	16
3.1.1	Linux.....	16
3.1.2	Raspberry Pi OS – Raspbian.....	16
3.1.3	Systemd	16
3.2	RAID – MDADM	16
3.3	ROZHRANÍ PRO SPRÁVU A MANAGEMENT.....	17
3.4	NAS JAKO SERVER	17
3.4.1	Multimediální centrum – Jellyfin.....	17
3.4.2	Synchronizace souborů – Syncthing	17
3.4.3	IoT	18
3.4.4	DNS	18
3.5	LOKÁLNÍ PŘÍSTUP.....	19
3.5.1	Samba	19
3.5.2	FTP – File Transfer Protocol	19
3.5.3	NFS - Network File System.....	19
3.6	DÁLKOVÝ PŘÍSTUP	20
3.6.1	SSH – Secure Shell.....	20
3.6.2	SFTP – SSH file transfer protocol	20
3.6.3	VPN – Virtuální Privátní Síť	20
3.6.4	Port Forwarding - Přesměrování portů	21
	ZÁVĚR.....	22
	REFERENCE	23
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	27

Úvod

V dnešním digitalizovaném světě je ukládání a využívání dat důležitou součástí každodenního života, ať už jde o podnikání, vzdělávání, komunikaci nebo zábavu. I tak sdílení dat mezi počítači na stejné počítačové síti může způsobit problém pro běžné uživatele.

Mezi tyto problémy patří zejména obecná technická neznalost uživatelů. Nekompatibilita mezi různými zařízeními a operačními systémy také přidává do zmatku uživatelů a obtíže při sdílení dat.

Cílem této maturitní práce je usnadnění sdílení dat mezi zařízeními na stejné počítačové síti pomocí protokolu SMB. Tento protokol je podporován nejpoužívanějšími operačními systémy, jako jsou MS Windows, MacOS a Linux, které mají uživatelsky přívětivé nástroje pro připojení k síťovému úložišti.

Vedlejším cílem této práce je poskytnout dodatečné služby v rámci sítě. Zejména poskytnutí webového rozhraní pro správu a management systému. Dále se využívá jako multimediální centrum pro sdílení a přehrávání filmů. Celý systém lze využít i vzdáleně.

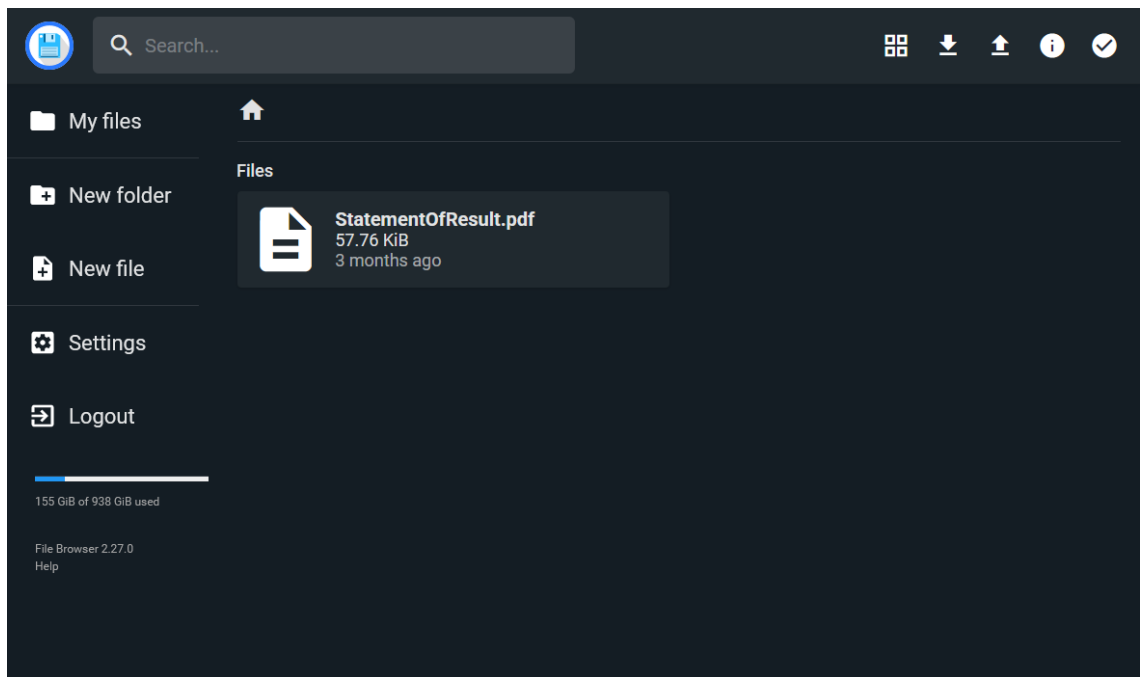
V kontextu internetu věcí (IoT) se tyto problémy mohou ještě zvýšit. S nárůstem počtu propojených zařízení a množstvím dat, které se mezi nimi přenášejí, se zvyšuje riziko technických problémů spojených se sdílením dat. Jako řešení se vytvoří centralizované středisko, kde mohou mezi sebou jednoduše komunikovat.

1 Uživatelská příručka

1.1 Pro uživatele

1.1.1 Webové rozhraní

Uživatelé mohou webovým rozhraním přistupovat k souborům přes aplikaci třetí strany *File Browser* a k ostatním integrovaným službám přes odkazy.



Obrázek 1 - webový souborový prohlížeč File Browser

1.1.2 SSH

Uživatelé se mohou připojit k serveru přes SSH a použít příslušný nástroj k přenosu dat (SSHFS, SCP, SFTP atd.)

