



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

**ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ**

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

**APLIKACE PRO ŘÍZENÝ PŘÍSTUP KE VZDÁLENÝM  
DOKUMENTŮM PRO GNU/LINUX**

APPLICATION FOR CONTROLLED ACCESS TO REMOTE DOCUMENTS FOR GNU/LINUX

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**JAN BERNARD**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**RNDr. MAREK RYCHLÝ, Ph.D.**

**BRNO 2020**

## Zadání bakalářské práce



Student: **Bernard Jan**

Program: Informační technologie

Název: **Aplikace pro řízený přístup ke vzdáleným dokumentům pro GNU/Linux**  
**Application for Controlled Access to Remote Documents for GNU/Linux**

Kategorie: Operační systémy

Zadání:

1. Seznamte se s požadavky týkající se zabezpečení přístupu k dokumentům v projektu Validované datové úložiště (VDU). Prozkoumejte možnosti virtuálních souborových systémů a integrace aplikací do desktopového prostředí v operačním systému GNU/Linux.
2. Navrhněte klientskou aplikaci pro VDU, která se připojí k úložišti a bude zpřístupňovat obsah úložiště pod zadaným přístupovým klíčem jako soubor virtuálního souborového systému s řízeným přístupem a správou verzí. Navrhněte automatické testy požadovaných vlastností takové aplikace.
3. Po konzultaci s vedoucím navrženou aplikaci implementujte včetně automatických testů.
4. Výsledek popište, vyhodnoťte a zveřejněte jako open-source.

Literatura:

- Interní dokumentace projektu Validované datové úložiště.
- VANGOOR, Bharath Kumar Reddy; TARASOV, Vasily; ZADOK, Erez. To FUSE or Not to FUSE: Performance of User-Space File Systems. In: 15th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 17). 2017, s. 59-72. Dostupné z: [https://www.usenix.org/conference/fast17/technical-sessions/presentation/vangoor]
- BURIHABWA, Dorian, et al. SGX-FS: Hardening a File System in User-Space with Intel SGX. In: 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom). IEEE, 2018, s. 67-72. Dostupné z: [https://doi.org/10.1109/CloudCom2018.2018.00027]
- xdg-utils. *freedesktop.org* [online], 2019 [cit. 2020-10-26]. Dostupné z: [https://freedesktop.org/wiki/Software/xdg-utils/]

Pro udělení zápočtu za první semestr je požadováno:

- Body 1, 2 a rozpracovaný bod 3.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování práce viz <https://www.fit.vut.cz/study/theses/>

Vedoucí práce: **Rychlý Marek, RNDr., Ph.D.**

Vedoucí ústavu: Kolář Dušan, doc. Dr. Ing.

Datum zadání: 1. listopadu 2020

Datum odevzdání: 12. května 2021

Datum schválení: 27. října 2020

## Abstrakt

Práce se zaměřuje na synchronizaci a životní cyklus souborů stažených do uživatelského počítače ze vzdáleného validovaného datového uložště. Z analýzy trhu vyplynulo, že na trhu je velký výběr aplikací, ale rozdíly mezi nimi jsou relativně velké. Na základě požadavků a stanovené komunikace s validovaným datovým uložštěm byla navržena a implementována aplikace pro systém GNU/Linux. Testování aplikace probíhalo na dvou vybraných Linuxových distribucích s mock serverem zastupující vzdálené uložště.

## Abstract

The aim of this thesis is synchronization and life cycle of files downloaded to user's computer from validated data storage. Based on market analysis there is large selection of applications in market but there are relatively large differences along them. Application was designed and implemented for GNU/Linux according to requirements and given validated data storage communication. The application was tested on two selected Linux distributions with mock server representing remote storage.

## Klíčová slova

Validované datové uložště, VDU, Linux, souborový systém, HTTP, FUSE, C++, synchronizace, soubor, dokument, oprávnění

## Keywords

Validated data storage, VDS, Linux, filesystem, HTTP, FUSE, C++, synchronization, file, document, permission

## Citace

BERNARD, Jan. *Aplikace pro řízený přístup ke vzdáleným dokumentům pro GNU/Linux*. Brno, 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce RNDr. Marek Rychlý, Ph.D.

# Aplikace pro řízený přístup ke vzdáleným dokumentům pro GNU/Linux

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana RNDr. Marka Rychlého, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny, publikace a další zdroje, ze kterých jsem čerpal.

.....

