

Obnova dat

Nikita Pozdnyshev



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav informatiky a umělé inteligence
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Nikita Pozdnyshev
Osobní číslo: A21351
Studijní program: B0613A140020 Softwarové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Obnova dat
Téma práce anglicky: Data Recovery

Zásady pro vypracování

- Popište jak funguje obnova dat a známé algoritmy.
- Provedte analýzu současných dostupných nástrojů pro obnovu dat.
- Ověřte postupy obnovy dat pomocí bezplatných i komerčních softwarových nástrojů. Posudte účinnost jednotlivých metod a jejich praktické využití.
- Provedte cenovou analýzu obnovy dat pomocí volně dostupných a placených nástrojů. Zohledněte různé cenové modely a vyhodnotte poměr cena/výkon.
- Na základě provedených testů a analýz navrhněte doporučený postup, jak postupovat v případě ztráty dat, který minimalizuje finanční náklady na jejich obnovu.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. VEDAVALLI, Perigisetty; CH, Deepak. A deep learning based data recovery approach for missing and erroneous data of iot nodes. *Sensors*, 2022, 23.1: 170.
2. International Society for Research in Education and Science (ISRES). *Current Studies in Basic Sciences, Engineering and Technology.* December, 2022. ISBN 978-605-81654-2-7.
3. NELSON, Steve. *Pro Data Backup and Recovery.* New York: Apress, 2011. ISBN 9781430226628.
4. 5STARCooks. *Data Recovery A Complete Guide – 2019 Edition.* Publisher: 5STARCooks, July 22, 2021.
5. KIM, Hwajung; YEOM, Heon Young; SON, Yongseok. An efficient database backup and recovery scheme using write-ahead logging. In: *2020 IEEE 13th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*. IEEE, 2020. p. 405-413.
6. SINGH, Anubhav, et al. AI in Data Recovery and Data Analysis. In: *Artificial Intelligence in Forensic Science*. CRC Press, 2024. p. 142-164.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Králík, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **27. října 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2025**



L.S.

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. listopadu 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce porovnává 23 softwarových nástrojů pro obnovu dat z HDD a ext4. Představuje pět klíčových algoritmů: file carving, reverzní inženýrství metadat, log-based recovery, redundantní analýzu a obnovu pomocí strojového učení. Na disku s 1,8 GB dat a oddíly NTFS/FAT32 byly simulovány logické i fyzické ztráty. Účinnost nástrojů byla hodnocena podle 5 kritérií rozhraní a 24 kritérií integrity. Mezi bezplatnými nástroji dosáhly nejlepších výsledků DMDE a Puran File Recovery. Z placených vynikly R-Studio, DiskGenius, DMDE Pro, MiniTool PDR a CuteRecovery. Komerční software si při obnově smazaných oddílů udržel úspěšnost kolem 95 %, ale některé bezplatné klesly pod 80 %. Cena licencí 0–99 USD odráží hlavně komfort a podporu. Doporučený postup: vytvořit bitovou kopii, zkusit zdarma, poté placený nástroj, a nakonec profesionální servis.

Klíčová slova: obnova dat, náklady na obnovu, NTFS, FAT32, ext4, ekonomická efektivita, minimalizace výdajů, DMDE, R-Studio, Puran File Recovery, CuteRecovery, ztracená data.

ABSTRACT

This bachelor's thesis compares 23 software tools for data recovery from HDDs and ext4. It presents five key algorithms: file carving, reverse engineering of metadata, log-based recovery, redundant data analysis, and recovery using machine learning. An experiment with a 1.8 GB dataset and NTFS/FAT32 partitions simulated logical and physical data loss. The tools were evaluated using 5 interface criteria and 24 data integrity criteria. Among the free tools, DMDE and Puran File Recovery achieved the best results. Among the paid ones, R-Studio, DiskGenius, DMDE Pro, MiniTool PDR, and CuteRecovery stood out. Commercial tools maintained around 95 % success in recovering deleted partitions, while some free tools fell below 80 %. License prices 0–99 USD mainly reflect interface comfort and support. The recommended procedure: create a bit-by-bit image, try free tools, then paid tools, and finally professional service.

Keywords: data recovery, recovery cost, NTFS, FAT32, ext4, economic efficiency, cost minimization, DMDE, R-Studio, Puran File Recovery, CuteRecovery, lost data.

Děkuji Ing. Ph.D. Lukáši Králíkovi za jeho trpělivost a za poskytnuté konzultace.

Dále děkuji přátelům a spolužákům, kteří mě během studia podporovali a projevovali vstřícnost a pochopení.

Poděkování patří také kolegům a trenérům ze šermu, se kterými bylo možné v náročných dnech odvést pozornost od studijních povinností.

Také děkuji vyučujícím, jejichž rady mi pomohly stát se disciplinovanějším a méně náročným vůči životu.

OBSAH

ÚVOD.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 DŮLEŽITOST OBNOVY DAT	14
1.2 KLASIFIKACE PŘÍČIN ZTRÁT	14
1.2.1 Hardwarové poruchy	14
1.2.2 Lidský factor	15
1.2.3 Softwarová selhání a logické chyby	15
1.2.4 Vnější hrozby a nečekané okolnosti	15
2 PŘÍSTUPY K OBNOVĚ DAT	17
2.1 OBNOVA DAT ZE ZÁLOH	17
2.2 KLÍČOVÉ FAKTORY ÚSPĚŠNOSTI OBNOVY	17
2.3 FORMÁTOVÁNÍ MÉDIA	17
2.4 FYZICKÉ POŠKOZENÍ A HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ	18
2.5 DŮLEŽITOST VYTVOŘENÍ KLONU DISKU PŘED OBNOVENÍM	18
3 PŘEHLED ZNÁMÝCH ALGORITMŮ PRO OBNOVU DAT.....	20
3.1 FILE CARVING	20
3.2 VYUŽITÍ ŽURNÁLOVACÍCH SYSTÉMŮ PRO REKONSTRUKCI DAT	20
3.3 OBNOVA NA ZÁKLADĚ SOUBOROVÉHO SYSTÉMU	20
3.4 OBNOVENÍ NA ZÁKLADĚ REDUNDANTNÍ ANALÝZY DAT	21
3.5 OBNOVA ZALOŽENÁ NA STROJOVÉM UČEN	21
3.6 ALGORITMY V PRAXI	21
3.7 PŘEDBĚŽNÁ DIAGNOSTIKA	22
4 ANALÝZA DOSTUPNÝCH NÁSTROJŮ PRO OBNOVU DAT	23
4.1 OBECNÉ POŽADAVKY NA FUNKČNOST NÁSTROJŮ PRO OBNOVU DAT	23
4.2 METODIKA VÝBĚRU TESTOVACÍCH PROGRAMŮ	23
4.3 PŘEHLED BEZPLATNÝCH SOFTWAREVÝCH ŘEŠENÍ	24
4.4 PŘEHLED KOMERČNÍCH SOFTWAREVÝCH ŘEŠENÍ	24
4.5 PŘEHLED SOFTWAREVÝCH ŘEŠENÍ PRO LINUX	24
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	25
5 TESTOVACÍ METODIKA A VYHODNOCENÍ NÁSTROJŮ	26
5.1 METODOLOGIE TESTOVÁNÍ A DEFINOVÁNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH PODMÍNEK	26
5.1.1 Výběr souborů	26
5.1.2 Výběr disku	26
5.1.3 Vymazání dat	27
5.1.4 Metodologie hodnocení	28

5.2	METODIKA VÝBĚRU TESTOVACÍCH PROGRAMŮ	29
5.2.1	Shodné parametry a jejich vztah ke kapitole 5.1	29
5.2.2	Popis testovacího prostředí.....	29
5.2.3	Vymazání dat ext4.....	29
5.3	OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI BEZPLATNÝCH NÁSTROJŮ	30
5.3.1	Puran File Recovery	32
5.3.2	Recuva	33
5.3.3	RecoveRx	34
5.3.4	TestDisk & PhotoRec	34
5.3.5	Undelete 360.....	35
5.3.6	DMDE – Disk Editor and Data Recovery Software.....	35
5.3.7	Glary Undelete	36
5.3.8	R.Saver	36
5.4	OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI KOMERČNÍCH NÁSTROJŮ	37
5.4.1	Disk Genius	40
5.4.2	GetDataBack Pro	40
5.4.3	OnTrack EasyRecovery.....	41
5.4.4	R-Studio.....	41
5.4.5	Hetman Partition Recovery	42
5.4.6	CuteRecovery	42
5.4.7	Active@ File Recovery	42
5.4.8	Recoverit	43
5.4.9	EaseUS Data Recovery Wizard.....	43
5.4.10	MiniTool Power Data Recover.....	44
5.5	PŘEHLED KOMERČNÍCH SOFTWAREVÝCH ŘEŠENÍ	44
5.5.1	DMDE	46
5.5.2	R-Studio for Linux	46
5.5.3	Extundelete	46
5.5.4	Ext4magic.....	47
5.5.5	MagicRescue	47
5.6	SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ A IDENTIFIKACE NEJÚČINNĚJŠÍCH NÁSTROJŮ	48
6	EKONOMICKÁ ANALÝZA OBNOVY DAT	50
6.1	MOŽNOSTI NEKOMERČNÍ OBNOVY DAT POMOCÍ VYBRANÝCH NÁSTROJŮ	50
6.2	PŘEHLED CENOVÝCH MODELŮ VYBRANÝCH KOMERČNÍCH NÁSTROJŮ	51
6.2.1	Srovnání poměru cena/výkon vybraných komerčních nástrojů	52
6.3	SROVNÁNÍ KOMERČNÍCH A BEZPLATNÝCH NÁSTROJŮ	54
6.4	POROVNÁNÍ OBNOVENÍ DAT POMOCÍ NÁSTROJŮ A PROFESIONÁLNÍCH SERVISŮ.....	55
6.4.1	Srovnání cen profesionálních servisů a jejich služeb	55
6.4.2	Rizika využití placených nástrojů	56
6.4.3	Rizika využití bezplatných nástrojů	57
6.4.4	Rizika využití profesionálních servisů	57

6.5	KALKULACE CELKOVÝCH NÁKLADŮ NA OBNOVU DAT V RŮZNÝCH SCÉNÁŘÍCH	58
6.5.1	Logické odstranění souborů nebo smazání logického oddílu na nosiči	58
6.5.2	Mechanické poškození nosiče	58
6.5.3	Útok šifrovacího viru	59
7	DOPORUČENÝ POSTUP PRO MINIMALIZACI FINANČNÍCH NÁKLADŮ PŘI ZTRÁTĚ DAT	60
7.1	PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ K MINIMALIZACI RIZIKA ZTRÁTY DAT	60
7.2	STRATEGIE OBNOVY V ZÁVISLOSTI NA CHARAKTERU ZTRÁTY DAT	61
7.2.1	Náhodné odstranění, formátování nebo logické chyby	61
7.2.2	Fyzické poškození nosiče	62
7.2.3	Vážnější fyzické poškození nosiče	62
7.2.4	Útok šifrovacím virem	63
7.2.5	Výběr profesionálního servisu pro obnovu dat	63
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM TABULEK	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71

ÚVOD

Ať už je nosič informací jakýkoliv, dříve nebo později se začne deformovat až do bodu, kdy se z něj informace stane nečitelnou, ať už se jedná o hliněné tabulky, papyrus, papír, a později magnetické pásky a moderní nosiče. Při výběru nosiče se za klíčové parametry obvykle považují rychlost zápisu, rychlost čtení, počet přepisů, kapacita úložiště a spolehlivost.

V dnešní době je většina dat (a v případě papírových nosičů jejich elektronické kopie) uložena na HDD (Hard Disk Drive) a SSD (Solid State Drive) discích 80-85 %, magnetických páskách (10-15 %) a také na vestavěných úložištích telefonů, tabletů a dalších chytrých zařízení. Je třeba si uvědomit, že žádný z uvedených nosičů není zcela chráněn před ztrátou dat, a proto je nesmírně důležité uchovávat data na různých nosičích a různou pravidelností provádět jejich zálohování v závislosti na druhu nosiče, hodnotě informací a frekvenci jejich aktualizace. Kromě příčin souvisejících s poškozením nosiče existuje mnoho dalších faktorů, které mohou způsobit poškození nebo ztrátu dat.

Pokud se jednotlivci mohou se ztrátou smířit, pro firmy může mít ztráta dat vážné důsledky. Jednorázová ztráta dat může poškodit pověst organizace a snížit důvěru klientů, jejíž obnova si může vyžádat mnoho úsilí a času. Kromě reputační škody může ztráta dat snadno způsobit prostoje, zatímco firma usiluje o jejich obnovení nebo rekonstrukci. Čím delší je tento výpadek, tím větší je pravděpodobnost, že povede ke zklamaným uživatelům a odchodu potenciálních klientů. Každá z těchto příčin přímo negativně ovlivňuje příjmy firmy, nemluvě o tom, že podnik poskytuje svým klientům určité záruky a ztráta dat na straně podniku může vést k porušení právní dohody mezi ním a uživateli, což může způsobit pokuty. Pokud byla důležitá data vytvořená mezi jednotlivými zálohami ztracena, nebo pokud byla data ztracena i na všech zálohách nebo nebyly zálohy prováděny vůbec, může se firma nebo jednotlivec pokusit o obnovu dat softwarovými nebo hardwarovými prostředky.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat důvody obnovy ztracených dat, prozkoumat dostupné metody a algoritmy pro obnovu souborů a zhodnotit účinnost existujících programů pro obnovu dat. Hlavní důraz bude kladen na porovnání bezplatných a placených metod obnovy dat z hlediska ceny a efektivity. Dále bude v rámci práce vyvinut algoritmus postupů v případě ztráty dat, přičemž budou zohledněny jak technické aspekty, tak ekonomická stránka procesu obnovy dat.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 OBNOVA DAT A KLASIFIKACE PŘÍČIN ZTRÁT

Obnova dat je proces, při kterém jsou obnovována data, která byla z různých důvodů ztracena z nosiče informací.

1.1 Důležitost obnovy dat

S rostoucím počtem lidí, kteří ukládají informace v elektronické podobě kvůli snadnému přístupu k jejich zpracování, ukládání, úprava a přenosu, klesá počet lidí, kteří provádějí zálohování na neelektronické nosiče, zejména v obchodní sféře a pokud jde o práci s mnoha tisíci zákazníky. [1] A i když vytvoření záložních kopií dat může minimalizovat jejich ztrátu, mnoho lidí, a často i malé firmy, jejich vytváření zanedbává nebo si jednoduše nejsou vědomy této potřeby vzhledem ke své nedostatečné kompetenci v oblasti bezpečnosti dat na elektronických úložištích. [2] Proto proces obnovy dat zůstává aktuální i v dnešní době.

1.2 Klasifikace příčin ztrát

Kvůli nedostatku motivace služeb pro obnovu dat k vedení statistiky příčin ztráty informací, nemožnosti třetích stran ověřit pravdivost těchto statistik a také kvůli důvěrné povaze samotného procesu obnovy dat, kdy se jedná o firemní data, jejichž ztráta by mohla přímo či nepřímo ovlivnit reputaci společnosti, je obtížné s jistotou určit, které příčiny ztráty dat jsou nejčastější. [3]

Nicméně různé nezávislé služby a specialisté na obnovu dat se shodují na tom, že hardwarové chyby a lidský faktor jsou dvě nejčastější příčiny ztráty dat. Některé zdroje, jako společnost Langmeier Software, uvádějí, že hardwarové poruchy tvoří více než 50 % příčin ztráty dat, zatímco lidský faktor přibližně 25 %. [4] Naproti tomu podle IT Policy Compliance Group dochází ke ztrátě dat kvůli lidskému pochybení ve 75 % případů. V této práci jsem rozdělil příčiny ztráty dat do čtyř kategorií. [5]

1.2.1 Hardwarové poruchy

Navzdory použití moderních technologií při výrobě úložných zařízení zůstávají tato zařízení náchylná k fyzickému poškození a běžnému opotřebení jejich součástí při používání nebo v průběhu času. Například porucha elektrického napájení může mít za následek poškození součástí jednotky, ať už je to v důsledku kolísání síťového napětí, vadného zdroje napájení nebo výpadku nepřerušitelného zdroje napájení. Nebo opotřebení mechanických součástí, například opotřebení a zablokování motoru vřetena, ztráta citlivosti čtecích hlav nebo jejich

poškození v případě pevných disků nebo poruchy řadiče, včetně disků SSD. Vznik nečitelných sektorů, kvůli kterým se soubory stávají nedostupnými apod. [6]

1.2.2 Lidský factor

Nedostatečná kompetence uživatelů nebo zaměstnanců je v oblasti zabezpečení dat nebo jejich bezpečnosti stálým problémem. Předčasné nebo náhodné mazání souborů, tabulek, složek, nahrazování jedněch souborů jinými, nesprávné formátování, nesprávné přerozdělování disků nebo jejich formátování bez kontroly, nesprávná konfigurace serverů, nesprávná konfigurace přístupových práv a mnoho dalších důvodů snadno vede ke ztrátě důležitých dat jak při práci s vlastními daty na osobních zařízeních, tak při práci s daty ve firmách.