Lokálně:

```
ssh user@192.168.1.11
```

Vzdáleně za pomoci VPN:

```
ssh -p 6622 user@10.76.182.198
```

Vzdáleně přes lokální SOCKS proxy na portu 9090 za pomoci VPN:

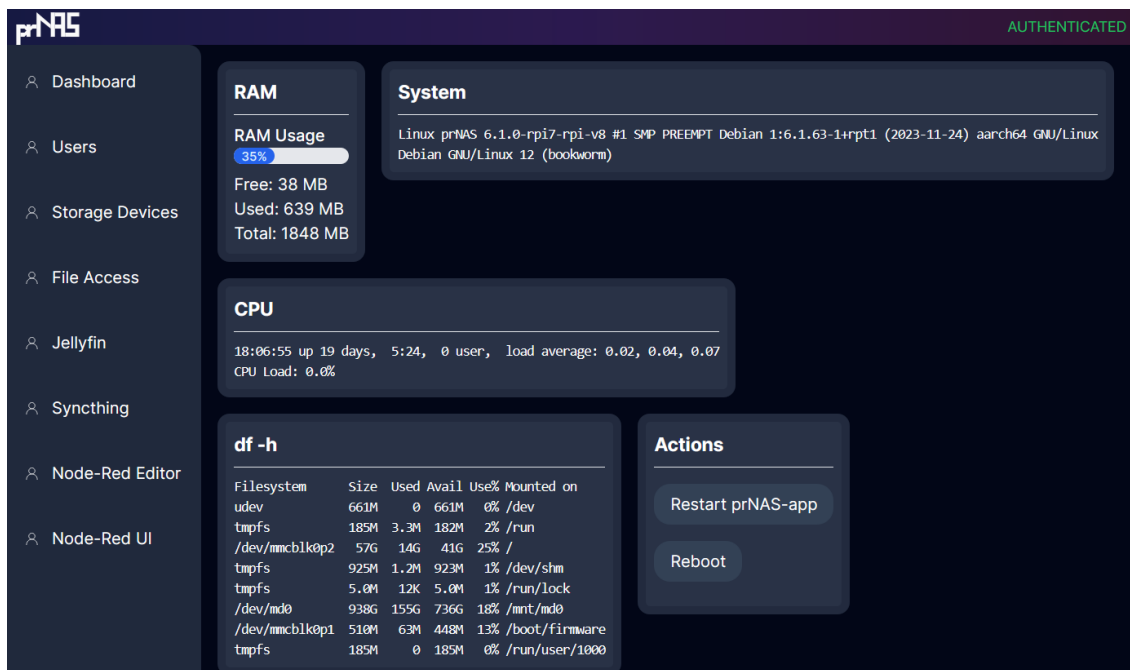
```
ssh -p 6622 -D 9090 -N user@10.76.182.198
```

1.2 Pro administrátory

Zdrojový kód je dostupný na: <https://github.com/cerny-jonas/prNAS/>

1.2.1 Rozhraní pro správu

Pro správce jsou implementovány stránky s informacemi v reálném čase a stránky pro základní správu.



Obrázek 2 - dashboard pro správce

2 Teoretická část

2.1 Pojmy

- **LAN (Local Area Network)** – lokální síť propojující zařízení na krátké vzdálenosti, např. budova nebo domácnost
- **WAN (Wide Area Network)** – rozsáhlá síť propojující zařízení na velké vzdálenosti, např. města
- **Port** – číslo, které identifikuje konkrétní službu nebo aplikaci v počítačové síti
- **TCP** – protokol pro spolehlivý přenos dat v počítačové síti
- **Router** – zařízení, které směřuje datový provoz mezi různými sítěmi, obvykle mezi LAN a WAN
- **NAT (Network Address Translation)** – technika, která umožňuje překládat privátní IP adresy interní sítě na veřejné IP adresy pro přístup k internetu
- **ISP (Internet Service Provider)** – poskytovatel internetového připojení
- **Server** – počítač nebo zařízení, které poskytuje služby ostatním zařízením v síti
- **Obfuscace** – proces, kterým se úmyslně zamlžují nebo komplikují informace, aby byly obtížně čitelné nebo pochopitelné
- **Shell** – rozhraní pro interakci s operačním systémem pomocí příkazů
- **Open-source** – software, jehož zdrojový kód je veřejně dostupný a který může být svobodně upravován a distribuován pod licencí, která povoluje takové činnosti
- **ARM** – typ procesorové architektury běžně používaný v mobilních zařízeních a vestavěných systémech pro jeho efektivní výkon a nízkou spotřebu energie
- **GUI (Graphical User Interface)** – uživatelské rozhraní, které umožňuje interakci pomocí grafických prvků, jako jsou ikony a tlačítka, namísto textových příkazů
- **Framework** – sada nástrojů a knihoven poskytující strukturu a abstrakci pro vývoj softwaru
- **Frontend** – část aplikace, s níž uživatel přímo interaguje
- **Redundance** – nadbytek oproti nezbytně nutnému, obvykle v souvislosti se zvýšením spolehlivosti a dostupnosti služeb [1]
- **OS** – operační systém

2.2 Technologie

2.2.1 JavaScript

JavaScript je skriptovací jazyk učený pro tvorbu moderních dynamických webů. Byl představen jako reakce na klasické statické internetové stránky a otevřel prostor pro interaktivní webové aplikace. JavaScript je prioritně určen ke zhotovování klientských částí aplikací. [2]

2.2.2 TypeScript

TypeScript je nadstavba nad JavaScriptem, která jej rozšiřuje o statické typování a další atributy, které známe z objektově orientovaného programování (třídy, moduly, a další). Samotný kód psaný v TypeScriptu se kompiluje do JavaScriptu. [3]

Webové rozhraní prNAS je zcela napsáno v Typescriptu.

2.2.3 Nginx

Nginx je open-source webový a reverzní proxy server. Představuje jedno z nejpopulárnějších řešení pro poskytnutí webového obsahu a je známý svou vysokou výkonností, stabilitou, bohatými funkcemi, jednoduchou konfigurací a nízkou spotřebou zdrojů. [4]

V prNAS se používá jako webový server i reverzní proxy pro integrované služby.

2.2.4 Bash – Bourne-Again Shell

Bash je interpretovaný jazyk využívaný ke skriptování v Linuxovém nebo UNIXovém shellu. V současné době se jedná o nejpoužívanější skriptovací jazyk ve světě Linuxu. Bash využijeme všude tam, kde se často opakují procesy. Bash skripty uplatníme i tam, kde potřebujeme automatizovat nějaký složitější proces. [5]

V prNAS je hlavně používán pro interakci webového rozhraní se systémem. Také je užíván pro automatizaci některých aspektů správy systému.

2.2.5 React

React je frontendová JavaScriptová knihovna určená pro vývoj složitějších webů a jejich uživatelských rozhraní. Používá se tedy k realizaci grafického návrhu jednotlivých prvků, přidává do nich dynamiku a dělá tak webové stránky i aplikace esteticky zajímavější. [6]

2.2.6 NodeJS

NodeJS je softwarový systém navržený pro psaní vysoce škálovatelných internetových aplikací, především webových serverů. Programy pro NodeJS jsou psané v jazyce JavaScript, hojně využívající model událostí a asynchronní I/O operace pro minimalizaci režie procesoru a maximalizaci výkonu. [7]

2.2.7 NextJS

NextJS je minimalistický framework určený pro vývoj React webových aplikací. Vychází z JavaScriptové knihovny React, nástroje pro zpracování souborů Webpack a kompilátoru BabelJS. Mezi největší přednosti NextJS patří takzvaný server-side rendering (SSR) neboli vykreslení webové stránky na straně webového serveru, prostřednictvím kterého nemusí uživatel čekat na odezvu serveru.