Jan Bernard  
2. května 2021

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce, doktorovi Markovi Rychlému, za vynikající vedení práce a jeho podnětné poznatky a rady. Také bych rád poděkoval všem svým kolegům, se kterými jsem procházel celé bakalářské studium. A v neposlední řadě děkuji všem svým přátelům a rodině za podporu a pochopení.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Motivace a existující řešení</b>	<b>4</b>
2.1	Současná řešení . . . . .	4
2.2	Google File Stream . . . . .	5
2.3	Dropbox . . . . .	5
2.4	Microsoft OneDrive . . . . .	5
2.5	Syncthing . . . . .	5
2.6	Rsync . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Návrh řešení a použité technologie</b>	<b>6</b>
3.1	Architektura . . . . .	6
3.1.1	Případ užití . . . . .	6
3.2	Technologie . . . . .	6
3.2.1	GNU/Linux . . . . .	6
3.2.2	C++/C . . . . .	6
3.2.3	OpenAPI . . . . .	6
3.2.4	HTTP . . . . .	6
3.2.5	Mock server . . . . .	6
3.2.6	Souborový systém v uživatelském prostoru (FUSE) . . . . .	6
3.2.7	DBus . . . . .	6
3.2.8	Keyring . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Popis implementace a nasazení aplikace</b>	<b>7</b>
4.1	Definice API . . . . .	7
4.2	Mock server . . . . .	7
4.3	Vyžívané cesty/soubory v Linuxové adresářové struktuře . . . . .	7
4.3.1	Konfigurační soubor . . . . .	7
4.3.2	SQLite databáze . . . . .	7
4.4	Autentifikace . . . . .	7
4.5	Práce se soubory . . . . .	7
4.5.1	Otevření souboru v příslušné aplikaci . . . . .	7
4.6	Nasazení aplikace . . . . .	7
4.6.1	DPKG . . . . .	7
4.6.2	RPM . . . . .	7
4.6.3	Sestavení ze zdrojových souborů . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Testovací sada</b>	<b>8</b>

5.1 Google Test . . . . .	8
<b>6 Závěr</b>	<b>9</b>
<b>Literatura</b>	<b>10</b>
<b>A Dokumentace projektu Validované datové uložště</b>	<b>12</b>
<b>B Obsah přiloženého média</b>	<b>13</b>

# Kapitola 1

## Úvod

V době vysokorychlostního a stabilního internetu je využívání vzdálených uložišť běžnou záležitostí. Pro většinu uživatelů je to nástroj pro jednoduchou synchronizaci dat napříč několika zařízeními od mobilního telefonu po stolní počítač. Pokud vezmeme v úvahu pouze velká datová centra, jedná se pravděpodobně o nejlevnější a nejspolehlivější způsob uchování dat, protože tyto centra mívají různé zálohy na softwarové i hardwarové úrovni. Pod pojmem vzdálené uložisko si nemusíme představit jen velká datová centra se stovkami serverů, může se jednat o relativně malé uložisko ve firmě nebo dokonce o osobní/domácí řešení. Pro využívání osobních/firemních uložišť se lidé uchylují v případech, je-li třeba uložit osobní nebo určitým způsobem citlivá data, která by nemohla být poskytnuta třetí straně. Nabízená řešení také nemusí poskytovat potřebnou funkcionalitu nebo jejich finanční model nesplňuje zákaznická kritéria.

V průběhu let byly vyvinuty protokoly řešící sdílení souborů jako FTP, TFTP, SFTP, NFS a další. Sdílení souborů je komplexní záležitostí a obsahuje velké množství parametrů. Každý protokol se zaměřuje jen na určité parametry jako zabezpečení a spolehlivost přenosu, oprávnění pro jednotlivé uživatele a soubory, synchronizace modifikovaných souborů apod. V dnešní době je většina komerčně využívaných aplikací vystavěna na proprietárních protokolech nebo na protokolech umožňující obecnější použití. Jedním z obecně nejpožívanějších aplikačních protokolů bude Hypertext Transfer Protokol neboli HTTP.