1.2.3 Softwarová selhání a logické chyby

Softwarová selhání a logické chyby Ke ztrátě dat může dojít bez fyzického poškození a bez chyby uživatele při formátování dat. Například v důsledku poškození souborového systému způsobeného přerušением zápisu dat v důsledku předčasného výpadku napájení, chybami souborového systému, které znepřístupní soubory, chybami softwaru, které ohrožují integritu informací, chybami při aktualizaci nebo chybami při integraci softwaru, zejména při integraci softwaru třetích stran. [7]

Kromě náhodných logických chyb se mohou vyskytnout i logické „chyby“, které jsou záměrné v důsledku útoků malwaru. Virové útoky a šifry, nejčastější příčinou ztráty dat při takovém útoku je zašifrování serverů nebo počítačů šifrovacími soubory, které jsou podvrženy nebo jinak kompromitovány. Jako příklad lze uvést, že tyto soubory mohou zašifrovat všechna data a poté požadovat odeslání peněz ve formě kryptoměny do určené peněženky. V závislosti na hodnotě dat a napadené společnosti může ransomware požadovat poměrně vysoké částky, po jejichž zaplacení hackeři mohou, ale nemusí dešifrovací klíče vůbec poslat.

1.2.4 Vnější hrozby a nečekané okolnosti

Ačkoli je vyšší moc podle definice vzácná, v určitém procentu případů je také příčinou ztráty dat. Zápory, požáry, války nebo jiné nepředvídatelné události, které mohou fyzicky poškodit servery a datová centra, mohou mít za následek poškození disků a ztrátu dat. Navzdory své nízké četnosti bývají přírodní katastrofy nepředvídatelné a mohou mít katastrofální následky. Pokud dojde k fyzickému zničení serveru, informace z něj budou

ztraceny. A přestože neexistují žádné spolehlivé zveřejněné statistiky o počtu disků poškozených v důsledku vyšší moci, dostupné informace naznačují, že přírodní katastrofy, jako jsou povodně, požáry a zemětřesení, patří mezi méně časté příčiny výpadků v podnikání. To může svědčit o jejich omezeném vlivu na ztrátu podnikových dat. V případě jednotlivců však mohou být dopady vnějších hrozeb výraznější.

2 PŘÍSTUPY K OBNOVĚ DAT

V této kapitole představíme hlavní metody obnovy dat, které se liší použitými nástroji, komplexností i pravděpodobností úspěchu. Nejprve popíšeme základní principy každé metody, poté zanalyzujeme jejich výhody a nevýhody. Na závěr ukážeme, jak vybrat optimální postup podle typu úložného média a charakteru ztráty dat.

2.1 Obnova dat ze záloh

Pokud byla data předem zálohována, lze je snadno obnovit jednoduchým stažením kopie zpět do zařízení.

2.2 Klíčové faktory úspěšnosti obnovy

Pokud však dojde ke ztrátě dat v důsledku náhodného smazání, poškození souborového systému, selhání disku nebo z jiných příčin, nemohou softwarové ani hardwarové metody obnovy zaručit stoprocentní úspěšnost. Pravděpodobnost úspěšného obnovení závisí na několika faktorech: typu úložného zařízení, systému souborů, povaze ztráty dat a na tom, zda byla data přepsána novými soubory. [8] Pokud po smazání nebyla na médium zapsána žádná nová data, je šance na obnovu velmi vysoká.

Pokud jsou však sektory, ve kterých byl smazaný soubor uložen, již obsazeny novými informacemi, stává se obnova téměř nemožnou. Moderní úložná zařízení lze rozdělit na dva hlavní typy – pevné disky (HDD) a SSD (Solid State Drive). Pracují na odlišných principech a mají různé vlastnosti, které ovlivňují proces obnovy. Pevné disky používají mechanické plotny a magnetický záznam. Při mazání souborů zůstává jejich obsah fyzicky na disku, dokud není přepsán.

Naproti tomu disky SSD jsou založeny na technologii flash a používají mechanismus správy paměťových buněk, včetně příkazu TRIM, který téměř znemožňuje obnovení smazaných informací. Kromě typu disku hraje důležitou roli i souborový systém, který spravuje umístění souborů a metadat.

2.3 Formátování média

Mazání dat funguje v různých souborových systémech různě: V systému NTFS (New Technology File System) zůstává soubor po smazání na disku, ale jeho záznam v hlavní tabulce souborů je označen jako „smazaný“. Pokud nejsou tyto sektory přepsány, lze je

obnovit. V systému FAT32 (File Allocation Table 32) ve starších systémech se při odstranění jednoduše odstraní první písmeno názvu souboru v tabulce souborů, ale data zůstanou nedotčena.

V systému ext4 (Fourth Extended Filesystem) v Linux se při odstranění souboru uvolní příslušný inode a bloky a označí se jako volné. Samotná data však na disku zůstávají, dokud nejsou přepsána. ApFS (souborový systém společnosti Apple) má vestavěné mechanismy pro vytváření snímků a ochranu dat, ale smazané soubory bez zálohy je téměř nemožné obnovit. Při mazání dat na disku SSD se zapnutým TRIM je situace složitější. TRIM je příkaz odeslaný operačním systémem na disk, který označuje, které bloky již neobsahují informace neoznačené k odstranění. Když je funkce TRIM aktivní, odstraněné soubory nezůstanou na disku skryté, ale jsou fyzicky vynulovány, což prakticky znemožňuje jejich obnovu, a to i laboratorními metodami.

Možnost obnovy dat ovlivňuje také způsob odstranění nebo formátování média. Při rychlém formátování se vymažou pouze metadata (tabulka souborů), ale samotné soubory se neodstraní, což umožňuje obnovu. Úplné formátování naproti tomu nejen vymaže tabulky souborů, ale také přepíše sektory, což prakticky znemožní obnovu dat

2.4 Fyzické poškození a hardwarové řešení

Ke ztrátě dat však může dojít nejen v důsledku vymazání nebo formátování, ale také v důsledku fyzického poškození jednotky. V případě fyzického poškození nejsou softwarové metody obnovy vždy účinné a může být nutné použít hardwarové řešení. Pro takové případy se používá hardwarové klonování disku, rekonstrukce souborů na základě signatur a různé algoritmy pro opravu chyb.

2.5 Důležitost vytvoření klonu disku před obnovením

Mnoho odborníků na obnovu dat se shoduje, že je důležité vytvořit klon disku bez ohledu na stupeň poškození média, protože tento proces minimalizuje riziko další ztráty dat a zachovává integritu původních dat. Při práci s poškozeným médiem mohou jakékoli operace čtení a zápisu zhoršit stav média, a to až do úplné ztráty dat. Pevný disk s poškozenými sektory nebo mechanickým poškozením se stává obzvláště zranitelným, protože opakované pokusy o přístup k němu mohou vést ke konečnému znepřístupnění informací. V takových

případech je vytvoření bitové kopie nebo klonu disku jediným bezpečným způsobem, jak provést další obnovu. [9]

Potřeba klonování je však relevantní i v případech, kdy je disk zvenčí nepoškozený. Některé závady, například poškození skrytých sektorů nebo degradace média, se mohou projevit až při intenzivním používání, a právě o to při obnově dat jde. Kromě toho mohou ke ztrátě dat vést selhání softwaru, chyby souborového systému nebo nesprávné pokusy o obnovu. Při práci s klonem získáte možnost analyzovat a obnovit soubory bez rizika jejich trvalé ztráty. Další výhodou klonování disku je urychlení procesu obnovy. Čtení dat z bitové kopie je rychlejší než z fyzicky poškozeného média, protože disk není vystaven opakovaným cyklům přístupu k problémovým sektorům při výskytu chyb. Práce s klonem navíc umožňuje pohodlnější zpracování dat: obraz lze přenášet na jiná média, analyzovat pomocí různých softwarových nástrojů, a dokonce sdílet s ostatními techniky prostřednictvím sítě, aniž by bylo nutné fyzicky přistupovat k původnímu disku. Bez ohledu na stav média doporučuji v případě softwarové obnovy dat disk naklonovat a pracovat s jeho kopií.

3 PŘEHLED ZNÁMÝCH ALGORITMŮ PRO OBNOVU DAT

Proces obnovy probíhá pomocí speciálních algoritmů, které analyzují souborový systém, určují strukturu smazaných nebo ztracených dat a obnovují je. Tyto algoritmy berou v úvahu různé příčiny ztráty dat, například náhodné odstranění, poškození souborového systému, logické chyby média nebo formátování dat uživatelem. Různé metody obnovy rekonstruují data z média co nejpřesněji.

3.1 File Carving

Carving je metoda obnovy dat nezávislá na souborovém systému, která je založena na analýze signatur a obnovuje soubory, i když je souborový systém jako takový poškozen nebo chybí. Používá se při odstranění, poškození nebo přeformátování souborového systému. Tato metoda se často používá po analýze souborového systému (viz 4.2) nebo v případě, že standardní metody selhaly. Používá se také ve forenzní vědě k nalezení jednotlivých částí dat. [10]

3.2 Využití žurnálovacích systémů pro rekonstrukci dat

Reverzní inženýrství metadat souborového systému – metoda je založena na analýze struktury souborového systému, tabulek umístění souborů a dalších metadat. Souborové systémy, jako jsou NTFS, FAT32, ext4, ukládají informace o souborech do speciálních tabulek: NTFS – do Master File Table, FAT32 – do File Allocation Table, ext4 – do indexových uzlů. Program analyzuje souborový systém a vyhledává záznamy o souborech označené jako smazané. Pokud záznamy ještě nebyly přepsány, lze soubory obnovit s původními názvy a strukturami složek. Program kontroluje integritu souborů a jejich záznamů. Tato metoda je neúčinná, pokud je souborový systém poškozen nebo naformátován

3.3 Obnova na základě souborového systému

Obnova na základě žurnálu – využití žurnálů souborového systému k nalezení stop po smazaných nebo poškozených souborech. Metoda vychází ze skutečnosti, že některé souborové systémy uchovávají žurnály změn souborového systému, např. systém NTFS – žurnál \$LogFile, ext3/ext4 – žurnál, HFS+ - přehrávání žurnálu. Tyto deníky zaznamenávají změny před jejich zápisem na disk. I když je soubor smazán, záznam o něm může v žurnálu zůstat. Po analýze protokolu změn algoritmus vyextrahuje z protokolu odstraněné soubory

nebo jejich metadata a soubory jsou obnoveny do původního stavu. Tato metoda může být neefektivní vzhledem k tomu, že velikost protokolu je omezená a staré záznamy budou přímo přepsány novými.

3.4 Obnovení na základě redundantní analýzy dat

Redundantní analýza dat je obnova dat založená na redundantních datech. Metoda využívá zálohy, dočasné soubory, pole RAID (Redundant Array of Independent Disks) a stínové kopie svazků systému Windows. Software analyzuje pole RAID, kontroluje stínové kopie a dočasné soubory. Tato metoda využívá Reed-Solomonův algoritmus, protože data jsou kódována s přidánými redundantními znaky, přidánými kontrolními bajty. [11] Chybějící data z pole RAID a odstraněné soubory ze starých kopií jsou obnoveny. Ačkoli tato metoda funguje i v případě vážného poškození disku, vyžaduje speciální programy, jako je ReclaiMe RAID Recovery a další.

3.5 Obnova založená na strojovém učení

Obnova založená na strojovém učení je moderní metoda, která využívá algoritmy strojového učení k analýze struktury souborů, předvídání chybějících dat a obnově poškozených souborů. Tato metoda se používá jako závěrečná fáze softwarové obnovy dat, pokud ostatní metody obnovy dat selhaly. Lze ji použít pro obnovu silně poškozených dokumentů, videí a obrázků, takže se aktivně používá v kriminalistice a lékařství, zejména pro obnovu souborů DICOM. [12]

3.6 Algoritmy v praxi

Volba algoritmu obnovy závisí na typu poškození, ale programy zpravidla používají kombinované metody obnovy dat. Algoritmus použití metod může být následující:

1. Vytvoření klonu disku, aby byl disk stabilnější a minimalizovala se pravděpodobnost dalšího poškození dat.
2. Pokud byly soubory smazány nebo není známa příčina ztráty dat, analyzují se metadata a protokoly, provádí se reverzní inženýrství a obnova na základě žurnálu.
3. Poté, pokud je souborový systém poškozen, se použije metoda Carving.
4. Pokud předchozí metody selhaly použijí se metody analýzy redundantních dat.

5. V případě, že se nepodařilo provést analýzu dat, použijí se metody analýzy redundantních dat
6. A teprve v případě, že žádná z možností nepomohla použije se strojové učení – Machine Learning Based Recovery. Použití několika metod důsledně zvyšuje pravděpodobnost úspěšné obnovy dat, proto moderní programy pro obnovu dat používají kombinace metod. [13]

3.7 Předběžná diagnostika

Před zahájením softwarové obnovy disku se musíte ujistit, že disk není v kritickém stavu. Pokud se totiž disk jednoduše neinicializuje, může to znemožnit jeho softwarovou obnovu, zatímco při inicializaci a pouhém klonování kriticky poškozeného disku může dojít k poškození informací na něm, což znemožní obnovu požadovaných informací pomocí hardwaru v laboratoři. Proto je důležité provést počáteční diagnostiku disku; u pevných disků (HDD) je tato kontrola obzvlášť zásadní. Pokud disk nemá žádné viditelné poškození, můžete jej připojit k připravenému počítači, a pokud se již neozývá žádné klepání, skřípání a jiné neobvyklé zvuky a disk se inicializuje, můžete přistoupit k vytvoření klonu disku.

V případě polovodičového disku (SSD) je situace jednodušší, protože má jiné principy fungování, nemá žádné pohyblivé části, a proto nemůže docházet ke skřípání nebo klepání. Pokud tedy dojde k poruše některé části disku SSD, disk jednoduše nebude v systému BIOS (Basic Input Output System) nebo UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) detekován, nebo bude detekován s nesprávnou kapacitou až nulovou. Odborníci na obnovu dat však také doporučují provést vizuální kontrolu a v případě viditelného mechanického poškození, známek přehřátí se nepokoušet o obnovu tohoto SSD pomocí softwaru.

4 ANALÝZA DOSTUPNÝCH NÁSTROJŮ PRO OBNOVU DAT

V této kapitole je proveden přehled vybraných softwarových nástrojů určených k obnově dat. Práce se zaměří na specifikaci podporovaných formátů a souborových systémů, včetně popisu nabízených funkcí pro analýzu a záchranu souborů. V další části pak proběhne praktické ověření nástrojů a porovnání dosažených výsledků.

4.1 Obecné požadavky na funkčnost nástrojů pro obnovu dat

Přestože některé nástroje pro obnovu dat jsou placené a jiné dostupné zdarma, jejich základní funkčnost a uživatelské rozhraní se v průměru zásadně neliší. Pro obnovu dat je nezbytné, aby nástroje umožňovaly výběr typu obnovovaných dat, volbu konkrétních logických oddílů disků, volbu fyzických disků, ideálně s možností volby přesného rozsahu sektoru pro bodové obnovení. Dále by měly podporovat obnovu dat z různých typů souborových systémů, především v kontextu této práce NTFS a FAT32, a umožňovat filtrování dle názvu nebo části názvu souboru pro přesnější vyhledávání.

Velkou výhodou je také možnost náhledu obnovitelných souborů ještě před samotnou obnovou a v případě některých placených programů to může být absolutní nutnost. V rámci této práce budou jednotlivé nástroje prakticky testovány, avšak již nyní lze na základě dostupných informací z oficiálních webových stránek konstatovat, že cena nástroje není zárukou přítomnosti všech zmíněných funkcí.

4.2 Metodika výběru testovacích programů

Výběr programů pro obnovu dat byl proveden na základě kombinace několika kritérií. Klíčovým hlediskem jsem bral pozitivní hodnocení uživatelů jako jeden z nejdůležitějších ukazatelů kvality — výsledek práce nástroje je snadno pozorovatelný a nevyžaduje složité technické znalosti pro jeho vyhodnocení.

Dalším faktorem byl počet zmínek o konkrétních nástrojích v odborných článcích a v diskusních fórech. Čím častěji je nástroj doporučován, tím vyšší je pravděpodobnost jeho efektivity. [14] Také jsem bral v úvahu seznamy sestavené samotnými uživateli, které poskytují přehled o nejběžnějších a nejúčinnějších řešeních na trhu z hlediska nebo ze zkušenosti těchto uživatelů. [15] Grafické rozhraní a přídatné funkce byly běžnou součástí většiny nástrojů, avšak často chyběly podrobné informace o metodách obnovy dat na oficiálních stránkách výrobců. To komplikovalo předběžné hodnocení a vedlo k tomu, že jsem musel klást větší důraz na analýzu uživatelských recenzí a článků. [16]

4.3 Přehled bezplatných softwarových řešení

Mezi několika bezplatnými nástroji pro obnovu dat jsem vybral a budu testovat následující programy: DMDE, Puran File, Recuva, TestDisk & PhotoRec, R.Saver, RecoveRx, Glary Undelete, Undelete 360. Výběr těchto programů vycházel z kombinace faktorů, jako dostupnost, pozitivní uživatelská zpětná vazba a osvědčená účinnost. Vzhledem k omezenému množství bezplatných řešení byla klíčovým kritériem schopnost programů pracovat se souborovými systémy NTFS a FAT32.