Další výhodou je pak snadné zahájení projektů, konfigurace a automatické dělení kódu, jež umožňuje stáhnout pouze nutnou část webové stránky a zkrátit tak dobu jejího načtení. NextJS je tak vhodný pro vývoj rychlých a elegantních webových aplikací. [8]

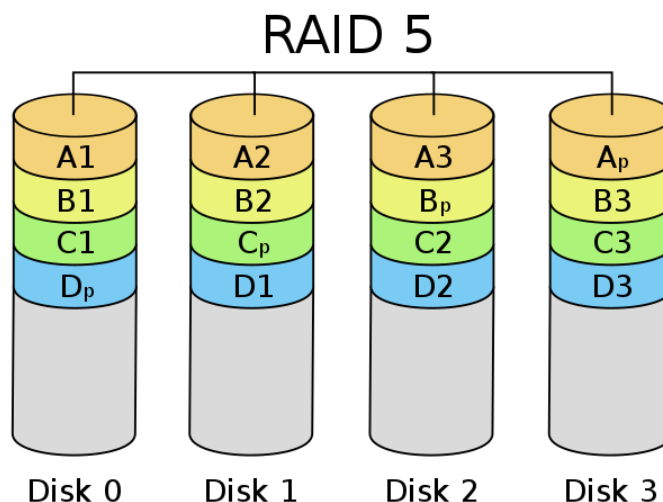
Webové rozhraní prNAS je postaveno na NextJS. Kvůli dynamickým potřebám rozhraní všechny stránky využívají SSR.

2.2.8 RAID – Redundant Array of Independent Disks

Zkratka RAID označuje disková pole, na nichž se ukládají data na dva a více nezávislých disků. A právě z několika fyzických disků snadno vytvoříte úložiště, které operační systém serveru nebo počítače vnímá jako jednu logickou jednotku. Taková disková pole složená z více disků by však mohla být náchylná na hardwarové havárie. Proto je ochrana proti selhání implementovaná specifickým ukládáním dat na více nezávislých disků, kdy jsou uložená data zachována i při selhání některého z nich. Úroveň zabezpečení se liší podle zvoleného typu RAID, které je označováno čísly (nejčastěji RAID 0, RAID 1, RAID 5 či RAID 6).

Ačkoliv je RAID určitá forma zabezpečení dat, chrání výhradně vůči mechanickému selhání disků, nikoliv před softwarovými hrozbami (např. ransomware). [9]

RAID 5 vyžaduje alespoň 3 členy, přičemž kapacitu jednoho členu zabírají samoopravné kódy (neboli parity), které jsou uloženy na členech střídavě. Výhodou je, že lze využít paralelního přístupu k datům, protože delší úsek dat je rozprostřen mezi více disků, takže čtení je rychlejší. Nevýhodou je pomalejší zápis (nutnost výpočtu samoopravného kódu). Je odolný vůči výpadku jednoho disku. [10]



Obrázek 3 - rozprostření dat v RAID 5 poli [36]

2.2.9 Docker

Docker je software, který umožňuje jednoduše izolovat aplikace se všemi jejími knihovnami, konfiguračními soubory a dalšími závislými soubory do kontejnerů. Tyto kontejnery zajišťují, že aplikace mohou být spuštěny v jakémkoli prostředí. [11]

V prNAS se přes Docker poskytují služby třetích stran, např. Node-RED. Díky reverzní proxy konfigurované v Nginx lze je zpřístupnit na různých endpointech.

2.3 Existující řešení

2.3.1 TrueNAS

TrueNAS je open-source operační systém pro NAS s mnoha funkcemi. Na rozdíl od prNAS je to celý OS, zatímco prNAS je postavený na obecném OS s doinstalovanými nebo vyvinutými funkcemi NAS.

2.3.2 Unraid

Unraid je proprietární operační systém navržený pro provoz na domácích média serverech, který funguje jako NAS, aplikační server a virtualizační hostitel. [12]

2.4 Typy chytrých datových úložišť podle způsobu využití

2.4.1 NAS – network-attached storage

Datové úložiště připojené k místní síti LAN. Data toho úložiště mohou být poskytována různým uživatelům. NAS nemusí mít pouze funkci souborového serveru, ale může mít i jiné specializované funkce, např. webový server. Má za úkol sdílení dat a podporu různých protokolů. [13]

Často využívají RAID a minimální operační systém. [14]

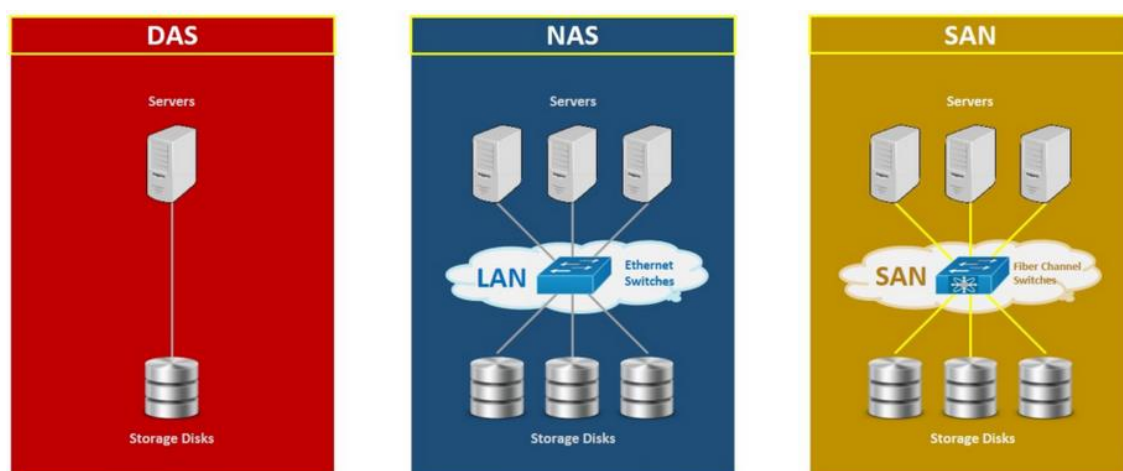
2.4.2 DAS – direct-attached storage

Datové úložiště přímo připojené k počítači, který ho využívá. Typicky jsou disky připojeny k počítači přímo přes řadič. Užívané protokoly jsou hlavně USB a SATA. [15]