Cílem této práce je prozkoumat aktuální nabídku a možnosti na poli vzdálených uložišť a navrhnout aplikaci pro řízený přístup ke vzdáleným dokumentům pro platformu GNU/Linux. Aplikace bude zaměřena na řízený životní cyklus souborů s vynucenými oprávněními pro jednotlivé soubory daná vzdáleným uložiskem. Komunikace skrze HTTP protokol byla definovaná externím zadavatelem. Zdrojové kódy jsou dostupné na veřejném Github repozitáři.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup><https://github.com/PlayerBerny12/VUT-IBT-Code>

## Kapitola 2

# Motivace a existující řešení

Využívání vzdálených uložišť roste, protože lidé využívají více zařízení a potřebují mezi nimi jednoduchou synchronizaci nebo na jednom souboru potřebuje spolupracovat více lidí. Dalším podnětem využívání vzdálených uložišť je generování většího množství dat, které jako lidé vytváříme. Postupně se digitalizují další systémy například ve státní správě nebo dalších podnikatelských sektorech.

Na trhu je velké množství služeb zaměřujících se na různé klientské sektory s různými požadavky. Diverzita těchto služeb je až překvapivě velká. Většina se snaží o obecně použitelné ukládání/sdílení dat, pokud jsou požadavky na tuto službu specifické, tak možnost úpravy konfigurace těchto služeb nebývá velká. Poté nezbývá než vystavět obdobnou službu z existujících aplikací nebo vytvořit novou na existujících technologiích.

V kontextu této práce jsou požadavky následující:

- Dodržování oprávnění i na klientském systému
  - read-only
  - write-only
  - read/write
- Životní cyklus souboru (stažení)
  - stažení
  - případná modifikace
  - smazání souboru po vypršení platnosti
- Autentifikace
  - uživatelské jméno a klientský certifikát
  - uživatelské jméno a heslo

### 2.1 Současná řešení

Pro bližší analýzu bylo vybráno jen několik služeb a programů. Zkoumáno bylo několik parametrů, jako poskytovaná funkcionalita pro jednotlivce a firmy, cena, integrace s ostatními aplikacemi apod. Služby od Googlu a Microsoftu není možné pořídit jednotlivě, ale dodávají



se v balíčcích obsahující další software nebo služby. Obecně nelze vybrat nejlepší vzdálené uložště, ale je možné poukázat na rozdílné vlastnosti a koncový uživatel ať si vybere podle svých potřeb.

## 2.2 Google File Stream

Jedná se o aplikaci synchronizující data ze všech Google disků, ke kterým má daný uživatel přístup. Aplikaci je možné provozovat pouze na systémech Windows a Mac OS.[5] Google Disk poskytuje plně funkční webové rozhraní, ve kterém je možné dokumenty přímo upravovat bez nutnosti stahování. Problém nenastane ani v případě Microsoft Office dokumentů, což je stále velmi využívaný softwareový balík kancelářských programů.

Google Workspace (dříve Google Suite) je možné pořídit v několika balíčcích. Například balíček Business Standard nabízí 2 TB uložště za 10,40 EUR. Balíček obashuje další služby jako firemní email a schůzky až o 150 účastnících na Google Meet.[9]

Každý uživatel má vlastní disk s omezenou kapacitou podle balíčku. Na disku lze vytvářet standartní složkovou hierarchii a je možné sdílet jednotlivé soubory nebo obsah složek s ostatními uživateli. Verze Enterprise umožňuje vytváření dalších disků, na které je možné přiřadit seznam uživatelů. Každý uživatel má nastavenou jednu z 6 rolí, které vymezují jeho možnosti. K dispozici je API, která pokrývá veškeré možnosti webového rozhraní jako vytvoření souboru, sdílení apod.[8]

## 2.3 Dropbox

Aplikace Dropbox má balíčky pro Ubuntu a Fedoru, případně jejich deriváty a také je možnost zkompilevat ji ze zdrojových souborů. Z práce "Personal Cloud Storage Benchmarks and Comparison" je vidět, že Dropbox se zaměřuje na efektivitu přenosu a minimální zatížení sítě. Využívá menší množství TCP spojení oproti jeho konkurentům a také stejně jako Google Drive komprimuje data před odesláním.[2] Toto řešení nemusí dosahovat nejvyšší výkonosti, ale nezatěžuje tolik infrastrukturu.

Webové rozhraní je více orientováno na správu souborů a jejich historii. Nabízí jednoduché obnovení smazaných souborů nebo návrat k předchozí verzi. Nenabízí tolik možností jako Google Drive, ale upravovat dokumenty ve webovém prohlížeči lze také. Na výběr je mezi Microsoft Office Online nebo Google Workspace. Sdílení souborů a složek je možné i s uživateli, kteří nemají Dropbox účet.