4.4 Přehled komerčních softwarových řešení

Výběr komerčních nástrojů pro obnovu dat byla podstatně náročnější. Za prvé, je velmi obtížné objektivně posoudit funkčnost programu v případě, že není k dispozici zkušební verze (TRIAL nebo DEMO). Uživatel se pak musí spolehnout buď na informace uvedené na oficiálních stránkách, nebo na zkušenosti ostatních uživatelů. Komerční software pro obnovu dat často klade důraz spíše na uživatelskou přívětivost, jednoduchost použití a slibovanou úspěšnost obnovy než na popis metod, které při obnově dat používá.

Vzhledem k tomu, že cena těchto nástrojů se pohybuje v rozmezí 10–100 USD (v některých případech jde pouze o základní tarifní plán), byly pro účely této práce vybrány pouze ty komerční programy, které umožňují přístup k funkčnosti prostřednictvím zkušebního režimu (TRIAL nebo DEMO). Testované komerční nástroje: DiskGenius, GetDataBack Pro, R-Studio, Hetman Partition Recovery, CuteRecovery, OnTrackEasyRecovery, Active@ File Recovery, Recoverit, EaseUS Data Recovery Wizard, MiniTool Power Data Recovery.

4.5 Přehled softwarových řešení pro Linux

Vzhledem k méně častému využití souborových systémů ext4 a operačního systému Linux bylo rozhodnuto nerozdělovat programy na komerční a bezplatné, ale vybrat a otestovat dostupné nástroje, které doporučuje technická komunita, populární a osvědčené programy pro Windows s linuxovou obdobou, a také programy, které se nejčastěji objevují v internetových článcích a žebříčcích. Jak ukázala praxe, takových programů není mnoho a bezproblémově se podařilo nainstalovat ještě menší část z nich. Testované linuxové programy: DMDE, R-Studio for Linux, Extundelete, Ext4magic a Magic Rescue.

II PRAKTICKÁ ČÁST

5 TESTOVACÍ METODIKA A VYHODNOCENÍ NÁSTROJŮ

V této kapitole je provedeno praktické ověření účinnosti vybraných softwarových nástrojů pro obnovu dat. Nejprve jsou popsány podmínky testovacího prostředí a definována hodnoticí kritéria, pak byly jednotlivé programy následně porovnávány. Poté jsou uvedeny konkrétní kroky realizace testu, včetně výběru testovacích souborů a konfigurace diskových oddílů. Na základě výsledků srovnání byly identifikovány nástroje s nejvyšší účinností.

5.1 Metodologie testování a definování experimentálních podmínek

V této části jsou vymezeny klíčové parametry testování, zahrnující typy souborů, způsoby jejich smazání a konfiguraci diskových oddílů. Definována jsou také hodnoticí kritéria a limity platné pro jednotlivé nástroje.

5.1.1 Výběr souborů

Pro testování byly vybrány soubory různých formátů, konkrétně 5 souborů JPG, 5 souborů WEBP, 5 souborů PNG, 5 textových souborů TXT, 4 videa MP4, jeden velký soubor MKV o velikosti přibližně 1,5 GB a 10 fotografických souborů formátu ARW. Celková velikost testovacích dat činila přibližně 1,8 GB, což umožňuje pohodlné testování s ohledem na omezení některých TRIAL verzí komerčních programů, které stanovují limit obnovovaných dat na 2 GB. Velikost jednotlivých PNG souborů se pohybovala od 26 kB do 4 MB, což umožňuje ověřit schopnost programů obnovovat nejen velké soubory, ale i grafické soubory různé velikosti. Do textových souborů byl vložen obsah z náhodných článků na Wikipedii. Některé komerční nástroje omezují velikost obnovitelných souborů, což bude při hodnocení jejich efektivity rovněž zohledněno.

5.1.2 Výběr disku

Testování bude probíhat na pevném disku WDC WD1003FZEX-00MK2A0. Pro účely testování byly vytvořeny čtyři logické oddíly, z nichž dva používají souborový systém NTFS a dva FAT32, protože tyto souborové systémy jsou nejrozšířenější v běžném použití. Velikost alokační jednotky byla nastavena na 4096 bajtů. I když jsou dnes pevné disky SSD stále populárnější, obnova dat z SSD je značně problematická kvůli aktivní funkci TRIM, která automaticky informuje řadič disku o uvolněných blocích dat k fyzickému vymazání. Tento proces může proběhnout okamžitě nebo v krátkém čase po logickém odstranění dat, čímž se podstatně snižuje šance na jejich obnovení, a to i pomocí nízko úrovněvých nástrojů.

Obnova dat z SSD by byla teoreticky možná pouze v případech, kdy by TRIM nebyl aktivní, nebo kdyby nebyl spuštěn do doby pokusu o obnovu, avšak v rámci této práce bylo obnovování dat z SSD vyhodnoceno jako neefektivní vzhledem k vysoké pravděpodobnosti neúspěšného výsledku a omezeným možnostem přístupu k fyzickému obsahu paměťových bloků. Cílem této práce je analyzovat možnosti softwarové obnovy tam, kde existuje alespoň teoretická šance na úspěch.

V souvislosti s pojmem "smazání" je třeba vyjasnit, že v rámci této práce se tím nemyslí přepsání dat na disk nulami, což by prakticky znemožnilo jejich obnovu i hardwarovými metodami. Na dvou logických discích (jeden NTFS a jeden FAT32) bude provedeno běžné odstranění souborů pomocí kombinace kláves (**Shift + Delete**) což znamená, že soubory budou pouze označeny jako smazané, ale fyzicky zůstanou na disku do doby jejich přepsání. Tento scénář simuluje situaci rychlého formátování nebo nechtěného odstranění souborů.

Na zbývajících dvou logických oddílech (jeden NTFS a jeden FAT32) bude oddíl odstraněn příkazem "delete volume" v nástroji diskpart.exe, čímž dojde ke smazání záznamů v tabulce oddílů bez fyzického vymazání dat. Tento scénář simuluje situaci, kdy uživatel omylem smaže celý oddíl například při nesprávné správě disků, což vede ke ztrátě přístupu ke všem datům, i když samotná data na disku fyzicky zůstávají.

5.1.3 Vymazání dat

V rámci této práce je nutné přesně vymezit používané pojmy. Pod pojmem „odstranění“ a "smazání" se zde nerozumí kompletní vymazání souborů z disku formou přepsání nulami. V opačném případě by bylo obnovení dat prakticky nemožné i pomocí hardwarových metod, nemluvě o softwarových řešeních.

Pro testování každého nástroje data ze dvou logických oddílů (jeden 1 NTFS a jeden 1 FAT32) budou odstraněna běžným způsobem pomocí kombinace kláves (**Shift + Delete**). Soubory tak budou pouze označeny jako smazané, ale fyzicky zůstanou na disku do doby jejich přepsání. Tento postup simuluje situaci rychlého formátování nebo nechtěného odstranění souborů, které neměly být smazány.

Data ze zbývajících dvou logických oddílů (1 NTFS a 1 FAT32) budou odstraněna spolu s logickým oddílem pomocí nástroje **diskpart.exe** a příkazu „**delete volume**“, čímž dojde ke smazání příslušného záznamu v tabulce oddílů bez fyzického vymazání samotných dat. Tento postup simuluje scénář, kdy uživatel omylem smaže celý oddíl například při

správě disků nebo při chybné manipulaci s diskovou strukturou, což vede ke ztrátě přístupu k datům, i když fyzicky zůstávají na disku.

5.1.4 Metodologie hodnocení

Efektivita nástrojů pro obnovu dat je v této práci hodnocena pomocí bodového systému, který umožňuje porovnávat výsledky jednotlivých programů mezi sebou. Hodnocení probíhá na základě předem definovaných kritérií, která jsou stejná pro všechny programy, bez ohledu na to, zda se jedná o bezplatnou verzi nebo TRIAL verzi komerčního softwaru.

Každý program je hodnocen podle pěti kritérií zaměřených na rozhraní a funkční možnosti. Body jsou přidělovány následovně: 0 bodů znamená, že program úkol nezvládl, 1 bod představuje částečné splnění požadavků (např. obnovení části souborů nebo obnovení poškozených souborů), a 2 body znamenají úplné splnění kritéria.

Níže uvedená kritéria zahrnují jak funkčnost uživatelského rozhraní, tak i výslednou schopnost programu obnovit data:

- Program zobrazuje všechny existující logické, neodstraněné oddíly.
- V programu je možné zvolit fyzický disk ke skenování.
- Program umožňuje specifikaci rozsahu sektorů fyzického disku pro cílené skenování.
- Program umožňuje náhled dat před jejich samotnou obnovou.
- Omezení ovlivňující praktickou použitelnost programu.

Vzhledem k tomu, že hlavním cílem použití těchto nástrojů je obnova dat, je kladen zvláštní důraz na to, zda program dokáže úspěšně obnovit jednotlivé typy souborů a zda obnovu provede bez jejich poškození. Kromě rozhraní je tedy analyzována i samotná schopnost obnovy souborů v souborových systémech NTFS a FAT32, přičemž jsou testovány soubory formátů JPG/PNG, WEBP, ARW, TXT, MP4 a jeden soubor MKV o velikosti 1,5 GB. Je třeba poznamenat, že v případě omezení TRIAL verze programů je hodnocení založeno na náhledu výsledků práce programu, dostupných logech a všech dalších informacích, které daný nástroj poskytuje.

Pro testování každého programu byly vytvořeny čtyři logické oddíly o velikosti 2 GB. 2 oddíly byly odstraněny pomocí nástroje diskpart.exe a příkazu (**delete volume**) během jedné relace operačního systému, aby zabránilo přepsání bloků obsahujících data. A ze dvou oddílů byla data jednoduše odstraněna. Během testování programů nebylo na pevný disk

zapisováno žádné nová data. Veškeré obnovené soubory byly ukládány na SSD disk, aby se minimalizovalo riziko nechtěného přepsání původních dat na HDD.

5.2 Testování nástrojů pro souborový systém ext4 v Linuxu

V této podkapitole popisuje se specifická konfigurace testovacího prostředí, včetně nastavení diskových oddílů a použitých utilit pro práci s ext4. Důraz je kladen na rozdíly oproti obnově ve souborových systémech NTFS a FAT32 a na vliv vlastností ext4 na úspěšnost obnovy dat.

5.2.1 Shodné parametry a jejich vztah ke kapitole 5.1

Veškeré experimenty provedené v této části navazují na metodiku detailně popsanou v kapitolách 5.1.1 až 5.1.4. Byla proto zachována totožná datová sada o celkové velikosti přibližně 1,8 GB, zahrnující obrázky ve formátech JPG, WEBP a PNG, textové dokumenty TXT, MP4, MKV a ARW. Pětikriteriální bodový systém zůstal stejný, jímž jsou jednotlivé nástroje hodnoceny s výjimkou toho, že bude hodnocen pouze jeden souborový systém ext4 místo dvou – NTFS a FAT32, a proto se maximální hodnocení programu snižuje na 38 bodů. Tato kapitola tudíž popisuje pouze odlišnosti plynoucí z přechodu do linuxového prostředí a použití souborového systému ext4.

5.2.2 Popis testovacího prostředí

Experimenty byly provedeny v distribuci Ubuntu 22.04 LTS spuštěné v nástroji Oracle VirtualBox 7.1. Virtuální pevný disk ve formátu VMDK o kapacitě 30 GB byl uložen na stejný fyzický HDD, který byl použit k testům ve Windows, aby nebyl ovlivněn výkon ani fyzické rozhraní disku. Na tomto virtuálním médiu byly vytvořeny čtyři oddíly o velikosti 2.2 GB a všechny byly naformátovány na ext4 s výchozím nastavením parametrů. Všechny nástroje byly spouštěny s administrátorskými právy pomocí příkazu (**sudo**).

5.2.3 Vymazání dat ext4

Stejně jako v případě NTFS a FAT32 byly připraveny dva typické scénáře ztráty dat. První simuloval běžné smazání souborů, kdy byl nad příslušným adresářem vykonán příkaz (**rm –rf**). Soubory tím byly odstraněny pouze logicky, jejich datové bloky však zůstaly na disku až do okamžiku případného přepsání. Druhý scénář představoval ztrátu celého oddílu: pomocí grafické utility GParted byl vybraný oddíl smazán příkazem (**Delete Partition**), čímž zmizel z tabulky oddílů, avšak obsah bloků zůstal fyzicky nedotčen.

5.3 Ověření účinnosti bezplatných nástrojů

Tabulka 1 Analýza rozhraní a funkcionality bezplatných nástrojů pro Windows

Program	Zobrazení oddílů	Výběr disku	Rozsah sektorů	Náhled	Omezení	Počet bodů
Puran File Recovery	2	2	0	2	2	8
Recuva	2	0	0	1	2	5
RecoveRx	2	0	0	0	2	4
TestDisk & PhotoRec	2	0	0	0	2	4
Undelete 360	2	0	0	0	2	4
DMDE	2	2	2	1	1	8
Glary Undelete	2	0	0	1	2	5
R.Saver	2	2	0	1	2	7

(zdroj: vlastní)

Jak je vidět v tabulce 1, většina programů neměla možnost zvolit konkrétní rozsah sektorů disku, nebo dokonce vybrat fyzický disk. Z toho vyplývá, že obnova dat z nosiče může trvat déle, zvláště pokud má disk velkou kapacitu, a také že není možné obnovit data ze smazaných oddílů, pokud program umožňuje obnovu pouze z existujících logických oddílů.

Na základě funkční analýzy (Tabulka 1) lze bezplatné nástroje rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří DMDE a Puran File Recovery, které nabízejí plné možnosti výběru disku i rozsahu sektorů.

Do druhé skupiny patří všechny ostatní programy (např. Recuva, Glary Undelete), které poskytují pouze základní sken bez detailních voleb. Následující Tabulky 2a a 2b proto hodnotí, jak se tyto rozdíly projevují na reálné úspěšnosti obnovy sedmi formátů souborů.

Tabulka 2a Výsledky obnovy (bezplatné nástroje, Windows – část 1)

Program	Typ souboru	Logické smazání		Smazání oddílu	
		NTFS	FAT32	NTFS	FAT32
Puran File Recovery	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	2	2	2	2
Recuva	JPG / PNG	2	2	0	0
	WEBP	2	2	0	0
	ARW	2	2	0	0
	TXT	2	2	0	0
	MP4	2	2	0	0
	MKV	2	2	0	0
RecoveRx	JPG / PNG	1	1	0	0
	WEBP	2	2	0	0
	ARW	2	2	0	0
	TXT	1	1	0	0
	MP4	1	1	0	0
	MKV	0	2	0	0
TestDisk & PhotoRec	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	0	2	0	2
Undelete 360	JPG / PNG	2	0	0	0
	WEBP	2	0	0	0
	ARW	2	0	0	0
	TXT	2	0	0	0
	MP4	2	0	0	0
	MKV	1	0	0	0

(zdroj: vlastní)

Tabulka 2b Výsledky obnovy (bezplatné nástroje, Windows – část 2)

Program	Typ souboru	Logické smazání		Smazání oddílu	
		NTFS	FAT32	NTFS	FAT32
DMDE	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	2	2	2	2
Glary Undelete	JPG / PNG	2	0	0	0
	WEBP	2	0	0	0
	ARW	2	0	0	0
	TXT	2	0	0	0
	MP4	2	0	0	0
	MKV	0	0	0	0
R.Saver	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	2	2	2	2

(zdroj: vlastní)

5.3.1 Puran File Recovery

Typ licence: bezplatná. Omezení: žádná, vývojáři poskytují plnou funkcionalitu programu zdarma bez dalších omezení. Nabízí několik režimů skenování, včetně režimu Deep Scan, který provádí bajtovou analýzu volného místa na vybraném disku, a Full Scan, který umožňuje využití funkce Find Lost Files pro hledání ztracených záznamů souborů a pro obnovu smazaných oddílů. Program umožňuje také analýzu pouze obsazených nebo volných oblastí. Je možné přidat vlastní seznam přípon souborů pro cílené vyhledávání a po dokončení skenování vyhledávat soubory podle názvu. [17]

Všechna existující logická zařízení (nesetříděné disky nahoře) i fyzická zařízení (dole) se zobrazují v jednom seznamu a lze označit celé fyzické zařízení nezávisle na oddílech. Rozhraní neumožňuje zadat vlastní rozsah sektorů a sken vždy probíhá nad celým diskem. Náhled ukazuje prvních 1024 B v HEX/ASCII a u JPG/PNG i grafiku; WEBP a MP4 zobrazit neumí. Při velikosti souboru nad 10 MB není náhled dostupný vůbec a při výběru celého disku chybí jakékoli filtrování.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 56/58. Program úspěšně obnovil všechny připravené soubory v NTFS i FAT32. Náhled fungoval u JPG/PNG; WEBP a MP4 byly obnoveny nepoškozené, ale zůstaly bez náhledu. Možnost volby rozsahu sektorů chybí, což prodlužuje čas obnovy smazaných oddílů. Při výběru celého disku automaticky spouští hluboký bajtový sken (**Full a Deep**), který čte celé médium a zvyšuje časovou náročnost i zátěž disku, zejména když uživatel potřebuje jen několik konkrétních souborů. Při obnově ztracené logické struktury program dělá zbytečně rozsáhlé operace kvůli omezením v rozhraní, a tím snižuje efektivitu práce.