2.4.3 SAN – storage area network

Dedikovaná (oddělená od LAN) datová síť, která slouží pro připojení externích zařízení k serverům (disková pole, páskové knihovny a jiná zálohovací zařízení). Vznikla hlavně kvůli narůstajícím potřebám na zabezpečení a konsolidaci dat, hlavně ve větších společnostech. [16]

Mají svá vlastní síťová zařízení, např. *SAN switch*. Pro připojení k síti se používají SAN servery, které jsou připojeny přes SAN řadič. [17]



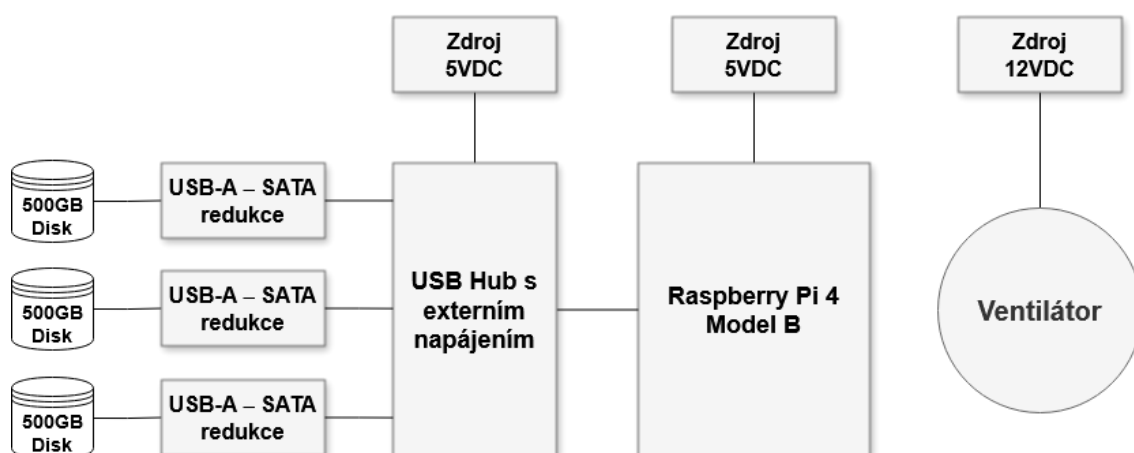
Obrázek 4 - diagram porovnávající DAS, NAS a SAN [18]

2.5 Návrh fyzického NAS

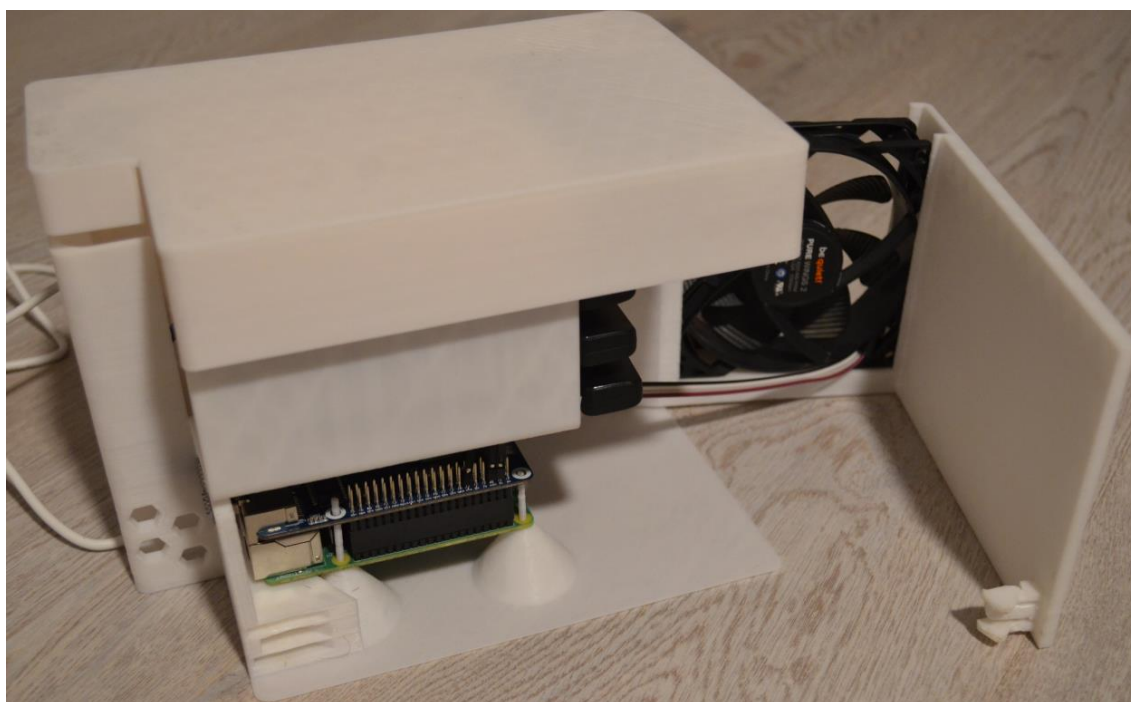
Fyzická realizace se točí kolem jednodeskového počítače Raspberry Pi. Jelikož Raspberry Pi 4 nemá nasazené SATA porty, musíme použít SATA na USB-A adaptéry. Při dlouhodobém zapojení 3 a více disků je pro stabilní připojení nutné použít externě napájený USB Hub.

Pro chlazení je nasazen 120 mm ventilátor s vlastním 12VDC síťovým zdrojem. Díky jeho velikosti je tichý, výkonný a lze chladit i disky bez použití směrovacího potrubí.

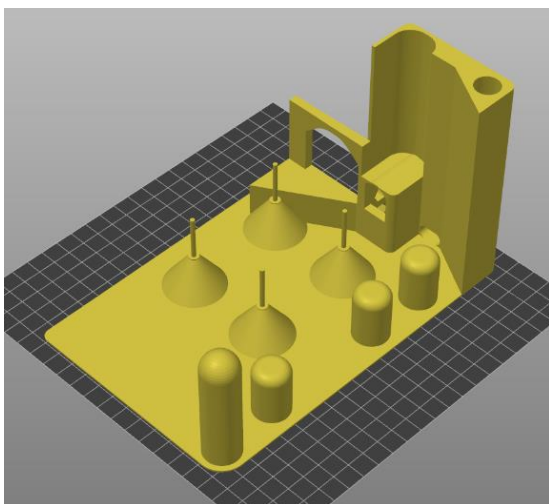
Celou soupravu drží dohromady 3D vytištěná krabička. Design byl navržen v CAD programu *Fusion 360*.