Balíček Plus za 9,99 EUR dává uživateli přístup ke 2 TB uložšti. Firemní balíčky obsahují rozšíření pro lepší správu uživatelů, vytváření skupin a admin panel/konzole. Dropbox má také pro své uživatele API.[6]

## 2.4 Microsoft OneDrive

[11]

## 2.5 Syncthing

## 2.6 Rsync

## Kapitola 3

# Návrh řešení a použité technologie

### 3.1 Architektura

#### 3.1.1 Příklad užití

### 3.2 Technologie

#### 3.2.1 GNU/Linux

#### 3.2.2 C++/C

#### 3.2.3 OpenAPI

#### 3.2.4 HTTP

#### 3.2.5 Mock server

#### 3.2.6 Souborový systém v uživatelském prostoru (FUSE)

#### 3.2.7 DBus

#### 3.2.8 Keyring

## Kapitola 4

# Popis implementace a nasazení aplikace

- Seznam použitých knihoven

### 4.1 Definice API

### 4.2 Mock server

### 4.3 Vyžívané cesty/soubory v Linuxové adresářové struktuře

#### 4.3.1 Konfigurační soubor

#### 4.3.2 SQLite databáze

### 4.4 Autentifikace

### 4.5 Práce se soubory

#### 4.5.1 Otevření souboru v příslušné aplikaci

### 4.6 Nasazení aplikace

#### 4.6.1 DPKG

#### 4.6.2 RPM

#### 4.6.3 Sestavení ze zdrojových souborů

## Kapitola 5

# Testovací sada

- Testy pro funkce třídy API

### 5.1 Google Test

## Kapitola 6

## Závěr

[12] [3] [4] [13] [7] [10] [1]

# Literatura

- [1] BLOOM, J. *MockServer* [online]. Mock Server, 2020 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.mock-server.com/#what-is-mockserver>.
- [2] BOCCHI, E., DRAGO, I. a MELLIA, M. Personal Cloud Storage Benchmarks and Comparison. *IEEE Transactions on Cloud Computing*. 2017, sv. 5, č. 4, s. 751–764. DOI: 10.1109/TCC.2015.2427191. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7096995>.
- [3] BURIHABWA, D., FELBER, P., MERCIER, H. a SCHIAVONI, V. SGX-FS: Hardening a File System in User-Space with Intel SGX. In: *2018 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*. 2018, s. 67–72. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8590996>.
- [4] CARLUCCI, G., DE CICCIO, L. a MASCOLO, S. HTTP over UDP: An Experimental Investigation of QUIC. In: *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. Association for Computing Machinery, 2015, s. 609–614. DOI: 10.1145/2695664.2695706. ISBN 9781450331968. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/2695664.2695706>.
- [5] *Deploy Google Drive for desktop* [online]. Google, 2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://support.google.com/a/answer/7491144?hl=en>.
- [6] *Dropbox* [online]. Dropbox, 2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.dropbox.com/?landing=dbv2>.
- [7] FIELDING, R. a RESCHKE, J. *Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content* [Requests for Comments]. RFC Editor, červen 2014 [cit. 2021-04-25]. DOI: 10.17487/RFC7231. Dostupné z: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc7231>.
- [8] *Google Drive for developers - API Reference* [online]. Google, 2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://developers.google.com/drive/api/v3/reference>.
- [9] *Google Workspace* [online]. Google, 2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://workspace.google.com/>.
- [10] *What is: Linux keyring, gnome-keyring, Secret Service, and D-Bus* [online]. RTFM: Linux, DevOps, and system administration, 12. července 2019 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://rtfm.co.ua/en/what-is-linux-keyring-gnome-keyring-secret-service-and-d-bus/>.
- [11] *Microsoft 365* [online]. Microsoft, 2021 [cit. 2021-04-021]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/onedrive/online-cloud-storage/>.

- [12] VANGOOR, B. K. R., TARASOV, V. a ZADOK, E. To FUSE or Not to FUSE: Performance of User-Space File Systems. In: *15th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 17)*. 2017, s. 59–72. Dostupné z: <https://www.usenix.org/conference/fast17/technical-sessions/presentation/vangoor>.
- [13] *Xdg-utils* [online]. freedesktop.org, 2019 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://freedesktop.org/wiki/Software/xdg-utils/>.

## Příloha A

# Dokumentace projektu Validované datové uložště



## **Příloha B**

### **Obsah přiloženého média**