5.3.2 Recuva

Typ licence: bezplatná verze 1.53.2096 (64-bit). Omezení: žádná, vývojáři poskytují plnou funkcionality programu zdarma pro domácí použití. Recuva je prezentována jako nástroj pro obnovu náhodně nebo úmyslně smazaných souborů. Vývojáři uvádějí, že program je schopen obnovit data i v případě logických chyb disku, a tvrdí, že program podporuje obnovu všech typů souborů. Zároveň upozorňují, že u poškozených oddílů je pravděpodobnost úspěchu nízká. [18]

Všechna logická zařízení program řadí abecedně podle písmen; lze vybrat všechny disky najednou, nikoli však libovolnou kombinaci. Volba fyzického zařízení ani sken podle rozsahu sektorů zcela chybí, takže Recuva pracuje výhradně v rámci aktivních logických oddílů. Náhled podporuje jen JPG, PNG a TXT; pro WEBP, MP4, MKV a ARW není k dispozici. Během testu nebyla zjištěna další praktická omezení.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 29/58. Nástroj obnovil všechny testované soubory, které byly odstraněny při zachované logické struktuře disku (NTFS i FAT32). Ve scénářích se smazaným oddílem však selhal – absence práce s fyzickým diskem a chybějící možnost nastavit rozsah sektorů znemožňují obnovu dat ze ztracených oddílů či poškozené tabulky rozdělení. Kvůli chybějícímu náhledu pro WEBP/MP4/MKV/ARW může uživatel u těchto formátů hůře posoudit hodnotu nalezených dat. Recuva je tedy vhodná hlavně pro rychlé řešení běžného smazání v aktivních oddílech, ale ne pro případy, kdy došlo k poškození nebo odstranění logické struktury disku.

5.3.3 RecoveRx

Typ licence: svobodný software, distribuován bez omezení pro úpravy a používání. Verze: v4.3 (64-bit). Omezení: žádná, program je poskytován zdarma, zdrojový kód je dostupný na

oficiálních stránkách. Použití, distribuce a případná modifikace jsou povoleny zdarma v souladu s licencemi GNU, GPL, LGPL. Dle vyjádření vývojářů je program poskytován „tak, jak je“, bez jakékoli záruky funkčnosti. Na oficiálních stránkách je uvedeno, že program je schopen obnovit digitální fotografie, videa, hudbu a dokumenty. Důraz v popisu funkcionality je kladen na minimalistické uživatelské rozhraní a snadné použití. [19]

Program zobrazuje všechny existující logické disky v jediném přehledném seznamu, ale přestože je fyzický disk viditelný, nelze jej zvolit ke skenování; volba rozsahu sektorů také chybí. Náhled souborů není k dispozici a každá obnova končí uložením všech nalezených položek do jediné složky. Další praktická omezení jsme v průběhu testů nezaznamenali.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 21/58. Uživatelsky velmi čisté rozhraní je vykoupeno omezenou úspěšností – po logickém smazání se podařilo vrátit jen část JPG/PNG, část TXT a většinu MP4, zatímco MKV o velikosti 1,5 GB v NTFS zůstalo nedostupné (ve FAT32 bylo obnoveno nepoškozené). Program neobnovuje adresářovou strukturu a kvůli nemožnosti pracovat s fyzickým diskem zcela selhává na odstraněných oddílech.

5.3.4 TestDisk & PhotoRec

Typ licence: svobodný software, distribuovaný pod licencí GNU General Public License. Verze: 7.2 Omezení: Existují dvě verze programu – verze 7.3 bez grafického rozhraní a verze 7.2 s grafickým rozhraním. Bylo provedeno porovnání těchto verzí a pro testování byla zvolena verze s grafickým rozhraním, protože funkcionality je v obou verzích identická. Program nemá jiná omezení a je poskytován zdarma, zdrojový kód je veřejně dostupný. Funkcionality: TestDisk je určen k obnově odstraněných nebo poškozených oddílů a zaváděcích sektorů. Dle vývojářů se specializuje na obnovu různých typů souborů z poškozených nebo formátovaných médií. [20]

Konzole správně rozpozná všechny logické disky a dovolí zvolit i celé fyzické zařízení, avšak možnost omezit sken na konkrétní rozsah sektorů chybí a prohledává se vždy celý disk. Náhled souborů není k dispozici, žádná další omezení nebyla zaznamenána.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 50/58. Program obnovil všechny soubory kromě 1,5GB MKV v NTFS a téhož souboru při obnově z odstraněného oddílu NTFS. I bez možnosti vybrat rozsah sektorů si s oddílem poradil, jen za cenu delšího

skenu. Statistika zobrazená během běhu podhodnotila finální počet obnovených položek, skutečná data však byla nepoškozená.

5.3.5 Undelete 360

Typ licence: bezplatná verze. Verze: 2.1.8.28 Omezení: Na oficiálních stránkách programu není jasně uveden rozdíl mezi placenou a bezplatnou verzí a ani v popisu placené verze nejsou garantovány žádné další funkce. Funkcionalita: Podle tvrzení vývojářů je program schopen obnovit náhodně odstraněné soubory, soubory ztracené chybou. [21]

Aplikace ukazuje všechny logické disky, ale dovoluje vybírat jen oddíly – fyzický disk ani sektorový rozsah zvolit nelze. Náhled souborů není podporován, adresářová struktura se však zobrazuje korektně. V testech se neprojevila žádná další praktická omezení.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 15/58. Plně se podařilo obnovit pouze data logicky smazaná na NTFS; MKV byl sice nalezen, ale poškozený. FAT32 disk program vyhodnotil jako prázdný a na smazané oddíly nereagoval. Bez náhledu a bez přístupu k fyzickému zařízení je utilita použitelná jen pro nejzákladnější scénáře.

5.3.6 DMDE – Disk Editor and Data Recovery Software

Typ licence: bezplatné software s určitými omezeními. Verze: 4.2.4. Omezení: Bezplatná verze omezuje obnovu na maximálně 4000 souborů na jednu operaci, ale počet operací není omezen. Placené verze toto omezení ruší, umožňují komerční použití a přidávají další funkce dle typu licence. Funkcionalita: Vývojáři uvádějí, že program je schopen obnovit většinu typů souborů i v komplikovaných případech a že využívá více metod obnovy dat. Program také funguje jako správce oddílů v systému Windows a nabízí další funkce, které nejsou v rámci této práce hodnoceny. Na oficiálním webu je uvedeno, že pokud soubory nejsou správně zobrazeny nebo obnoveny bezplatnou verzí, nebude je schopna obnovit ani verze placená. [22]

Seznam médií obsahuje jak logické, tak fyzické jednotky a dovoluje přesně určit rozsah LBA (Logical Block Addressing) pro skenování. Náhled funguje pro JPG, PNG a TXT; u WEBP, MP4, MKV a ARW chybí. Jediné zaznamenané omezení je limit 4000 souborů na jednu operaci, ve zkoušených podmínkách však nehrál roli.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 56/58. DMDE obnovil všechny soubory neporušené a zachoval adresářovou strukturu. Díky volbě sektorového rozsahu

rychle identifikoval i odstraněný oddíl NTFS. Náhled chyběl jen u části formátů, data samotná však byla kompletní.

5.3.7 Glary Undelete

Typ licence: bezplatné software. Verze: 1.29.0.30. Existuje placená verze programu, která podle vývojářů nabízí podrobnější náhled a širší funkcionalitu. Bezplatná verze je základní, zatímco placená verze je určena také k obnově dat po útocích virů, šifrování souborů a logických chybách. Vývojáři deklarují, že bezplatná verze umožňuje obnovu souborů odstraněných z koše nebo omylem odstraněných z jiných médií. [23]

Program zobrazuje všechny logické disky, ale fyzická zařízení a sektorové rozsahy obsluhovat neumí. Náhled je k dispozici jen u několika PNG a JPG; podrobný náhled je vyhrazen placené verzi. Přesto se občas zobrazí částečný náhled i v této edici.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 14/58. Program dokázal vrátit pouze menší a středně velké soubory na NTFS. Disk formátu FAT32 vyhodnotil jako prázdný a nenalezl na něm žádná data. Obnovu ze smazaných oddílů nástroj nenabízí.

5.3.8 R.Saver

Typ licence: bezplatný program pro nekomerční použití. Verze: 8.17. Při nekomerčním použití nejsou žádná omezení. R.Saver podle vyjádření vývojářů obnovuje data různých formátů ze souborových systémů NTFS, FAT a ExFAT. Nastavení parametrů probíhá automaticky a je dostupná obnova souborů podle signatur. [24]

Rozhraní odděluje logické oddíly a fyzické disky; obě kategorie lze zvolit, sektorový rozsah však nastavit nelze. Náhled funguje pro většinu formátů včetně ARW, chybí však pro WEBP, MP4 a MKV. Omezení se týkají pouze nekomerční licence a absence češtiny/angličtiny, samotné GUI je ale přehledné.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 55/58. Všechny soubory byly obnoveny nepoškozené – i z odstraněných oddílů, ale bez možnosti omezit sken na menší oblast to trvalo déle. Náhled některých formátů chyběl, ale adresářová struktura i data samotná zůstala nezměněna.

5.4 Ověření účinnosti komerčních nástrojů

Tabulka 3 Analýza rozhraní a funkcionality TRIAL verzí komerčních nástrojů pro Windows

Program	Zobrazení oddílů	Výběr disku	Rozsah sektorů	Náhled	Omezení	Počet bodů
Disk Genius	2	2	1	2	1	8
GetDataBack Pro	2	1	0	1	1	5
OnTrack EasyRecovery	2	2	0	1	1	6
R-Studio	2	2	2	2	1	9
Hetman Partition Recovery	2	2	0	1	1	6
CuteRecovery	2	2	0	2	1	7
Active@ File Recovery	2	2	2	1	1	8
Recoverit	2	1	0	1	2	6
EaseUS Data Recovery Wizard	2	2	0	1	1	6
MiniTool Power Data Recover	2	2	0	2	2	8

(zdroj: vlastní)

Na základě analýzy placených nástrojů je možné ještě před samotným testem obnovy dat identifikovat zásadní rozdíly ve funkcionalitě, dostupnosti náhledu a uživatelském komfortu. Za nejvýkonnější z hlediska diagnostiky lze označit programy R-Studio, Disk Genius, Active@ File Recovery a MiniTool Power Data Recover. Tyto nástroje umožňují práci s celým fyzickým diskem, zobrazují odstraněné oddíly a R-Studio spolu s Active@ File Recovery navíc poskytují možnost ručního zadání rozsahu sektorů, což je zvláště důležité pro cílenou obnovu dat. Za nejméně efektivní byl vyhodnocen nástroj GetDataBack Pro, který v bezplatné verzi neposkytuje náhled většiny formátů, neumožňuje výběr sektorů a nedovoluje ověřit integritu souborů, což jej činí prakticky nevhodným pro předběžnou diagnostiku. Ostatní nástroje sice umožňují náhled souborů, jejich funkčnost je však omezená. Například vodoznaky na obrázcích, nemožnost přetáčení videí nebo zobrazení pouze krátkého úseku souboru výrazně ztěžuje posouzení jejich stavu. Již v rámci úvodní analýzy je tak možné rozlišit nástroje s vysokým potenciálem pro obnovu dat od těch, jejichž přínos v bezplatné verzi je výrazně omezen.

Tabulka 4a: Výsledky obnovy (placené nástroje, Windows – část 1)

Program	Typ souboru	Logické smazání		Smazání oddílu	
		NTFS	FAT32	NTFS	FAT32
Disk Genius	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	2	2	2	2
GetDataBack Pro	JPG / PNG	2	2	0	0
	WEBP	1	1	0	0
	ARW	1	1	0	0
	TXT	2	2	2	2
	MP4	1	1	0	0
	MKV	1	1	0	0
OnTrack EasyRecovery	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	1	1	1	1
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	1	1	1	1
R-Studio	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	2	2	2	2
Hetman Partition Recovery	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	1	1	1	1
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	1	2	1	2
	MKV	2	2	2	2

(zdroj: vlastní)

Tabulka 4b Výsledky obnovy (placené nástroje, Windows – část 2)

Program	Typ souboru	Logické smazání		Smazání oddílu	
		NTFS	FAT32	NTFS	FAT32
CuteRecovery	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	1	1	1	1
Active@ File Recovery	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	1	1	1	1
	ARW	1	1	1	1
	TXT	2	2	2	2
	MP4	1	1	1	1
	MKV	1	1	1	1
Recoverit	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	1	1	1	1
EaseUS Data Recovery Wizard	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	1	1	1	1
MiniTool Power Data Recover	JPG / PNG	2	2	2	2
	WEBP	2	2	2	2
	ARW	2	2	2	2
	TXT	2	2	2	2
	MP4	2	2	2	2
	MKV	1	2	1	2

(zdroj: vlastní)

5.4.1 Disk Genius

Typ licence: TRIAL verze placeného programu. Verze: 5.6.1.1580 x64. TRIAL verze umožňuje pouze náhled souborů, pro obnovu je nutná licence Standard nebo Professional (pro obnovu RAID polí, přístup k EXT4/3/2 diskům apod.). Součástí programu je také

Diskový manažer, který kromě funkcí optimalizace disku umožňuje náhled dat pro obnovu. Hodnocení v této práci je založeno pouze na dostupném náhledu dat v TRIAL verzi. [25]

Program zobrazuje nejen všechny existující logické disky, ale automaticky detekuje i odstraněné oddíly; lze vybrat celé fyzické zařízení, přímé ruční zadání rozsahu LBA však chybí – nástroj si chybějící oddíl najde sám. Náhled funguje u všech testovaných formátů (JPG/PNG, WEBP, ARW, MP4, MKV); jediný neúspěch představoval jeden soubor WEBP. Obnova je bez zakoupení licence zablokována, nicméně kvalita preview je velmi vysoká a dovoluje přehrávání videí i plné zobrazení RAW snímků.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 55/58. Nástroj zobrazil náhled všech souborů kromě zmíněného WEBP a jako jediný z testu umožnil plynulé přehrávání videí i detailní kontrolu ARW. Před každým skenem provádí rychlou analýzu disku, díky níž odhalil smazané oddíly, i když neuvádí jejich souborový systém. Omezení na samotnou obnovu (nutná licence) snižuje použitelnost ve free-režimu, ale současně potvrzuje schopnosti programu, pokud jde jen o diagnostiku a verifikaci dat.

5.4.2 GetDataBack Pro

Typ licence: TRIAL verze placeného programu Verze: 5.75 64-bit. V TRIAL verzi je dostupný pouze náhled souborů bez možnosti jejich obnovení. Podle vývojářů program pracuje v režimu (**Read-only**) a neprovádí zápisy na disk. Licence umožňuje obnovu souborů bez nutnosti nového skenování dat. [26]

Aplikace korektně vypíše existující oddíly a dovolí je prohledat, nicméně i při opakovaných skenech nenašla většinu požadovaných souborů. Přístup k fyzickému disku je k dispozici, ale volbu konkrétního sektoru či rozsahu LBA nenabízí. Náhled funguje pouze pro PNG, JPG a TXT. Jiné formáty si program nevšímá. Bez zakoupení licence nelze ověřit neporušenost souborů ani provést samotnou obnovu.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 21/58. Po logickém smazání na NTFS i FAT32 byly zcela obnoveny pouze JPG/PNG a TXT, zatímco WEBP, ARW, MP4 a MKV se objevily jen částečně (1 bod) a ze smazaných oddílů nebylo zachráněno nic. Nedostatek náhledu u většiny formátů a nemožnost provést fyzický sken diskových bloků zásadně omezují praktickou hodnotu programu v neplacené verzi.