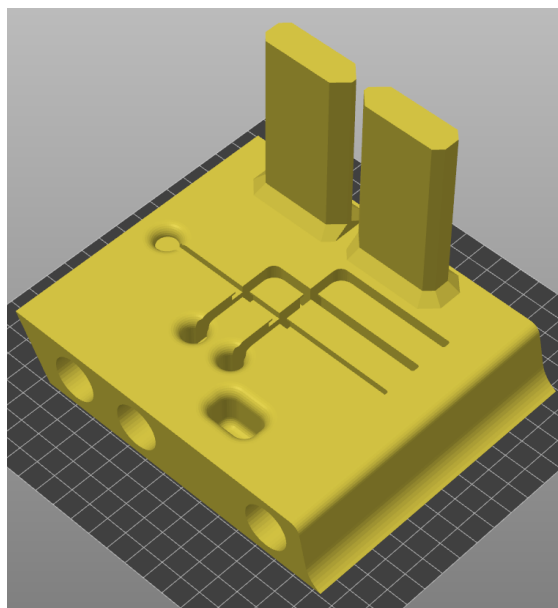
Obrázek 5 - diagram fyzického návrhu



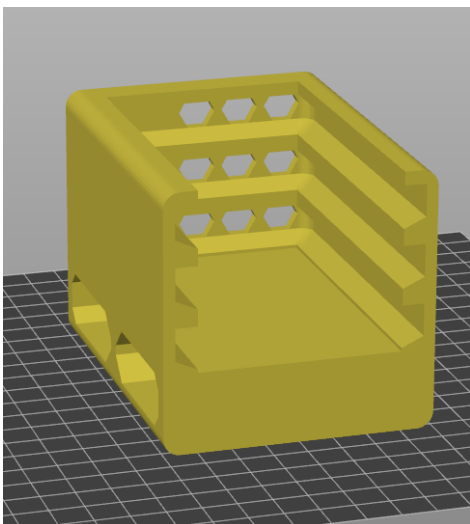
Obrázek 6 - prototyp



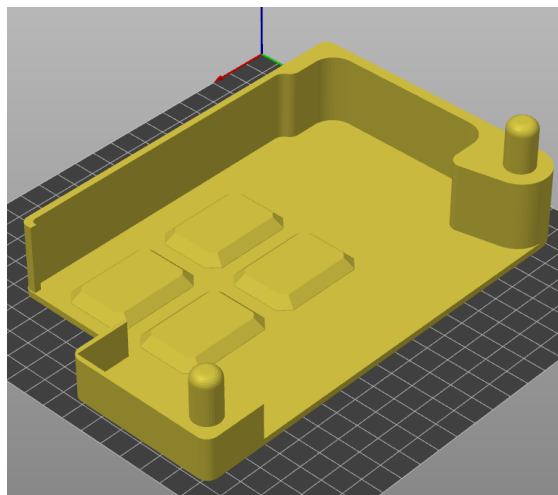
Obrázek 7 - 3D model - základna



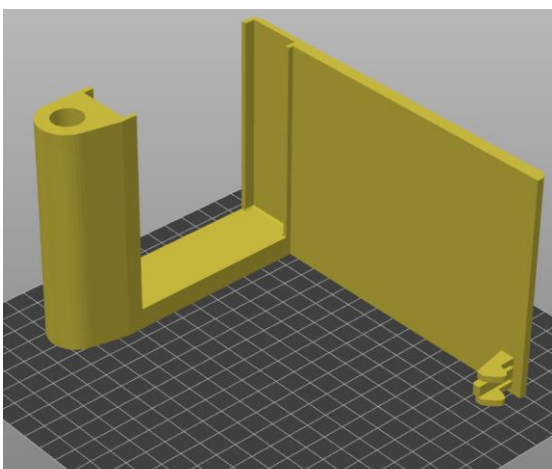
Obrázek 8 - 3D model - zed' s vedením kabelů



Obrázek 9 - 3D model - držák disků



Obrázek 10 - 3D model - vrchní kryt



Obrázek 11 - 3D model - boční dveře

3 Realizace

3.1 Operační systém

3.1.1 Linux

Svobodný a otevřený počítačový operační systém, který je založený na linuxovém jádru. Linuxové systémy jsou šířeny v podobě distribucí. [19]

3.1.2 Raspberry Pi OS – Raspbian

Primární distribuce odvozená z Debianu pro jednodeskové počítače z rodiny Raspberry Pi. Je vysoce optimalizovaná pro Raspberry Pi s ARM procesory. [20]

V prNAS je použita minimální (Lite) verze kvůli menší režii a nepotřeby GUI.

3.1.3 Systemd

Systemd je démon pro správu systému navržený a vyvinutý exkluzivně pro Linux a jeho API. Na systémech, které systemd využívají, je to první proces, který je spuštěn v user space během zavádění (bootování) operačního systému. [21]

V prNAS inicializuje webové rozhraní a další služby přes vlastní systemd-unit. V případě chyby je automaticky restartuje.