5.4.3 OnTrack EasyRecovery

Typ licence: DEMO verze. Verze: 16.0.0.8. Omezením je obnova dat do 1 GB z maximální velikosti souboru do 25 MB. Podle vývojářů program dokáže najít a obnovit poškozené nebo odstraněné oddíly souborových systémů FAT, NTFS a exFAT, obnovit soubory ztracené v důsledku smazání, přeformátování a dalších scénářů ztráty dat. Program umožňuje uložit výsledky analýzy disku a podporuje obnovu z SSD, HDD, USB. Disponuje funkcí hlubokého skenování. [27]

Rozhraní zobrazuje aktivní oddíly, dovoluje vybrat celé fyzické zařízení a aplikovat filtr podle koncovek souborů. Ruční zadání rozsahu sektorů chybí. Náhled není k dispozici pro všechny formáty – u souborů nad 500 MB se vůbec neotevře, WEBP se zobrazuje chybně a MKV nelze přetáčet. Limit 25 MB pro obnovu v demu ztěžuje kontrolu integrity velkých souborů.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 46/58. Nástroj obnovil téměř všechny soubory menší než 25 MB ve všech scénářích; výjimku tvořily některé WEBP a jedna JPG při obnově z odstraněného oddílu. Přes absenci sektorového výběru korektně identifikoval potřebné oddíly, což celý proces výrazně zjednodušilo.

5.4.4 R-Studio

Typ licence: DEMO verze placeného programu. Verze: 9.4.191460. Omezením je nemožná obnova souborů velikosti větší než 256 kB. Dle vývojářů DEMO verze umožňuje obnovit soubory do 256 kB a zobrazit náhled všech ostatních souborů. Program nabízí široké možnosti správy dat, které nejsou v této práci hodnoceny. [28]

Aplikace ukazuje aktivní oddíly a umožňuje pracovat i s celým fyzickým diskem. Rozsah sektorů lze definovat nebo v sektorech, nebo v GB. Náhled funguje pro všechny testované soubory bez výjimky, ale samotná obnova je v neplacené verzi omezena na položky do 256 kB.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 57/58. Program zobrazil bezchybně preview všech souborů ve všech testovaných scénářích; kvůli limitu 256 kB však skutečně obnovil jen 14 nejmenších souborů v každém testu. Pokud předpokládáme, že plná verze vrací soubory přesně ve stavu z náhledu, zvládla by utilita všechny úkoly dané touto prací.

5.4.5 Hetman Partition Recovery

Typ licence: Nezaregistrovaná verze. Verze: 5.0. Pouze náhled souborů s vodoznakem, obnova dostupná až po zakoupení licence. Vývojáři deklarují, že program obnovuje data ve 99 % případů, včetně obnovy po formátování, náhodném smazání a logických chybách.

Seznam zobrazuje pouze neodstraněné oddíly, přesto lze pracovat s fyzickým diskem. Volbu konkrétního sektoru či rozsahu LBA nenabízí. Náhled je k dispozici pouze pro obrázky a TXT a opatřen vodoznakem, přičemž pokus o náhled MP4/MKV často způsobí zamrznutí aplikace. [29]

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 48/58. Většina souborů se zobrazila (s vodoznakem), některé WEBP a MP4 však chyběly. Opakované zamrznutí při načítání videí vyžadovalo restart programu, což snižovalo spolehlivost celého procesu.

5.4.6 CuteRecovery

Typ licence: nezaregistrovaná verze. Verze: 4.6.0.473 x64. Obnova souborů je možná až po zakoupení licence, ale TRIAL verze nabízí náhled souborů. Program deklaruje vysokou pravděpodobnost rychlé a snadné obnovy dat po jejich ztrátě v různých situacích. TRIAL verze slouží k vyhodnocení schopností programu před zakoupením. [30]

Aplikace zobrazuje aktivní oddíly, dovoluje vybrat fyzický disk a nastavit filtr podle typů souborů. Náhled všech položek je možný, ale obrázky a texty se zobrazují s vodoznakem a přehrávání videí v náhledu nelze přetáčet, což komplikuje kontrolu integrity MKV.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 51/58. Utilita zobrazila náhled většiny souborů bez poškození, u MKV však nebylo možné ověřit průběžné přehrávání. Hledání odstraněných oddílů trvalo déle kvůli absenci sektorového filtru. Obnova je podmíněna nákupem licence; samotný náhled však potvrzuje, že data jsou fyzicky v pořádku, byť s vodoznakem.

5.4.7 Active@ File Recovery

Typ licence: DEMO License. Verze: 25.0.12. V DEMO verzi je dostupný náhled souborů do 30 MB, obnova souborů není povolena. Program umožňuje obnovu smazaných nebo ztracených souborů z poškozených či přeformátovaných oddílů, podporuje NTFS, FAT, exFAT a další souborové systémy.[31]

Program zobrazuje všechny neodstraněné oddíly a dovoluje pracovat i s celým fyzickým diskem; uživatel může přesně zadat rozsah sektorů, což usnadňuje cílené skeny. Náhled je však omezen jen na PNG, JPG a TXT – ani soubory menší než 30 MB v jiných formátech se nezobrazí a chybí také filtr podle typů souborů, takže v dlouhých seznamech se obtížně orientuje.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 40/58. Program bylo obtížné hodnotit právě kvůli minimu podporovaných náhledů. Přestože potřebné soubory našel, bez vizuální kontroly nešlo spolehlivě posoudit jejich integritu, což ho připravilo o další body. Možnost vymežit sektorový rozsah testování značně usnadnila, ale nedostupnost náhledu u mnoha souborů pod 30 MB výrazně snížila konečné hodnocení.

5.4.8 Recoverit

Typ licence: DEMO License. Verze: 13.5.11. Náhled je možný, ale obnovení souborů pouze po zakoupení plné verze. Program deklaruje schopnost obnovit soubory s pravděpodobností 99,5 %, podporuje více než 1000 formátů souborů z HDD, SD karet a dalších zařízení, a uvádí možnost obnovy poškozených souborů. [32]

Rozhraní zobrazuje všechny existující oddíly. Fyzický disk zvolit nejde, avšak odstraněné oddíly se automaticky ukazují jako **Ztracené oddíly**. Ruční nastavení rozsahu sektorů chybí. Náhled funguje u všech souborů kromě MKV a jednoho z JPG, takže stav většiny dat lze pohodlně ověřit.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 50/58. Nástroj zobrazil náhled téměř všech položek – výjimkou bylo 1,5 GB MKV, které označil za poškozené, a jeden JPG bez zřejmého důvodu. I bez práce s fyzickým diskem či LBA rozsahem bylo zobrazení dat komfortní, avšak bez zakoupení licence není možná samotná obnova.

5.4.9 EaseUS Data Recovery Wizard

Typ licence: Free verze 19.13.5. Omezení: obnova do 2 GB, následně nutnost zakoupení licence. Maximální velikost souboru pro obnovu je 500 MB. Program deklaruje obnovu souborů s pravděpodobností 99,5 %, podporu více než 1000 formátů a schopnost obnovy poškozených souborů. [33] Aplikace vypisuje všechny aktivní oddíly a dovoluje vybrat celé fyzické zařízení. Nedovoluje vybrat konkrétní sektorový rozsah.

Náhled je dostupný u všech formátů, u MP4 a MKV ale pouze prvních 10 sekund a nedovoluje náhled WEBP před obnovením. Bezplatná edice omezuje náhled videa na 14 s a obnovu souborů nad 500 MB, což komplikuje hodnocení větších dat.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 50/58. Náhled chyběl jen u WEBP; limit 500 MB znemožnil plnou obnovu velkých souborů a po vyčerpání 2 GB celkové kvóty (byť reálně 1,82 GB) byla další práce blokována. MKV o 1,5 GB program povolil vyexportovat, ale soubor byl poškozený. Obnova dat z odstraněných oddílů vyžadovala úplné prohledání disku, nicméně ostatní soubory se vrátily beze změny.

5.4.10 MiniTool Power Data Recover

Typ licence: Free Edition. Verze: 12.4. Omezení: Jednorázová obnova 1 GB dat bez omezení velikosti jednotlivých souborů. Program deklaruje schopnost obnovy dat z pevných disků, paměťových karet, SSD a dalších zařízení a podporu více než 100 typů souborů. [34]

Seznam logických zařízení obsahuje všechny neodstraněné oddíly a v sekci „Zařízení“ lze zvolit i celé fyzické disky. Ruční nastavení rozsahu sektorů chybí. Náhled je dostupný pro všechny formáty bez omezení, což usnadňuje rychlé ověření integrity.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 54/58. Všechny soubory bylo možné zobrazit, včetně WEBP, s nimiž měla většina ostatních nástrojů problém. MKV bylo přehratelyné, avšak na NTFS se při přehrávání objevovalo přeskakování, naznačující možné poškození. Statistiky nalezených položek během skenu byly nadhodnocené oproti reálnému počtu souborů připravených k obnově, ale samotný náhled fungoval bez chyb.

5.5 Ověření účinnosti nástrojů v Linuxu

Tabulka 5 Analýza rozhraní a funkcionality programů pro Linux

Program	Zobrazení oddílů	Výběr disku	Rozsah sektorů	Náhled	Omezení	Počet bodů
DMDE	2	2	1	2	2	9
R-Studio for Linux	2	2	2	1	1	8
Extundelete	2	0	0	0	2	4
Ext4magic	2	0	0	0	2	4
Magic Rescue	2	0	0	0	2	4

(zdroj: vlastní)

Tabulka 6 Hodnocení výsledků obnovy dat pomocí programů pro Linux

Program	Typ souboru	Logické smazání ext4	Smazání oddílu ext4
DMDE	JPG / PNG	2	2
	WEBP	0	0
	ARW	1	1
	TXT	0	0
	MP4	2	2
	MKV	0	0
R-Studio for Linux	JPG / PNG	2	2
	WEBP	2	2
	ARW	1	1
	TXT	2	2
	MP4	2	2
	MKV	0	0
Extundelete	JPG / PNG	0	0
	WEBP	0	0
	ARW	0	0
	TXT	0	0
	MP4	0	0
	MKV	0	0
Ext4magic	JPG / PNG	1	0
	WEBP	0	0
	ARW	2	0
	TXT	0	0
	MP4	0	0
	MKV	0	0
Magic Rescue	JPG / PNG	2	0
	WEBP	0	0
	ARW	0	0
	TXT	0	0
	MP4	0	0
	MKV	0	0

(zdroj: vlastní)

5.5.1 DMDE

Typ licence: Trial verze 5.6.1.1580 x64. Trial verze dovoluje pouze náhled. K obnově dat z jediného disku je nutná licence STANDARD, pro RAID a další pokročilé funkce licence PROFESSIONAL. Program byl vyhodnocen na základě náhledu dat.

Program zobrazil všechny připravené logické oddíly a umí vybrat celé fyzické zařízení. Přímý výběr rozsahu LBA chybí, ale program automaticky identifikoval i smazané oddíly, což práci s nimi zjednodušilo. U části nalezených souborů včetně MP4 byl dostupný náhled a následná obnova proběhla bez problémů. U ostatních souborů se náhled nezobrazil a po obnovení se ukázaly jako poškozené. V rámci testu nebyla zjištěna praktická omezení.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 19/34. Rozhraní působilo nepřehledně – každý soubor zobrazovalo ve 3–4 verzích různé velikosti. Nástroj obnovil jen část souborů. MKV, ARW i všechny požadované TXT a WEBP zůstaly nebo poškozené, nebo ztracené. Naopak všechny PNG/JPG a MP4 byly obnoveny bez chyby.

5.5.2 R-Studio for Linux

Typ licence: demo verze placené aplikace. Verze: 9.3 build 176106 x64. Demo verze dovoluje náhled a obnovu souborů jen do 256 kB. Pro plnou funkcionalitu je nutná komerční licence. Dle vývojářů je to profesionální nástroj se správou RAID, síťovou obnovou a podporou desítek FS, ale v rámci práce se hodnotí jen náhled a standartní obnova.

Aplikace zobrazila všechny připravené logické oddíly, dovolila vybrat celé fyzické zařízení a přesně definovat rozsah sektorů. Náhled fungoval pro všechny formáty kromě MKV a ARW. Demo limituje obnovu na 256 kB na soubor. [35]

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 26/34. Nástroj beze ztrát obnovil PNG, JPG, TXT a WEBP; ARW nebyla kvůli limitu dostupná a MKV sice mělo správnou velikost, ale v **HEX viewer** obsahovalo jen nuly a nebylo přehratelné. MP4 šla přehrát v náhledu bez chyb.

5.5.3 Extundelete

Typ licence: open-source. Verze: 0.2.4. Žádná licenční omezení, nástroj se spouští z příkazové řádky a cílí na ext3 a ext4. Grafické rozhraní neposkytuje. [36] Nástroj nedetekoval žádný z testovacích souborů a ani jeden neobnovil. Kvůli absenci GUI vyžaduje detailní znalost příkazů, ale výsledkem bylo 0 nalezených souborů.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 4/34. Nástroj nezobrazil žádný soubor, obnovil 0 souborů. Dva body získal pouze za to, že nemá omezení, je otevřený a zdarma. Program neobnovil ani jeden soubor, a proto je zcela nepoužitelný.

5.5.4 Ext4magic

Typ licence: open-source. Verze: 0.3.2. Žádná licenční omezení, nástroj je čistě příkazový a podporuje pouze souborový systém ext4. Podle prohlášení vývojářů na oficiálních stránkách rekonstruuje odstraněné inody z žurnálu FS, umí exportovat jednotlivé soubory nebo celý adresář, ale nenabízí možnost volby fyzického disku, oddílu ani sektorového rozsahu; pracuje výhradně s aktuálně připojeným ext4 oddílem. [37]

Program nemá grafické rozhraní a začíná přímo analýzou zadaného mount-pointu; fyzické disky ani rozsahy LBA proto zvolit nejde. V rámci testu se mu podařilo plně obnovit všechny snímky ARW a pět souborů JPG/JPEG. Ostatní formáty jako PNG, TXT, WEBP, MP4 a MKV se nepodařilo získat ani nebyly vůbec detekovány.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 7/34. Obnovu ARW provedl bezchybně ale schopnost vrátit jen několik JPG a neschopnost obnovit PNG, TXT, WEBP, MP4 a MKV výrazně snižují univerzálnost a spolehlivost nástroje.

5.5.5 MagicRescue

Typ licence: zdarma. Verze: 1.1.10. Nástroj se spouští výhradně z příkazové řádky, grafické rozhraní chybí a nelze vybrat celé zařízení ani určit rozsah sektorů. Pracuje se zadaným souborovým oddílem. Žádná licenční ani velikostní omezení. [38]

Program neumožňuje výběr celého fyzického disku ani ruční nastavení rozsahu sektorů. Místo toho je nutné explicitně zadat oddíl, na kterém má být obnova dat provedena. Grafické rozhraní zcela chybí a obsluha nástroje vyžaduje základní orientaci v systému souborů a příkazovém řádku.

Výsledek testování funkcionality: celkové hodnocení 6/34. Program bezchybně obnovil všechny soubory na neodstraněných oddílech, ale nepracuje s daty z odstraněných oddílů. Program nenabízí náhled a v hodnocení výsledků obnovy dat získal pouze 2 body obnovením všech souborů PNG a JPG.

5.6 Srovnání výsledků a identifikace nejúčinnějších nástrojů

Jelikož maximální počet bodů při hodnocení programů pro souborové systémy NTFS a FAT32 nebyl shodný s maximálním počtem bodů pro programy určené pro ext4, bylo nutné všechny výsledky převést na procenta podle vzorce $100 \times (\text{počet bodů získaný programem} / \text{maximální počet bodů})$. bezplatném segmentu pro Windows dosáhly nejvyšších hodnot Puran File Recovery – 97 %, DMDE – 97 %, R.Saver – 95 % a TestDisk & PhotoRec – 86 %.

Je nezbytné si uvědomit, že DMDE sice zůstává zdarma, avšak omezuje jedno spuštění na 4 000 obnovených souborů. V rámci testů to roli nehrálo, v praxi však může jít o zásadnější limit než možnost zadat přesný rozsah sektorů. Z tohoto důvodu se jako nejvhodnější bezplatný nástroj jeví právě Puran File Recovery. Během testování navíc nebyla u uvedených programů zjištěna žádná další omezení, která by zkreslila jejich funkčnost či interpretaci výsledků.

V placené kategorii se nejlépe ukázaly R-Studio – 98 %, DiskGenius – 95 % a MiniTool Power Data Recovery – 93 %. Tato čísla však zásadně ovlivnila omezení TRIAL a DEMO verzí, zejména absence plnohodnotného náhledu souborů. Například soubor MKV, který má velikost 1.5 GB umožňoval kompletní kontrolu integrity v předběžném náhledu jen omezený počet programů, a tak mohou některá hodnocení reálně být vyšší, pokud by byl k dispozici plný, zaplacený přístup. Proto zmiňuji i další komerční nástroje, které sice soubory obnovily nebo alespoň zobrazily náhled, ale vzhledem k omezením nebylo možné detailně ověřit jejich úplnost se souborem formátu MKV: CuteRecovery – 88 %, Recoverit – 86 % a EaseUS Data Recovery Wizard – 86 %.

Mezi programy pro obnovu dat souborových systémů ext4 pro Linux lépe, než ostatní uspěly R-Studio for Linux – 76 % a DMDE – 56 %. Ostatní vybrané pro srovnání programy uspěly výrazně hůře. To může souviset jak s tím, že v dané práci byl větší důraz kladen na programy pro obnovu dat souborových systémů NTFS a FAT32 kvůli jejich větší popularitě a četnosti použití, v souvislosti s čímž bylo pro ext4 vybráno k testování pouze pět programů, tak i s absencí konkurence kvůli nízké poptávce po takových programech u běžných uživatelů a také se sníženou motivací nadšenců vytvářet programy a utility pro Linux z důvodu menšího počtu uživatelů.

Z uvedených dat vyplývá, že pro NTFS a FAT32 jsou nejefektivnější komerční R-Studio a bezplatná Puran File Recovery, zatímco pro ext4 se jako nejlepší volba ukázal komerční nástroj R-Studio for Linux.

6 EKONOMICKÁ ANALÝZA OBNOVY DAT

Při hodnocení nákladů na obnovu dat je třeba vzít v úvahu nejen cenu samotného komerčního nebo bezplatného programu, ale také cenu práce odborníka v případě nedostatku vlastních dovedností, čas strávený obnovou dat – zejména pokud během této doby dochází k výpadku podnikových procesů, zda má program dostatečnou funkcionalitu pro konkrétní případy obnovy, a rovněž rizika, která s sebou jednotlivé volby nesou. [39]

Většina programů využívá různé marketingové nástroje, jako jsou neustálé slevy a „věčné“ akce, které se střídají po celé roky. Proto je cena zohledněna s přihlédnutím k těmto slevovým kampaním, jelikož se zdá, že původní cena produktu byla záměrně nadsazená, aby sleva působila výrazněji a motivovala uživatele k zakoupení licence. Veškeré částky byly přepočteny k datu 25. 5. 2025 podle kurzu, kdy 1 EUR = 1,09 USD, 1 USD = 21,83 CZK.

6.1 Možnosti nekomerční obnovy dat pomocí vybraných nástrojů

Pokud vezmeme tři programy, které si v rámci této práce vedly v testech nejlépe – konkrétně Puran File Recovery, DMDE a R.Saver – lze říci, že všechny jsou účinné při obnově dat, avšak jejich schopnosti se liší složitostí a doplňkovými funkcemi, které pokrývají různé scénáře obnovy.

Puran File Recovery má v porovnání s výše zmíněnými dvěma programy omezenější funkcionalitu. Neumožňuje výběr konkrétního rozsahu sektorů pevného disku ani obnovu RAID polí. Takto zjednodušená funkcionalita však může být výhodou ve scénářích, kdy uživatel omylem smazal soubory nebo naformátoval nesprávný logický disk – v takových případech totiž mnoho pokročilých funkcí není potřeba a příliš složité rozhraní by mohlo běžného uživatele odradit nebo ztížit pochopení práce s programem.

Program DMDE, přestože má omezení na 4000 souborů na jeden průchod, neomezuje počet samotných průchodů, což při práci s bitovou kopií disku nijak neomezuje úspěšnost obnovy dat. Na rozdíl od Puran File Recovery podporuje DMDE souborové systémy APFS a BTRFS, práci s RAID konstrukty a mnoho dalších nástrojů, díky kterým je použitelný v širším spektru scénářů obnovy.

Program R.Saver, i když získal méně bodů než předchozí dva, v testu rovněž obnovil všechny soubory. Body ztratil kvůli jednoduššímu rozhraní. Stejně jako Puran File Recovery je více uživatelsky přívětivý než DMDE a mnoho kritických parametrů nastavuje automaticky, což může být výhodou pro běžného uživatele, ale nevýhodou pro profesionála

v oblasti obnovy dat či ve specifických případech. R.Saver umožňuje připojit RAID pole, pokud metadata jednotlivých disků nebyla poškozena, což z něj činí vhodnější nástroj pro byznysové využití ve srovnání s Puran File Recovery. Chybí mu však anglická či česká lokalizace, což logicky omezuje jeho široké použití na rusky mluvící regiony – nikoliv však jeho individuální využití, vzhledem k intuitivnímu a oproti DMDE zjednodušenému rozhraní.

Je také důležité zmínit, že tyto programy se používají pouze ve scénářích softwarové obnovy dat a nijak nepomohou v případech poškození hlaviček pevného disku nebo jiných fyzických vad zařízení.

6.2 Přehled cenových modelů vybraných komerčních nástrojů

Přestože všechny vybrané placené programy nabízely verzi, která umožňovala otestovat účinnost funkcí, konečné obnovení souborů – nikoliv pouze náhled nebo obnovení pouze malých souborů – téměř ve všech případech vyžadovalo zakoupení licence. Cenové modely těchto verzí se výrazně liší jak cenou, tak délkou platnosti licence.

Program R-Studio v bezplatné verzi sice umožňoval obnovu souborů z FAT a NTFS, ale pro každou z těchto souborových struktur má samostatnou placenou verzi – FAT za 49,99 USD, NTFS za 59,99 USD, nebo univerzální verzi za 79,99 USD. Výhodou všech těchto licencí je jejich trvalá platnost, což v případě R-Studio dává smysl díky neustálému vývoji programu. Univerzální verze R-Studio navíc podporuje většinu běžných souborových systémů kromě NTFS a FAT. Verze R-Studio for Linux má totožné funkce a omezení jako verze pro Windows, avšak není dostupná jako licence pouze pro jednu souborovou strukturu – cena činí 79,99 USD pro trvalé použití. Obě verze mají rovněž firemní a technické licence za 179,99 USD a 899 USD. Tyto dražší varianty rozšiřují funkcionalitu především o vzdálený přístup, detailnější práci s RAID poli a sektory disku; technická verze navíc umožňuje použití v systémech Windows, macOS a Linux.

Program DiskGenius nabízí dvě placené licence: Standard za 69,90 USD a Professional za 99,90 USD. Verze Standard pouze odstraňuje omezení bezplatné verze, zatímco Professional navíc podporuje ext4, obsahuje nástroj pro sestavení RAID polí a dešifrování BitLockeru. Obě licence jsou trvalé a zahrnují budoucí aktualizace.

Třetím programem s nejlepšími výsledky v testech byla MiniTool Power Data Recovery, avšak na rozdíl od předchozích dvou programů využívá výrazně agresivnější

marketing – během používání bezplatné verze se uživateli opakovaně nabízí zakoupení placené licence. Vedle firemních verzí za 119, 199, 399 a 499 USD nabízí MiniTool tři varianty pro osobní použití: měsíční za 69, roční za 89 a trvalou za 99 USD. Všechny tři varianty odstraňují omezení 1 GB obnovených dat, takže trvalá licence má smysl již v případě, že je pravděpodobné opakované použití programu s odstupem více než jednoho měsíce.

Placené licence programu CuteRecovery se od sebe liší pouze délkou platnosti a počtem zařízení, na kterých mohou být aktivovány. Měsíční licence pro dvě zařízení stojí 39,95 USD, trvalá 69,95 USD, rodinná nebo firemní licence pro 10 nebo 30 zařízení pak stojí 199,95 USD a 499,95 USD.

EaseUS Data Recovery Wizard provozuje dva weby – globální a lokalizovaný pro Českou republiku – které se liší pouze tím, zda je DPH zahrnuta v ceně nebo se přičítá až při placení. Nabízí tři licence lišící se pouze délkou platnosti: měsíční za 69,95 USD, roční za 99,95 USD a trvalou za 149,95 USD. Studenti mohou získat slevu i na trvalou licenci – při doložení statusu vyjde na 89,97 USD bez DPH k čemuž je třeba připočítat 21 % daň. Technická verze nenabízí rozšířené funkce, ale pouze vyšší počet zařízení pro aktivaci a oprávnění pro komerční použití s určitými omezeními.

Program Wondershare Recoverit, stejně jako předchozí, má tři varianty: měsíční za 64,99 USD, roční za 74,99 USD a trvalou za 134,99 USD. Nabízí 30 % studentskou slevu na všechny plány, ale stejně jako EaseUS neposkytuje další technické funkce ani v technických verzích. Při zakoupení placené licence by mělo být odstraněno omezení na aktualizace.

Program DMDE pro Linux, ačkoliv se v testech neprojevil jako nejvýkonnější, dosáhl druhého nejlepšího výsledku pro ext4 v Linuxu a díky své ceně – €16 za měsíční licenci a €38 za trvalou – může být efektivní volbou pro osobní použití. Vývojáři také nabízejí trvalou profesionální licenci za €75, ale dodatečná funkcionality je převážně kosmetického charakteru a nákup má smysl pouze v případě poskytování komerčních služeb.

6.2.1 Srovnání poměru cena/výkon vybraných komerčních nástrojů

Podle statistik se běžný uživatel po první ztrátě souborů stává opatrnějším a věnuje větší pozornost vytváření záložních kopií, což výrazně snižuje potřebu pořizovat si licence na programy pro obnovu dat na dobu delší než jeden měsíc, během kterého se zpravidla pokusí o obnovu. Vývojáři těchto programů si to uvědomují, a proto není cenový rozdíl mezi

měsíční, roční a doživotní licenci příliš výrazný. V případě použití například v malém podniku, kde jedno zařízení může používat více osob, se odpovědnost za zálohování často přenáší na jiné uživatele. V důsledku toho může ke ztrátě dat docházet opakovaně i na stejném zařízení. Z tohoto důvodu je důležité při hodnocení programů z hlediska cena/výkon porovnávat ne měsíční cenu licence, ale cenu licence doživotní, zejména při porovnání její funkcionality s bezplatnými alternativami. V porovnání bude rovněž figurovat placená verze programu DMDE, která umožňuje obnovu více než 4000 souborů najednou.

Tabulka 7 Srovnání vybraných komerčních programů podle principu cena za procento efektivity

Operační systém	Program	Účinnost [%]	Měsíční licence [\$]	Cena za 1% měsíční [\$]	Cena doživotní licence [\$]	Cena za 1% doživotní [\$]
Windows	R-Studio	98	—	—	79,99	0,82
	DMDE (placená)	97	~17,44	0,18	~41,42	0,43
	DiskGenius Pro	95	—	—	99,9	1,05
	MiniTool PDR	93	69	0,74	99	1,06
	CuteRecovery	88	39,95	0,45	69,95	0,79
	Wondershare Recoverit	86	64,99	0,76	134,99	1,57
	EaseUS DRW	86	69,95	0,81	149,95	1,74
Linux	R-Studio for Linux	76	—	—	79,99	1,05
	DMDE	56	~17,44	0,31	~41,42	0,74

(zdroj: vlastní)

Mezi placenými doživotními řešeními pro Windows a souborové systémy NTFS a FAT32 se jako nejvýhodnější z hlediska poměru cena/výkon ukázaly programy DMDE, CuteRecovery a R-Studio. Mezi řešeními pro Linux a souborový systém ext4 je sice DMDE levnější, ale její omezení neumožnila plnohodnotně posoudit celý rozsah funkcionality, takže cenový rozdíl oproti R-Studio nepůsobí výrazně vzhledem k jeho vyšší efektivitě. Přestože DMDE pro Linux nabízí možnost roční licence za 17,44 USD, nebyly zjištěny dostatečné důvody k doporučení této varianty.

6.3 Srovnání komerčních a bezplatných nástrojů

Mezi bezplatnými programy Puran File Recovery, DMDE a R.Saver se stejně jako u nejlépe hodnocených placených nástrojů podařilo úspěšně obnovit data v obou testovaných scénářích – jak při běžném odstranění dat, tak i po smazání celého logického oddílu. Z toho lze vyvodit, že v případech náhodného smazání nebo formátování jejich funkcionality plně dostačuje. Každý z těchto programů má však svá omezení – nebo v oblasti uživatelského rozhraní a komfortu, nebo ve funkcionalitě potřebné pro složitější případy:

- **DMDE** má v bezplatné verzi limit na 4000 souborů a neumožňuje ukládání skenovacích projektů. Zatímco pro běžného uživatele, který potřebuje obnovit například složku s foto, nebude problém program několikrát spustit znovu, pokud počet souborů přesáhne 4000, pro malý či střední podnik, kde může jít o desítky tisíc souborů, se toto omezení stává významnou překážkou.
- **Puran File Recovery** nemá množství potřebných filtrů – nejen při výběru segmentu disku, ale i při samotném obnovování, což výrazně ztěžuje vyhledání požadovaných souborů po dokončení procesu obnovy. Při obnově dat ze smazaného logického disku navíc program nemá možnost volby rozsahu sektorů, a proto musí skenovat celý fyzický disk, což i běžnému uživateli může značně zkomplikovat nalezení konkrétních dat. Program
- **R.Saver** rovněž neumožňuje výběr rozsahu sektorů, a navíc není dostupný v anglické ani české lokalizaci, což je způsobeno nebo nezájmem vývojářů, nebo absencí jakýchkoli závazků vůči uživatelům, protože program je zcela zdarma. Je také důležité mít na paměti, že ve všech třech případech se čas potřebný k obnově dat prodlužuje úměrně velikosti disku.

Placená verze programu DMDE s doživotní licencí odstraňuje limit 4000 souborů a umožňuje ukládání informací o umístění souborů na disku, čímž eliminuje hlavní nevýhody bezplatné verze. CuteRecovery po zakoupení licence odstraňuje své zásadní omezení 1 GB pro obnovu dat, které bylo hlavní překážkou jejího efektivního využití, a zároveň zpřístupňuje filtry v rozhraní – jejich zablokování zjevně sloužilo jako nástroj k motivaci uživatele k zakoupení licence. Odstranění těchto dvou omezení výrazně zvyšuje použitelnost a komfort pro běžného uživatele. R-Studio na rozdíl od předchozích dvou nejenže odemyká omezení bezplatné verze, ale navíc poskytuje řadu pokročilých technických funkcí, jako je automatizovaná práce s RAID poli, podpora více souborových systémů, obnova šifrovaných

disků BitLocker, HEX prohlížeč a další nástroje, které jsou užitečné zejména při složitějších případech ztráty dat, než je pouhé smazání souboru.

Vybrané placené i bezplatné programy plní svou základní funkci stejně dobře, avšak i v ne příliš složitých scénářích přinášejí placené programy výrazně vyšší komfort a zkracují čas potřebný k obnově dat, zejména pokud je počet souborů nebo velikost disku velká.

6.4 Porovnání obnovy dat pomocí nástrojů a profesionálních servisů

Jak již bylo uvedeno dříve, obnova dat pomocí běžných softwarových nástrojů pokrývá pouze část případů ztráty dat. Například při poruše řadiče disku, čtecích hlaviček nebo jiných mechanických částí nosiče může být čtení dat, a tedy i jejich následná obnova, značně ztížena. Ano, softwarové nástroje jsou pro uživatele dostupnější, levnější, srozumitelnější a nevyžadují nic jiného než samotný program, zařízení s předinstalovaným operačním systémem a další nosič, na který budou obnovena data uložena.

Pokud však počítač nosič vůbec nerozpozná, stávají se tyto programy zcela nefunkčními. V takových případech je nutné nebo vyměnit poškozené části nosiče, nebo – pokud je zařízení fyzicky deformováno provést extrakci dat ve specializované laboratoři a následně je přenést na jiný nosič. Obnova dat za pomoci laboratoře je výrazně dražší než softwarové řešení, protože vyžaduje speciální vybavení, vhodné prostředí a odborné znalosti.

V takovém scénáři uživatel zároveň přenáší odpovědnost za třídění obnovených dat na specialisty jako například v případě ztráty adresářové struktury nebo poškození části souborů. Takový přenos odpovědnosti však může nést určitá rizika. Je rovněž důležité mít na paměti, že žádný profesionální servis nemůže zaručit, že budou obnoveny konkrétní soubory, protože procento úspěšně obnovených dat závisí na typu poškození souborového systému či samotného nosiče, což nemusí být vždy zřejmé při prvotní diagnostice. [40]

6.4.1 Srovnání cen profesionálních servisů a jejich služeb

Cena za služby obnovy dat v profesionálních servisech závisí nejen na účinnosti samotného procesu obnovy, ale také na marketingu, pohodlí pro zákazníka a závazcích, které daný servis přebírá. Z toho vyplývá, že vysoká cena služeb sama o sobě není zárukou kvality. Stejně tak existují i odborníci pracující v domácích podmínkách, kteří mají potřebné znalosti, nástroje a čisté prostředí pro hardwarovou obnovu dat. Do ceny jejich služeb však často nezahrnují zákaznický komfort, rychlost provedení nebo náklady na marketing, přesto však

mohou být při obnově dat stejně úspěšní jako většina komerčních servisů. Na cenu obnovy má dále vliv typ média, povaha poškození, objem dat a především urgentnost, kterou však nelze vždy garantovat.

Pro účely srovnání cen a typů poskytovaných služeb byly analyzovány servisy ve Zlínském kraji a několik dalších servisů na území České republiky: A+ Servis notebooků, PC Servis Zlín – David Zvonek, Exalab Data Recovery, DataHelp, DataRecovery, TechNova CZ, MyBlueDay a další. Cena obnovy dat se výrazně liší podle konkrétního scénáře. V případě logického poškození nebo náhodného smazání dat se obvykle pohybuje mezi 500 až 3000 Kč, v některých servisech cena uvedena až do 9000 Kč. Navíc může být účtována hodinová sazba technika v rozmezí 600 až 1000 Kč za hodinu, a to nad rámec samotné služby obnovy.