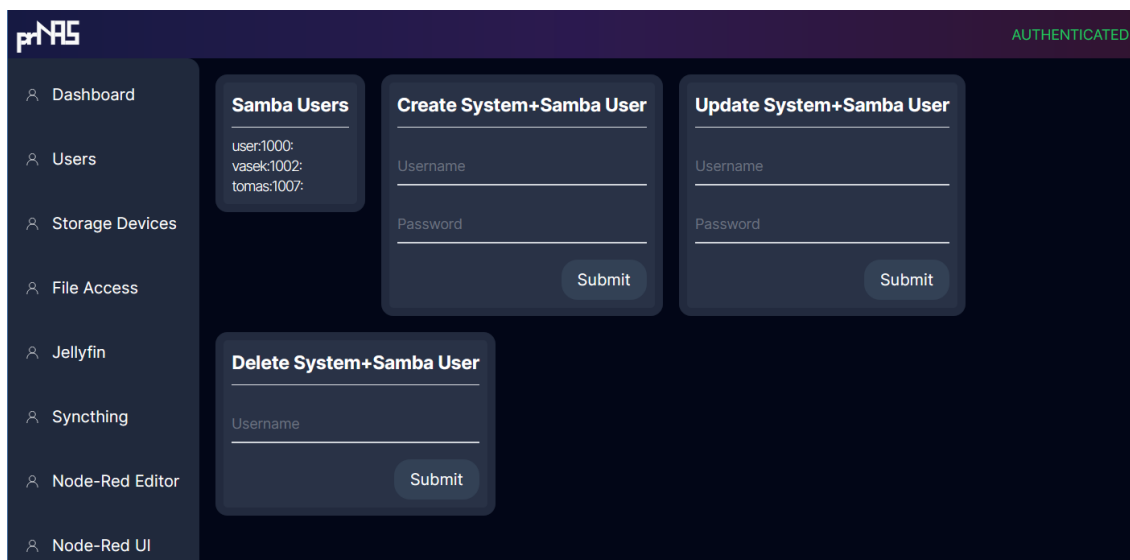
3.2 RAID – Mdadm

Pro redundanci dat je v prNAS používáno pole RAID 5 se třemi disky. Řadič je implementován softwarově přes nástroj mdadm. Pole má celkovou použitelnou kapacitu 1024GB, kvůli paritě je kapacita jednoho disku (512GB) „ztracena“.

3.3 Rozhraní pro správu a management

Rozhraní je postaveno v NextJS, napsané v TypeScriptu a využívá Bash příkazy pro interakci s Raspberry Pi OS. Slouží jako dashboard pro důležité informace, rozcestník do dalších služeb a obsahuje základní nástroje pro správu, např. přidání Samba uživatele.

Citlivé informace a nástroje jsou zabezpečeny heslem.



Obrázek 12 - rozhraní pro správu uživatelů

3.4 NAS jako server

PrNAS se také provozuje jako aplikační server. Raspberry Pi má dostatečnou procesorovou sílu pro zvládnutí provozování více služeb najednou.

3.4.1 Multimediální centrum – Jellyfin

Jellyfin je open-source média server a sada multimediálních aplikací. Filmy jsou ukládány na RAID poli, které má vysokou kapacitu. Filmy lze přehrávat přes aplikaci nebo webovou aplikaci, kterou lze přistupovat na jakémkoliv dost výkonném zařízení.

Alternativa k Jellyfinu je placený a proprietární Plex.

3.4.2 Synchronizace souborů – Syncthing

Syncthing je nástroj pro synchronizaci dat mezi vícero počítači. Stačí pouze nakopírovat data do synchronizované složky a automaticky dojde k propsání na všechny ostatní stroje. Jedná se o open source řešení a funguje decentralizovaně, bez potřeby serveru. [22]

V prNAS slouží k automatickému ukládání fotek z mobilních zařízení do RAID pole.

3.4.3 IoT

IoT, anglicky Internet of Things, česky internet věcí, si představte jako přístroje, drobné předměty v domácnosti, čidla nebo řídicí jednotky, které jsou vzájemně propojené a dokáží mezi sebou komunikovat a předávat si nashromážděná data. A to všechno můžete navíc řídit na dálku pomocí svého chytrého mobilního telefonu. [23]

PrNAS pro IoT slouží jako centrální středisko hlavně pro komunikace v reálném čase a ukládání těchto dat pro datovou analytiku.

3.4.3.1 MQTT broker – Mosquitto

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) je lehký, kompaktní a otevřený protokol výměny dat určený pro přenos dat na vzdálená místa, kde je vyžadována malá velikost kódu a existují omezení šířky pásma. [24]

Port: 1883/TCP

MQTT broker je komunikační komponenta pro IoT, která dovoluje snadné a efektivní propojení různých senzorů s dalšími prvky komunikační infrastruktury pomocí protokolu MQTT. [25]

PrNAS používá open-source broker Mosquitto pro výměnu dat v reálném čase.

3.4.3.2 Node-RED

Node-RED je otevřený webový programovací nástroj, který k programování aplikací využívá tzv. flow-based přístup. Ten je založen na tzv. uzlech (nodes), z nichž každý plní specifickou funkci, podle které zpracovává příchozí data a odesílá je do dalšího uzlu v pořadí. Samotné chování aplikace pak uživatel tvoří prostým umístováním a propojováním uzlů do tzv. toku (flow). Kromě uživatelské přívětivosti tento přístup nabízí i přehlednost programů a výrazně usnadňuje řešení případných problémů. [26]

V prNAS se používá pouze pro vizualizaci školního IoT projektu.

3.4.4 DNS

DNS je zkratkou anglického slovního spojení Domain Name System a představuje protokol, který zajišťuje překlad názvů domén webových stránek z nepřehledné (číselné) podoby využívané stroji na tzv. „doménové jméno“ – tedy název, který vidíte v prohlížeči a který zadáváte, když chcete na stránku vstoupit. [27]

Port: 53/TCP

3.4.4.1 Pi-hole

Pi-hole je aplikace pro blokování reklam na úrovni DNS. Blokováním se může výrazně snížit velikost přenášených dat, což v důsledku zrychlí načítání webových stránek. Zároveň je také možné eliminovat sledovací JavaScript zjišťující informace o návštěvnicích. [28]

PrNAS slouží ve své síti jako lokální DNS server. Tím zrychluje počáteční připojení k webovým stránkám a díky Pi-hole chrání soukromí uživatelů sítě.

3.5 Lokální přístup

Zařízení na stejné privátní síti jsou připojena tzv. lokálně. Lokální připojení jsou vysokorychlostní s krátkou odezvou. Hlavní protokol pro místní připojení k prNAS je SMB.

3.5.1 Samba

Svobodná reimplementace síťového protokolu SMB (Server Message Block) používaného především pro vzdálený přístup k souborům (sdílení) v systémech MS Windows. [29]

Porty: 139,445/TCP

3.5.2 FTP – File Transfer Protocol

Standardní komunikační protokol pro přenos souborů postaven na architektuře klient-server a využívá oddělená řídicí a datová spojení. [30]

Jelikož FTP není šifrovaný, je zpřístupněn pouze na LAN.

Porty: 20/TCP (data), 21/TCP (řídicí)

3.5.3 NFS - Network File System

Síťový protokol, který umožňuje uživatelům přistupovat k datům a souborům na vzdálených serverech. Typicky se využívá v operačních systémech Linux a Unix. [31]

Port: 2049/TCP

3.6 Dálkový přístup

Dálkové připojení, tj. připojení mimo LAN, je možné přes SSH a pro přesun souborů SFTP.