V případě fyzického poškození disku a potřeby hardwarového zásahu se cena skokově zvyšuje a pohybuje se od 3000 do 18000 Kč, přičemž horní hranice často není specifikována. Většina servisů uvádí cenu za diagnostiku nosiče nebo celého RAID pole jako nulovou nebo symbolickou, přibližně 500 Kč.

Některé servisy dále nabízejí nonstop zákaznickou linku, bezplatného kurýra, noční příjem disku, možnost platby až po úspěšném obnovení dat, velké kanceláře s výhodnou polohou a komfortním zázemím pro zákazníky apod. Všechny tyto faktory se promítají do výsledné ceny služby obnovy dat. [41-46]

6.4.2 Rizika využití placených nástrojů

Rizika spojená s používáním placených programů ve srovnání s bezplatnými nástroji a profesionálními servisy jsou minimální – pokud si uživatel vytvoří bitovou kopii datového nosiče a pracuje výhradně s ní, vylučuje tím možnost přepsání důležitých dat a může tak využít více programů k dosažení požadovaného výsledku. Stejně jako v případě většiny servisů však uživatel i zde platí za pokus o obnovu dat zakoupením licence, aniž by měl záruku, že mu daný software skutečně pomůže.

Mnoho placených programů nabízí garanci vrácení peněz v případě neúspěšné obnovy, nicméně samotné uplatnění této garance, podmínky smlouvy při nákupu a definice pojmu « neúspěšná obnova dat » celý proces značně komplikují. Rovněž záruka důvěrnosti dat při používání placeného softwaru není vždy přesně a transparentně popsána v podmínkách placených verzí, což může být zásadní zejména pro firemní zákazníky.

6.4.3 Rizika využití bezplatných nástrojů

Přestože se obnova dat pomocí bezplatných programů může na první pohled vypadat jako řešení bez nákladů, důvěrnost souborů může být ohrožena. Vývojáři bezplatného softwaru jsou obvykle nadšenci, kteří nepřebírají odpovědnost ani negarantují ochranu soukromých dat při používání jejich nástrojů. Pokud program obsahuje zranitelnosti nebo chyby, nelze si být jisti, že budou někdy opraveny, a je to právě kvůli absenci technické podpory a chybějícím závazkům vývojáře vůči uživatelům.

V případě použití bezplatné verze placeného softwaru, jako je například DMDE, dochází k dalším omezením, absence možnosti ukládat relace skenování a limit 4000 souborů na jednu obnovu nutí uživatele provádět opakované skenovací cykly. To může vést ke zvýšenému opotřebení datového nosiče a ke ztrátě důležitých informací, zejména pokud uživatel předem nevytvořil bitovou kopii disku a provádí obnovu přímo na poškozeném nosiči.

6.4.4 Rizika využití profesionálních servisů

Ve scénáři s profesionálními servisy přenáší uživatel odpovědnost za obnovu dat na pracovníka servisu, což s sebou nese více rizik než obnova prováděná v domácích podmínkách. Ve většině případů servisy s klientem uzavírají smlouvu o zachování důvěrnosti informací, ale to nepředstavuje skutečnou záruku ochrany dat uložených na nosiči. Odevzdáním nosiče do servisu se uživatel nachází v tzv. šedé zóně, kde mohou nastat situace, které nejsou přesně upraveny obchodními podmínkami poskytovatele služeb. Obnovitelný rozsah informací je vždy nejistý, takže se servis může kdykoliv odkázat na to, že byla zachráněna pouze ta část dat, která byla skutečně dostupná. Například servis nemusí vytvořit bitovou kopii disku před zahájením obnovy pomocí softwaru. V případě jakékoli logické chyby programu, zařízení nebo samotného nosiče může dojít k poškození části dat, které pak již nebude možné obnovit ani hardwarovou cestou. O tomto selhání však zákazník nemusí být informován.

Jinou možností je, že technik obnoví všechna data, ale záměrně odstraní poškozené části, například fotografie nebo videa se ztrátou fragmentů, a odůvodní to tím, že by si na ně klient stejně nevzpomněl, nebo že by v opačném případě více reklamoval kvalitu poskytnuté služby. Takové jednání je prakticky nepostižitelné a závisí výhradně na etice zaměstnanců servisu.

Dodatečně při hardwarové obnově existuje rovněž riziko nevratného poškození nosiče, pokud není zvolen správný postup. Vedle toho je zde ekonomické riziko, kdy konečná cena

za službu může mnohonásobně překročit původní odhad kvůli podcenění problému během počáteční diagnostiky. To může vést i k nečekanému prodloužení času potřebného k obnově dat, se kterým klient, zejména v případě firemního použití nepočítal, což může vyústit v další finanční ztráty způsobené přerušáním provozu podniku.

6.5 Kalkulace celkových nákladů na obnovu dat v různých scénářích

Celková cena za obnovu dat závisí na příčině jejich ztráty, na dovednostech uživatele, na množství času, který má k dispozici, a také na ceně licence zvoleného programu nebo služeb profesionálních servisů. Na základě těchto faktorů lze přibližně odhadnout finanční náklady v různých scénářích.

6.5.1 Logické odstranění souborů nebo smazání logického oddílu na nosiči

Uživatel se v tomto případě může pokusit o obnovu dat samostatně s využitím bezplatných nástrojů, které zvládnou obnovit i velké množství souborů, nebo si může zakoupit placenou licenci pro pohodlnější rozhraní, možnost výběru konkrétních oblastí disku či větší důvěru v zachování důvěrnosti dat. Náklady se v tomto scénáři pohybují mezi 0 a 2000 Kč, přičemž doživotní licence zůstává uživateli k dalšímu využití. Alternativou je využití služeb profesionálního servisu, kde cena za obnovu v tomto scénáři zpravidla činí 500 až 9000 Kč, v závislosti na konkrétním případě a obchodních podmínkách daného servisu.

6.5.2 Mechanické poškození nosiče

V závislosti na složitosti poškození se uživatel může pokusit o obnovu dat softwarově, což se však nedoporučuje, pokud jsou data cenná, protože špatně provedený zásah může nosič dále poškodit. Při vážnějším mechanickém poškození nebo pokud nosič není rozpoznán operačním systémem, softwarové řešení není funkční. Vzhledem k absenci potřebných znalostí, nástrojů, určitých podmínek a často i donorových dílů je nezbytné obrátit se na specialisty. Cena za tyto služby v rámci České republiky, jak již bylo uvedeno, se pohybuje mezi 3000–9000 Kč, ale horní hranice není stanovena. V určitých případech může být cena nižší, například pokud je závada dobře známá, nosič bylo snadné diagnostikovat, nebyly zjištěny žádné další komplikace a servis má k dispozici potřebné díly. Na to se však nelze vždy spoléhat.

6.5.3 Útok šifrovacího viru

V tomto scénáři je problémem nikoliv smazání odkazů na soubory, ale změna samotného obsahu dat. K obnovení dat po útoku šifrovacího viru je zapotřebí jiný typ nástrojů, než jaký nabízejí běžné programy popsané v této práci. Některé z placených programů mohou ve svých dražších verzích obsahovat nástroje pro práci se zašifrovanými daty, jejich efektivní využití však vyžaduje znalost specifík jednotlivých typů šifrovacích virů a schopnost určit, čím byla konkrétní data zašifrována. Obnova v takovém případě rovněž vyžaduje důkladnou analytickou práci a pokročilé nástroje. Pokud vlastník nosiče takové znalosti nemá, má v podstatě dvě možnosti. Nebo obrátit se na profesionální servis nebo zaplatit výkupné útočníkům.

V případě využití servisu se náklady pohybují mezi 4000 až 15000–18000 Kč, ale opět neexistuje horní hranice, stejně jako u scénářů s mechanickým poškozením nosiče. Ani zde však neexistuje žádná záruka, že se podaří obnovit aspoň část dat.

V případě zaplacení výkupného neexistuje rovněž žádná jistota, že budou data dešifrována, nebo že po prvním výkupném nebude následovat další požadavek. Kromě toho je důležité si uvědomit, že zaplacením výkupného uživatel v lepším případě sice získá svá data zpět, ale zároveň činí tento model ekonomicky výhodným a tím podporuje další kyberzločiny.

7 DOPORUČENÝ POSTUP PRO MINIMALIZACI FINANČNÍCH NÁKLADŮ PŘI ZTRÁTĚ DAT

Prevence ztráty dat je vždy levnější a spolehlivější než jejich obnova. Uživatelé si však tuto skutečnost často uvědomují až ve chvíli, kdy o svá data přijdou, a pak jim nezbývá nic než se smířit se ztrátou, nebo podniknout kroky k jejich obnovení. [47-48]

7.1 Preventivní opatření k minimalizaci rizika ztráty dat

Je nesmírně důležité mít zálohy u všech dat, která mají, alespoň minimální hodnotu. Ideálním přístupem je řídit se pravidlem 3–2–1: mít tři kopie každého souboru, z toho alespoň dvě uložené na různých typech nosičů a jednu další zálohu uloženou na vzdáleném úložišti, pro případ lokálních havárií. [49]

Zálohy je nutné pravidelně aktualizovat v případě, že dochází ke změnám obsahu nebo verzí souborů, aby nedošlo ke ztrátě nově přidaných dat. Stejně tak je důležité v pravidelných intervalech testovat funkčnost záloh totiž ověřit, zda je ze záložních kopií možná data skutečně obnovit.

Doporučuje se pravidelně kontrolovat datové nosiče na výskyt chyb a fyzických vad, aby bylo v případě potřeby možné včas rozpoznat příznaky degradace a přijmout opatření ještě před tím, než dojde k selhání nosiče.

U moderních disků není vhodné spoléhat pouze na software pro sledování životnosti disku, protože tyto programy často nezobrazují skutečný stav zařízení. Důvodem je, že část paměti je výrobcem rezervována jako skrytá a běžný uživatel k těmto informacím nemá přístup. Například u SSD disků může docházet k postupnému selhávání paměťových čipů, protože řadič disku automaticky přemapovává poškozené bloky na tuto rezervní oblast. Jakmile je tato skrytá kapacita vyčerpána, může disk náhle přestat fungovat bez jakýchkoli varovných příznaků, a to i v případě, že uživatel pravidelně sleduje jeho stav pomocí diagnostického softwaru.

Jak již bylo zmíněno, každý disk je fyzický objekt, a prostředí, ve kterém se nosič nachází a pracuje, má přímý vliv na spolehlivost uchovávání dat. Disky jsou citlivé na náhlé teplotní výkyvy a nadměrnou vlhkost, která může způsobit korozi. Proto je vhodné zajistit stabilní mikroklima v prostředí, kde je zařízení s diskem v provozu nebo v prostoru, kde nosič dlouhodobě uložen mimo aktivní použití.

K poškození nosiče mohou přispět také výpadky elektrického proudu, přepětí v síti nebo dokonce mechanické nárazy. Doporučuje se používat záložní napájecí zdroj, který umožní bezpečné vypnutí zařízení při poruše napájení a zajistit ochranu disku před fyzickým poškozením způsobeným vnějšími vlivy.

Pro ochranu před šifrovacími viry kromě pravidelně aktualizovaného antivirového softwaru je důležité také dbát na kybernetickou hygienu, neklikat na podezřelé odkazy, nestahovat software z neověřených zdrojů a dávat pozor na školení uživatelů, zejména ve firemním prostředí, kde mají zaměstnanci přístup ke cloudovým úložištím a zálohám. Dále je vhodné vést zaměstnance k tomu, aby neprodleně informovali o podezřelých událostech nebo neobvyklém chování zařízení, aby bylo možné zasáhnout dříve, než se menší problém změni v rozsáhlejší poruchu. [50]

7.2 Strategie obnovy v závislosti na charakteru ztráty dat

Při zanedbání některého z výše uvedených opatření nebo v důsledku vzácné shody okolností může dojít ke ztrátě dat. Proto tato kapitola obsahuje doporučené postupy pro nejčastější formy ztráty informací, vycházející z veřejně dostupných doporučení a zjištění získaných během testování a analýzy nástrojů pro obnovu dat provedených v rámci této práce.

7.2.1 Náhodné odstranění, formátování nebo logické chyby

Pokud disk nemá fyzické poškození a pracuje správně, je vhodné podniknout následující kroky

1. Co nejdříve izolovat napadené zařízení. Odpojit jej od sítě a zároveň odpojit všechna externí úložiště.
2. Zabránit jakémukoli dalším zápisům na nosič. Pokud je nosič systémový, je nutné použít jiné zařízení s operačním systémem k obnově dat z disku v dalších krocích
3. Vytvořit bitovou kopii nosiče na jiný disk pomocí specializovaných programů jako GNU ddrescue, HDDSuperClone, Macrium Reflect, Clonezilla, Guymager nebo jiných, a dále pracovat pouze s kopií. [51]
4. Pokud uživatel používá Windows, může zkusit obnovit data bezplatnými programy jako DMDE, Puran File Recovery nebo R.Saver, s ohledem na jejich omezení. Pro Linux nebyl v rámci této práce identifikován žádný bezplatný program s uspokojivými výsledky. Instalaci jakýchkoli programů, placených nebo

bezplatných, nikdy neprovádět na disk, ze kterého je třeba obnovit data, protože to může vést k přepsání požadovaných souborů.

5. Pokud předchozí krok nepřinesl požadovaný výsledek, nebo uživatel ochoten připlatit si za pohodlnější rozhraní, anglickou lokalizaci nebo za vyšší, ale negarantovanou úroveň důvěrnosti, může zkusit obnovit data pomocí placených programů, které v této práci dosáhly nejlepších výsledků, konkrétně R-Studio, DMDE a CuteRecovery pro operační systém Windows, nebo R-Studio for Linux nebo DMDE pro linuxové distribuce.

Pokud žádný z těchto kroků nevede k úspěšné obnově, je nutné obrátit se na profesionální servis a zmínit kroky, které byly podniknuty k pokusu o obnovení, protože i v servisu je první metodou obvykle softwarová obnova, jelikož je nejbezpečnější.

7.2.2 Fyzické poškození nosiče

Pokud nosič vykazuje fyzické poškození, pomalé čtení nebo v případě HDD neobvyklé zvuky ale je stále detekován systémem a zobrazuje správnou velikost, může uživatel riskovat a provést kroky jako v případě funkčního disku. Tím se ale zvyšuje riziko dalšího poškození a snížení šance na pozdější obnovu, i při snaze o bitovou kopii. Pokud cena dat neodpovídá ceně obnovy v servisu, může toto riziko být ospravedlnitelné. Pokud je ale hodnota dat vyšší než průměrná cena hardwarové obnovy, je vhodné využít služby odborníků a informovat je o poškození a předchozích pokusech.

Pokud hodnota dat převyšuje průměrnou cenu za služby hardwarové obnovy v servisech, je při využití těchto služeb nezbytné informovat o fyzickém poškození disku a o krocích, které již byly podniknuty, zejména v případě, že se uživatel pokusil o obnovu dat z poškozeného disku na vlastní riziko a tento pokus selhal.

7.2.3 Vážnější fyzické poškození nosiče

Pokud byl nosič vystaven vážnému fyzickému poškození, například byl delší dobu ponořen ve vodě, silně deformován nebo jej operační systém přestal rozpoznávat i po opakovaných pokusech o inicializaci, žádný z programů uvedených v této práci nebude schopen pomoci a bude nutné obrátit se na profesionální datový servis.

7.2.4 Útok šifrovacím virem

Obnova dat po útoku šifrovacím virem nespadá do kategorie obnovy dat po logickém odstranění souborů nebo oddílů disku, a proto srovnání programů pro dešifrování nebylo součástí praktické části této práce. Přesto je důležité uvést doporučený postup reakce v případě zjištění takového útoku:

1. Co nejdříve izolovat napadené zařízení. Odpojit jej od sítě a zároveň odpojit všechna externí úložiště.
2. Buď využít služeb specializovaných datových servisů, které se zabývají obnovou a dešifrováním dat po útocích šifrovacím virem, nebo se pokusit o obnovu vlastními silami. Stejně jako v případě logického smazání dat je však zásadní provádět veškeré kroky pouze na vytvořené bitové kopii disku, aby se minimalizovalo riziko zhoršení situace.
3. Pokud žádná z uvedených možností nevede k úspěchu, veškeré kroky byly prováděny pouze s kopií disku a hodnota zašifrovaných dat výrazně převyšuje požadované výkupné, je třeba si uvědomit nejen úplnou absenci jakýchkoliv záruk při jeho zaplacení, ale především skutečnost, že takový krok je neetický a představuje podporu a motivaci pro další kybernetickou kriminalitu. [52]

7.2.5 Výběr profesionálního servisu pro obnovu dat

V závěrečných fázích všech scénářů ztráty dat se může uživatel ocitnout v situaci, kdy je nezbytné obrátit se na specializovaný servis, zejména pokud jsou ztracená data pro něj velmi cenná a jejich opětovné získání by bylo nebo nemožné, nebo extrémně nákladné. Před odevzdáním nosiče do servisu je vhodné zvážit následující doporučení:

- Obrátit se na servis, kde se platí až za úspěšně obnovená data, nikoli předem za samotný pokus o obnovu. Bez ohledu na úroveň servisu totiž nelze zaručit stoprocentní úspěšnost obnovy, zvláště v případě fyzicky poškozeného disku.
- Požadovat, aby během úvodní diagnostiky byla stanovena konečná cena za obnovu dat. To je velmi důležité, protože při podcenění náročnosti může cena výrazně narůst. Pokud servis určí cenu předem, přebírá riziko nesprávného odhadu na sebe a klient se tak vyhne zbytečným finančním nákladům.