3.6.1 SSH – Secure Shell

Program a zároveň zabezpečený komunikační protokol, navržen jako náhrada za nezabezpečené vzdálené shelly (telnet, rlogin, rsh apod.), které posílají heslo v nezabezpečené formě a umožňují tak jeho odposlechnutí při přenosu. Šifrování přenášených dat, které SSH poskytuje, slouží k zabezpečení dat při přenosu přes nedůvěryhodnou síť např. internet. [32]

Port: 22/TCP

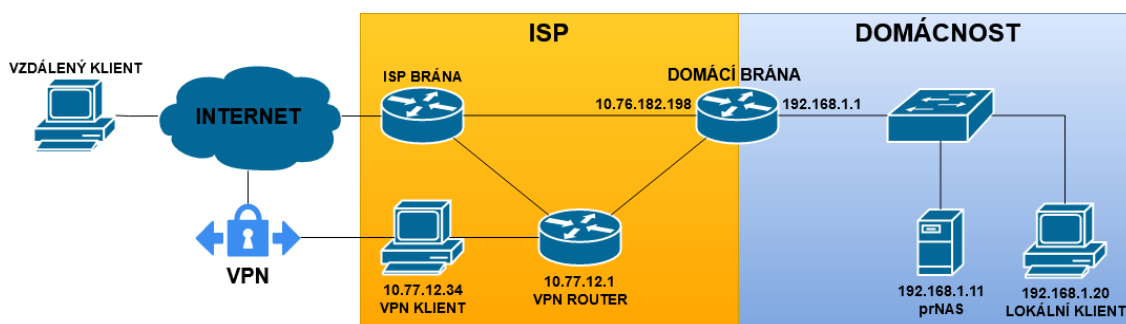
3.6.2 SFTP – SSH file transfer protocol

Protokol a zároveň i program pro bezpečný přenos souborů pomocí SSH (lze používat i nad jiným protokolem). Jeho možnosti jsou obdobné jako u FTP a také je využíván jako náhrada za velmi jednoduchý protokol SCP. [33]

3.6.3 VPN – Virtuální Privátní Síť

Kvůli NATu nakonfigurovaném na routeru ISP je nutné připojení do VPN, které je za NATem. Tímto způsobem se umožňuje dálkové připojení na IP adresu domácího routeru.

Alternativní způsob, bez použití VPN, je požádat si o veřejnou IP adresu. Zatímco je tento způsob jednodušší, ze své podstaty má bezpečnostní rizika. Veřejné IP adresy jsou neustále skenovány pro nezabezpečené cesty do sítě nebo serveru.



Obrázek 13 - logický diagram sítě

3.6.4 Port Forwarding - Přesměrování portů

Po připojení do VPN navážeme spojení s domácím routerem, na kterém je nakonfigurovaný port forwarding.

Port forwarding je nastavený následovně:

WAN port	LAN port
6680/TCP (HTTP)	192.168.1.11:80/TCP
6620/TCP (SSH)	192.168.1.11:20/TCP

WAN porty jsou změněny od standartních hodnot jako ochrana proti skenování kyberzločinců. Služby musí být stále zabezpečeny, toto je pouze obfuskace.

Závěr

V rámci práce bylo vytvořeno fyzické datové úložiště na síti, které jednoduše a bezproblémově umožňuje sdílení dat mezi zařízeními, jak lokálně, tak i na dálku. Systém podporuje široký výběr protokolů a zprostředkuje komunikaci mezi různými operačními systémy. Data mají díky RAID poli bonusovou vrstvu ochrany proti mechanickým selháním.

Samotná data jsou přístupná prostřednictvím nástrojů samotných operačních systémů nebo přes vyvinuté webové rozhraní. Toto rozhraní rovněž umožňuje základní správu systému.

Multimediální centrum je zprovozněno softwarem třetí strany *Jellyfin*. Díky propojení s disky je možné uložit a přehrávat velké množství filmů. Protože *Jellyfin* běží přímo v prohlížeči, lze na něj přistupovat z jakéhokoli zařízení s webovým prohlížečem.

Tato práce nejen zrychluje inicializaci připojení k webovým stránkám, ale také zvyšuje soukromí uživatelů ve stejné síti díky konfiguraci jako DNS server. Díky tomu je každé zařízení v síti takřka připojeno k DNS serverům bezpečněji přes DNSSEC, i když to sami nepodporují.

V rámci internetu věcí (IoT) bylo vytvořeno centralizované středisko pro výměnu a ukládání dat zařízení IoT, čímž se zlepšuje efektivita a řízení propojených zařízení.

Reference

- [1] MasterDC, „Redundance,“ [Online]. Available: <https://www.master.cz/help/slovník/redundance/>. [Přístup získán 26. 3. 2024].
- [2] B. Kodřousková, „JavaScript pro začátečníky: co to je a jak funguje,“ Rascasone, s.r.o. , 28. 1. 2022. [Online]. Available: <https://www.rascasone.com/cs/blog/co-je-javascript-pro-zacatecniky>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [3] Příspěvatelé Wikipedie, „TypeScript,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 30. 10. 2023. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=TypeScript&oldid=23328659>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [4] DAMI development s.r.o., „Nginx,“ [Online]. Available: <https://www.damidev.com/slovník/nginx>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [5] V. Franz, „Skriptování v Bashi - Úvod do skriptování,“ itnetwork.cz, [Online]. Available: <https://www.itnetwork.cz/linux/bash/skriptovani-v-bashi-uvod-do-skriptovani>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [6] V. Uličný, „Proč zkusit vývoj webu a webových aplikací v Reactu?,“ Rascasone, s.r.o. , 15. 7. 2021. [Online]. Available: <https://www.rascasone.com/blog/proc-react-vyvoj-web-aplikace>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [7] Příspěvatelé Wikipedie, „Node.js,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 16. 11. 2023. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Node.js&oldid=23384571>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [8] B. Kodřousková, „Next.js x Gatsby? Který framework zvolit pro React aplikaci,“ Rascasone, s.r.o., 13. 4. 2021. [Online]. Available: <https://www.rascasone.com/cs/blog/vyvoj-webovych-aplikaci-next-gatsby>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [9] Alza.cz a.s., „RAID disková pole,“ 29. 9. 2022. [Online]. Available: <https://www.alza.cz/raid-diskova-pole>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [10] Příspěvatelé Wikipedie, „RAID,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 17. 7. 2023. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=RAID&oldid=22982829>. [Přístup získán 22. 3. 2024].

- [11] M. Grygaříková, „Docker, Kubernetes a kontejnery. Jak fungují a proč je chtít,“ MasterDC, 14. 8. 2019. [Online]. Available: <https://www.master.cz/blog/docker-kubernetes-kontejnery-jak-funguji-proc-je-chtit/>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [12] Wikipedia contributors, "Unraid," Wikipedia, The Free Encyclopedia, 16 February 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Unraid&oldid=1207938458>. [Accessed 15. 3. 2024].
- [13] Příspěvatelé Wikipedie, „Network Attached Storage,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 24. 10. 2022. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Network_Attached_Storage&oldid=21795978. [Přístup získán 16. 2. 2024].
- [14] Wikipedia contributors, "Network-attached storage," Wikipedia, The Free Encyclopedia, 12. January 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Network-attached_storage&oldid=1195234552. [Accessed 16. February 2024].
- [15] Wikipedia contributors, "Direct-attached storage," Wikipedia, The Free Encyclopedia, 22 April 2023. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Direct-attached_storage&oldid=1151170835. [Accessed 16 February 2024].
- [16] Příspěvatelé Wikipedie, „Storage Area Network,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 18. 10. 2023. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Storage_Area_Network&oldid=23279573. [Přístup získán 16. 2. 2024].
- [17] Wikipedia contributors, "Storage area network," Wikipedia, The Free Encyclopedia, 20 October 2023. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Storage_area_network&oldid=1181074769. [Accessed 16 February 2024].
- [18] Denise, "SAN vs NAS vs DAS," AC&NC / jetstor, 7 December 2022. [Online]. Available: <https://www.acnc.com/blog/storage-trends/san-vs-nas-vs-das/>. [Accessed 26 March 2024].
- [19] Příspěvatelé Wikipedie, „Linux,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 3. 1. 2024. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Linux&oldid=23521947>. [Přístup získán 15. 3. 2024].
- [20] Wikipedia contributors, "Raspberry Pi OS," Wikipedia, The Free Encyclopedia, 28 January 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi_OS&oldid=1200140994. [Accessed 15. 3. 2024].

- [21] Příspěvatelé Wikipedie, „Systemd“, Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 29. 9. 2023. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Systemd&oldid=23226505>. [Přístup získán 26. 3. 2024].
- [22] Bystroushaak, „Syncthing“, Nitemedia s. r. o., 23. 5. 2017. [Online]. Available: <https://www.abclinuxu.cz/clanky/syncthing>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [23] Think Easy, „Co je IoT a jak funguje v praxi (příklady)“, Think Easy s.r.o., 12. 10. 2022. [Online]. Available: <https://thinkeasy.cz/co-je-iot-a-jak-funguje-v-praxi-priklady/>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [24] iPC2U, „Co je MQTT a k čemu slouží ve IIoT? Popis protokolu MQTT“, iPC2U s.r.o., [Online]. Available: <https://ipc2u.cz/blogs/news/mqtt-protokol>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [25] I. J. Valdman, „MQTT Broker“, Whitesoft s. r. o., [Online]. Available: <http://www.whitesoft.cz/reseni/telekomunikace/mqtt-broker>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [26] Unipi Technology, „Node-RED“, Unipi Technology s.r.o., [Online]. Available: <https://www.unipi.technology/cs/produkty/node-red-66>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [27] AIRWAYNET, „Co je to DNS a jak funguje?“, AIRWAYNET a.s., [Online]. Available: <https://www.airwaynet.cz/co-je-to-dns-a-jak-funguje/>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [28] K. Vávra, „Pi-hole ~ blokace reklam a sledování uživatelů na úrovni DNS“, TunaSec z.s., 5. 10. 2021. [Online]. Available: <https://tunasec.com/blog/pi-hole-blokace-reklam-sledovani-dns/>. [Přístup získán 25. 3. 2024].
- [29] Příspěvatelé Wikipedie, „Samba (software)“, Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 5. 10. 2023. [Online]. Available: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Samba_\(software\)&oldid=23243569](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Samba_(software)&oldid=23243569). [Přístup získán 1. 3. 2024].
- [30] Příspěvatelé Wikipedie, „File Transfer Protocol“, Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 4. 8. 2023. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=File_Transfer_Protocol&oldid=23031152. [Přístup získán 1. 3. 2024].
- [31] Master Internet, s. r. o., „NFS“, [Online]. Available: <https://www.master.cz/help/slovník/nfs/>. [Přístup získán 15. 3. 2024].
- [32] Příspěvatelé Wikipedie, „Secure Shell“, Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 23. 11. 2023. [Online]. Available:

https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Secure_Shell&oldid=23403408. [Přístup získán 3. 1. 2024].

- [33] Příspěvatelé Wikipedie, „SSH file transfer protocol,“ Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 6. 8. 2023. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=SSH_file_transfer_protocol&oldid=23037317. [Přístup získán 1. 3. 2024].
- [34] Fil.musi, "Screenshot of the TrueNAS 12.0-U2.1 web user interface," 12 April 2021. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TrueNAS_Web_User_Interface.png. [Accessed 15. 3. 2024].
- [35] B. Kodřousková, „Proč k vývoji webových aplikací použít technologii NodeJS?,“ Rascasone, s.r.o., 13. 4. 2021. [Online]. Available: <https://www.rascasone.com/cs/blog/node-js-architektura-moduly-npm>. [Přístup získán 22. 3. 2024].
- [36] Cburnett, "File:RAID 5.svg," 31 December 2006. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RAID_5.svg. [Accessed 22 March 2024].

Seznam obrázků

Obrázek 1 - webový souborový prohlížeč File Browser	7
Obrázek 2 - dashboard pro správce	8
Obrázek 3 - rozprostření dat v RAID 5 poli [36]	12
Obrázek 4 - diagram porovnávající DAS, NAS a SAN [18].....	13
Obrázek 5 - diagram fyzického návrhu	14
Obrázek 6 - prototyp.....	14
Obrázek 7 - 3D model - základna.....	15
Obrázek 8 - 3D model - zeď s vedením kabelů.....	15
Obrázek 9 - 3D model - držák disků	15
Obrázek 10 - 3D model - vrchní kryt	15
Obrázek 11 - 3D model - boční dveře	15
Obrázek 12 - rozhraní pro správu uživatelů	17
Obrázek 13 - logický diagram sítě	20