- Uzavřít dohodu o ochraně důvěrných informací pro minimalizaci rizika úniku dat, což je zvláště důležité, pokud jsou na nosiči uloženy informace třetích stran. Taková dohoda může pomoci předejít právním komplikacím v případě úniku dat. [53]
- Požádat, aby veškeré operace probíhaly výhradně s kopií nosiče, nikoliv s originálem. To je důležité zejména u poškozených zařízení, aby v případě neúspěšné obnovy bylo možné obrátit se na jiný servis bez rizika dalšího poškození dat.
- Pokud jde o firemní data, domluvit se na konkrétním termínu dokončení obnovy. To pomůže posoudit, zda je obnova pro daný podnik likvidní, a zároveň získat časovou záruku ze strany servisu.

Výše uvedená doporučení sice nezaručují výběr ideálního poskytovatele služeb, ale výrazně napomáhají minimalizovat finanční, reputační i časové ztráty a zároveň snížit riziko nenávratné ztráty dat v důsledku volby nedostatečně kvalifikovaného servisu.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo určit nejčastější příčiny ztráty dat, uvést co nejvíce preventivních opatření ke snížení pravděpodobnosti jejich ztráty, otestovat účinnost různých programů pro obnovu dat v různých scénářích jejich ztráty u různých souborových struktur a na základě získaných výsledků a porovnání cen profesionálních servisů stanovit doporučené postupy při ztrátě dat s ohledem na jejich účinnost a finanční stránku dané situace.

V rámci výzkumu bylo otestováno 23 programů pro souborové systémy NTFS, FAT32 a ext4 ve dvou scénářích ztráty dat: při jednoduchém logickém odstranění souborů a při odstranění celého logického disku.

Nejlepší výsledky v prostředí operačního systému Windows vykázaly programy R-Studio, DMDE a CuteRecovery, zatímco u souborového systému ext4 na Linuxu dosáhl nejvyšší efektivity placený program R-Studio for Linux. Linuxová verze programu DMDE také umožnila částečnou obnovu, ale její výsledky byly podstatně slabší než u R-Studio.

V bezplatném segmentu se z hlediska efektivity nejlepší výsledky ukázaly bezplatná verze DMDE, Puran File Recovery a R.Saver, které při obnově dosáhly podobné výsledky jako placené nástroje. Jejich limity ať už omezení maximálního počtu obnovitelných souborů na jeden běh, absence anglické lokalizace nebo nedostatek pokročilých filtrů, však zvyšují riziko chyb způsobených uživatelem a prodlužují čas potřebný k obnovení dat, zejména u velkých disků.

Ekonomická analýza ukázala, že doživotní licence programů DMDE, R-Studio a CuteRecovery jsou z hlediska poměru cena/výkon nejvýhodnější pro placené softwarové obnovení dat a zároveň zůstává možnost opakovaného použití. Porovnání cen těchto programů se službami profesionálních servisů potvrdilo, že softwarové řešení je z finančního hlediska výrazně výhodnější při náhodném smazání nebo formátování, zatímco v případech mechanického poškození nosiče nebo útoku šifrovacího viru je pro zvýšení pravděpodobnosti úspěšné obnovy vhodnější obrátit se na specializovaný servis.

Ve všech scénářích ztráty dat začíná doporučený postup okamžitým zastavením jakýchkoli zápisů na zasažený disk, následovaným vytvořením bitové kopie (v případě, že disk není mechanicky poškozen) a snahou o obnovu výhradně z kopie. Doporučuje se nejprve vyzkoušet co nejefektivnější bezplatné nástroje a až následně, v případě neúspěchu, přejít k placeným programům. Teprve pokud žádný z těchto kroků nepřinese výsledky, je

vhodné kontaktovat profesionální servis a vždy uvést, jaké kroky byly podniknuty před zahájením diagnostiky.

V průběhu práce byla vypracována doporučení pro minimalizaci finančních a časových ztrát při využití profesionálních služeb.

Hlavními omezeními této práce byla nemožnost zakoupení placených licencí programů a nemožnost jejich testování bez omezení, která plynou z bezplatných verzí těchto nástrojů. Dále bylo omezením použití pouze jednoho fyzického nosiče a absence testování obnovy dat z disku s aktivovanou funkcí TRIM, stejně jako nemožnost testování RAID polí a malý počet testovaných nástrojů pro souborový systém ext4 a operační systém Linux.

Do budoucna se navrhuje rozšířit výzkum o testování nástrojů pro Windows, které podporují obnovu souborového systému ext4, dále o obnovu dat z polovodičových nosičů, z nosičů po útoku šifrovacího viru a o rekonstrukci silně fragmentovaných souborů, zejména na fyzicky poškozených nosičích.

Práce ukázala, že žádný nástroj ani služba nemůže zaručit stoprocentní úspěšnost při obnově ztracených dat. Správná kombinace preventivních opatření a vhodně zvolený postup v případě ztráty dat však může výrazně snížit riziko jejich definitivní ztráty a s tím spojených finančních nákladů. Preventivní opatření a pravidelné, správně provedené zálohování přesto zůstávají nejlevnějším a nejspolehlivějším způsobem ochrany dat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KENNEDY, Zane. *A Beginner's Guide to Successful Data Recovery*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.securedatarecovery.com/blog/beginners-guide-data-recovery>. [cit. 2025-05-18].
- [2] YEV (Backblaze). *2023 State of the Backup: As Data Needs Grow, Backups Need to Fill the Gaps*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.backblaze.com/blog/2023-state-of-the-backup-as-data-needs-grow-backups-need-to-fill-the-gaps/>. [cit. 2025-05-18].
- [3] ŠKODOVÁ, Jana. *Nejčastější důvody ztrát firemních dat a jak se jich vyvarovat*. Online. 2017. Dostupné z: <https://www.ciotrends.cz/clanky/nejcastejsi-duvody-ztrat-firemnich-dat-a-jak-se-jich-vyvarovat/>. [cit. 2025-05-18].
- [4] LANGMEIER SOFTWARE. *Causes of Data Loss in SMEs 2023 Survey*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.langmeier-software.com/en/data-loss-survey-2023>. [cit. 2025-05-18].
- [5] CSO ONLINE. *Human Error Causes Most Serious Data Loss*. Online. 2007. Dostupné z: <https://www.csoonline.com/article/519508/data-protection-human-error-causes-most-serious-data-loss.html>. [cit. 2025-06-01].
- [6] NINJAONE. *Hard Drive Data Recovery: How to Recover Data from a Dead Hard Drive*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.ninjaone.com/blog/hard-drive-data-recovery-how-to-recover-data-from-a-dead-hard-drive/>. [cit. 2025-05-18].
- [7] DATARECOVERY.COM. *Don't Use CHKDSK on a Failing Hard Drive*. Online. 2024. Dostupné z: <https://datarecovery.com/rd/dont-use-chkdsk-on-a-failing-hard-drive/>. [cit. 2025-05-18].
- [8] SYSDEV LABS. *Chances of Data Recovery Depending on the File System*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.ufsexplorer.com/articles/os-data-recovery-specifics/>. [cit. 2025-05-18].
- [9] JOEP. *Data Recovery Resources (Technibble Forum Post)*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.technibble.com/forums/threads/data-recovery-resources.88652/>. [cit. 2025-05-18].
- [10] RABEI, Raad A.; MOHAMAD, Kamaruddin M.; JAMEL, Sapiee; KHALID, Shamsul K. A. *File Carving: Analyzing Data Retrieval in Digital Forensics*. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 96, No. 17, 2018. Online. Dostupné z: <http://www.jatit.org/volumes/Vol96No17/17Vol96No17.pdf>. [cit. 2025-05-18].
- [11] PARTEY, Benjamin T. et al. *RsEncarver: Enhancing File Carving Techniques with Error Correction Using the Reed-Solomon Algorithm*. Online. 2023. Dostupné z: <https://ssrn.com/abstract=4579306>. [cit. 2025-05-18].
- [12] TECHRXIV. *AI-Driven Forensic Image Enhancement*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.174672975.55187402/v1>. [cit. 2025-06-01].
- [13] SALVATIONDATA. *Key Benefits of Disk Imaging for Data Recovery*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.salvationdata.com/knowledge/disk-imaging/>. [cit. 2025-06-01].
- [14] RIGG, Christian. *Data Recovery Software: Free vs. Paid*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.techradar.com/news/data-recovery-software-free-vs-paid>. [cit. 2025-05-18].

- [15] REMONTKA.PRO. *Лучшие программы для восстановления данных*. Online. 2020. Dostupné z: <https://remontka.pro/recover/>. [cit. 2025-05-18].
- [16] TECHRADAR. *Best Free Data Recovery Software of 2025*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.techradar.com/best/best-free-data-recovery-software>. [cit. 2025-05-28].
- [17] PURAN SOFTWARE. *Puran File Recovery*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.puransoftware.com/File-Recovery.html>. [cit. 2025-05-28].
- [18] CCLEANER. *Recuva – Free Data Recovery Software*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.ccleaner.com/recuva>. [cit. 2025-05-28].
- [19] TRANSCEND. *RecoverX – Data Recovery Utility*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.transcend-info.com/Software/recoverX>. [cit. 2025-05-28].
- [20] CGSECURITY. *TestDisk & PhotoRec – Data Recovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.cgsecurity.org/>. [cit. 2025-05-28].
- [21] UNDELETE 360. *Undelete 360 Freeware*. Online. 2023. Dostupné z: <http://www.undelete360.com/>. [cit. 2025-05-28].
- [22] DMDE SOFTWARE. *DM Disk Editor and Data Recovery (DMDE)*. Online. 2025. Dostupné z: <https://dmde.com/>. [cit. 2025-05-28].
- [23] GLARYSOFT. *Glary Undelete*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.glarysoft.com/glary-undelete/>. [cit. 2025-05-28].
- [24] R-SAVER. *R-Saver – Free File Recovery Utility*. Online. 2025. Dostupné z: <https://r-saver.com/en/>. [cit. 2025-05-28].
- [25] DISKGENIUS. *DiskGenius – Professional Data Recovery Software*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.diskgenius.com>. [cit. 2025-05-28].
- [26] RUNTIME SOFTWARE. *GetDataBack Pro – Data Recovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.runtime.org/getdataback-pro/>. [cit. 2025-05-28].
- [27] ONTRACK. *Ontrack EasyRecovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.ontrack.com/products/easyrecovery-software>. [cit. 2025-05-28].
- [28] R-TOOLS TECHNOLOGY. *R-Studio Data Recovery Software*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.r-studio.com/data-recovery-software/>. [cit. 2025-05-28].
- [29] HETMAN SOFTWARE. *Hetman Partition Recovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://hetmanrecovery.com/partition-recovery>. [cit. 2025-05-28].
- [30] EASSOS. *CuteRecovery Free – Free Data Recovery Software*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.eassos.com/cute-recovery-free.php>. [cit. 2025-05-28].
- [31] LSOFT TECHNOLOGIES. *Active@ File Recovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.lsoft.net/data-recovery.aspx>. [cit. 2025-05-28].
- [32] WONDERSHARE. *Recoverit – Data Recovery Software*. Online. 2025. Dostupné z: <https://recoverit.wondershare.com/>. [cit. 2025-05-28].
- [33] EASEUS. *EaseUS Data Recovery Wizard*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.easeus.com/datarecoverywizard/>. [cit. 2025-05-28].
- [34] MINITOOL. *MiniTool Power Data Recovery*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.minitool.com/data-recovery-software/>. [cit. 2025-05-28].
- [35] R-TOOLS TECHNOLOGY. *R-Studio for Linux*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.r-studio.com/linux/>. [cit. 2025-05-28].

- [36] EXTUNDELETE PROJECT. *extundelete – A Utility to Recover Deleted Files from an ext3/ext4 Filesystem*. Online. 2024. Dostupné z: <http://extundelete.sourceforge.net/>. [cit. 2025-05-28].
- [37] EXT4MAGIC PROJECT. *ext4magic – Data Recovery Tool for ext4 Filesystem*. Online. 2023. Dostupné z: <https://ext4magic.sourceforge.net/>. [cit. 2025-05-28].
- [38] OHLSSON, Jonas. *Magic Rescue – Recover Deleted Files by Looking for File Signatures*. Online. 2024. Dostupné z: <https://jonas.nitro.dk/magicrescue/>. [cit. 2025-05-28].
- [39] CHIP. *Na záchranu dat s odborníky nebo vlastními silami?* Online. 2011. Dostupné z: <https://www.chip.cz/clanky/nazachranudat>. [cit. 2025-05-28].
- [40] STORWARE. *What Is the Real Cost of Data Loss?* Online. 2022. Dostupné z: <https://storware.eu/blog/what-is-the-real-cost-of-data-loss/>. [cit. 2025-05-28].
- [41] SERVIS ZLÍN. *Obnova dat – Servis Zlín*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.servis-zlin.eu/>. [cit. 2025-05-28].
- [42] SERVIS PC ZLÍN. *Servis PC Zlín – Obnova dat*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.servispczlin.cz/>. [cit. 2025-05-28].
- [43] EXALAB. *Laboratoř pro obnovu dat – CS Web*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.exalab.cz/cs/>. [cit. 2025-05-28].
- [44] TDP ONTRACK. *Ontrack Česká republika*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.tdp-ontrack.cz/index.html>. [cit. 2025-05-18].
- [45] DATA112. *Data112 – Obnova a záchrana dat*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.data112.cz/>. [cit. 2025-05-28].
- [46] TECHNOVA. *Technova CZ – Záchrana dat*. Online. 2025. Dostupné z: <https://technova.cz/>. [cit. 2025-05-18].
- [47] ENTERPRISE APPS TODAY. *Backup Statistics 2022: Backup vs. Recovery, Disaster Recovery, Trends*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.enterpriseappstoday.com/stats/backup-statistics.html>. [cit. 2025-05-18].
- [48] CRASHPLAN. *Data Backup vs. Data Recovery*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.crashplan.com/blog/data-backup-vs-data-recovery/>. [cit. 2025-05-18].
- [49] YEV (Backblaze). *The 3-2-1 Backup Strategy*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.backblaze.com/blog/the-3-2-1-backup-strategy/>. [cit. 2025-05-18].
- [50] SOPHOS. *The State of Ransomware 2023*. Online. 2023. Dostupné z: <https://news.sophos.com/en-us/2023/05/10/the-state-of-ransomware-2023/>. [cit. 2025-05-18].
- [51] CLONEZILLA. *Clonezilla Live Documentation*. Online. 2025. Dostupné z: <https://clonezilla.org/clonezilla-live-doc.php>. [cit. 2025-05-18].
- [52] CISA. *#StopRansomware Guide*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.cisa.gov/stopransomware>. [cit. 2025-05-18].
- [53] SECURE DATA RECOVERY. *Confidentiality Guarantee*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.securedatarecovery.com/about/confidentiality-guarantee>. [cit. 2025-05-18].

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Analýza rozhraní a funkcionality bezplatných nástrojů pro Windows	30
Tabulka 2a Výsledky obnovy (bezplatné nástroje, Windows – část 1)	31
Tabulka 2b Výsledky obnovy (bezplatné nástroje, Windows – část 2)	32
Tabulka 3 Analýza rozhraní a funkcionality TRIAL verzí komerčních nástrojů pro Windows	37
Tabulka 4a Výsledky obnovy (placené nástroje, Windows – část 1)	38
Tabulka 4b Výsledky obnovy (placené nástroje, Windows – část 2)	39
Tabulka 5 Analýza rozhraní a funkcionality programů pro Linux	44
Tabulka 6 Hodnocení výsledků obnovy dat pomocí programů pro Linux	45
Tabulka 7 Srovnání vybraných komerčních programů podle principu cena za procento efektivity	53

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BIOS	Basic Input Output Systém (základní vstupně-výstupní systém)
Ext4	Fourth Extended Filesystem (čtvrtý rozšířený souborový systém)
FAT32	File Allocation Table 32 (tabulka alokace souborů, 32bitová verze)
HDD	Hard Disk Drive (pevný disk)
LBA	Logical Block Addressing (logické adresování bloků)
NTFS	New Technology File Systém (souborový systém nové technologie)
RAID	Redundant Array of Independent Disks (redundantní pole nezávislých disků)
SSD	Solid State Drive (polovodičový disk)
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface (sjednocené rozšiřitelné rozhraní firmwaru)