

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomických teorií



Bakalářská práce

Predikce vývoje a posouzení investičního potenciálu

kryptoměny Bitcoin

Voříšek Jiří

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Voříšek

Ekonomika a management

Název práce

Predikce vývoje a posouzení investičního potenciálu kryptoměny Bitcoin

Název anglicky

Prediction of Bitcoin's future growth and investment potential

Cíle práce

Hlavním cílem práce je zhodnotit, zda-li existuje korelace mezi obchodovaným objemem vybrané kryptoměny, a její cenou. Dílčím cílem je identifikovat a zhodnotit jak cena ovlivňuje obchodovaný objem vybrané kryptoměny. Dalším dílčím cílem je provést odhad obchodovaného objemu, při ceně kryptoměny 100 000 USD za minci.

Metodika

Teoretická část práce bude zpracovávána pomocí studia odborné literatury a dalších dostupných českých i zahraničních zdrojů zabývajících se zejména kryptoměnou Bitcoin. Dále budou teoreticky objasněny způsoby fungování kryptoměn, jejich fundamenty a investování do kryptoměny, možnosti a případná rizika.

Ze získaných a prostudovaných zdrojů bude vypracována praktická část této bakalářské práce. Na základě historických dat o ceně a obchodovaném objemu, na měsíční bázi, bude provedena analýza a zhodnocení, zda-li existuje závislost mezi zkoumanými parametry. Vyhodnocení bude provedeno pomocí statistických testů. Výsledky budou použity k odhadu obchodovaného objemu při ceně 100 000 USD za minci. Závěr bude obsahovat doporučení na nejbezpečnější způsob investice z hlediska bezpečnosti. Data budou čerpána z odborných publikací, internetových článků.

Doporučený rozsah práce

30- 40

Klíčová slova

Bezpečnost, Bitcoin, Burza, DCA, Digitální měna, ETF, Investice, Korelace, Krypto, Peněženky, POS, POW, Predikce, Satoshi, Volatilita

Doporučené zdroje informací

AMMOUS, Saifedean. Bitcoinový standard: decentralizovaná alternativa k centrálnímu bankovníctví.

Přeložil Sandra PAVLÍČKOVÁ, přeložil Tereza WONGOVÁ. Praha: Braiins Publishing, 2022. ISBN 978-9916-697-24-5.

KALISKÝ, Boris. *Bitcoin a ti druzí : nepostradatelný průvodce světem kryptoměn*. [Praha]: IFP Publishing, 2018. ISBN 978-80-87383-71-1.

STROUKAL, Dominik. *Ekonomické bubliny : kdo je nafukuje, proč praskají a jak v další krizi neztratit vše*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2194-6.

STROUKAL, Dominik; SKALICKÝ, Jan. *Bitcoin a jiné kryptopeníze budoucnosti : historie, ekonomie a technologie kryptoměn, stručná příručka pro úplné začátečníky*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-1043-8.

TĚTEK, Josef. Bitcoin: odluka peněz od státu. [Praha]: Braiins Publishing, 2021. ISBN 978-80-907975-8-1.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. David Křížek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomických teorií

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2023

prof. Ing. PhDr. Lucie Severová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 01. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Predikce vývoje a posouzení investičního potenciálu kryptoměny Bitcoin" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.3.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Davidu Křížkovi, Ph.D. za ochotu a odborné rady, které mi poskytl při vedení mé bakalářské práce.

Predikce vývoje a posouzení investičního potenciálu kryptoměny Bitcoin

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením investičního potenciálu Bitcoinu. Na základě dostupné literatury a dalších informačních zdrojů je vypracována teoretická část práce. Teoretická část práce vysvětluje princip fungování peněz, svobodný výběr peněz a historické příklady vybraných peněz jenž postupně zanikly vlivem státních zásahů. V teoretické části jsou rovněž uvedeny vybrané metody analýzy ceny prostřednictvím fundamentální a technické analýzy jež jsou využity v praktické části. Následně jsou na graf aplikovány principy technické analýzy s cílem identifikace trendu, nalezení podpůrných a odporových linií a objemová analýza. Fundamentální analýza je provedena posléze, zasazení výkonnosti Bitcoinu do makroekonomického prostředí a porovnání výkonnosti Bitcoinu v rámci odvětví kryptoměn. Výsledné teze o pohybu ceny v budoucnu jsou poté ověřeny pomocí regresního modelu, jenž modeluje závislost ceny na obchodovaném objemu s cílem vytvoření modelu s dostatečnou spolehlivostí pro budoucí odhad. Na základě provedených metod technické a fundamentální analýzy, je vyhodnocen potenciál růstu ceny. Provedené testování závislosti prokázalo závislost mezi obchodovaným objemem a cenou. Nepodařilo se vytvořit model s dostatečnou spolehlivostí pro předpověď ceny. Doporučení na nejbezpečnější investici z hlediska výkonnosti i bezpečí držení bitcoinů spočívá v metodě nákupů formou DCA a držení bitcoinů v hardware peněžence.

Klíčová slova: Bezpečnost, Bitcoin, Burza, DCA, Digitální měna, ETF, Investice, Korelace, Krypto, Peněženky, POS, POW, Predikce, Satoshi, Volatilita

Prediction of Bitcoin's future growth and investment potential

Abstract

This bachelor's thesis deals with the assessment of the investment potential of Bitcoin. Based on the available literature and other information sources, the theoretical part of the work is developed. The theoretical part of the work explains the principle of how money works, the free selection of money and historical examples of selected money that gradually disappeared due to state interventions. The theoretical part also presents selected methods of price analysis through fundamental and technical analysis, which are used in the practical part. Subsequently, the principles of technical analysis are applied to the chart with the aim of trend identification, finding support and resistance lines and volume analysis. Fundamental analysis is performed afterwards, placing Bitcoin's performance in the macroeconomic environment, and comparing Bitcoin's performance within the cryptocurrency industry. The resulting theses about the price movement in the future are then verified using a regression model that models the dependence of the price on the traded volume to create a model with sufficient reliability for future estimation. Based on the performed methods of technical and fundamental analysis, the price growth potential is evaluated. The performed dependency testing proved the dependency between traded volume and price. Failed to create a model with sufficient confidence to predict the price. The recommendation for the safest investment in terms of performance and safety of holding bitcoins consists in the method of purchases in the form of DCA and holding bitcoins in a hardware wallet.

Keywords: Security, Bitcoin, Exchange, DCA, Digital Currency, ETF, Investment, Correlation, Crypto, Wallets, POS, POW, Prediction, Satoshi, Volatility

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 11 |
| 2 Cíl práce a metodika | 12 |
| 2.1 Cíl práce | 12 |
| 2.2 Metodika | 12 |
| 3 Teoretická východiska | 15 |
| 3.1 Peníze | 15 |
| 3.1.1 Funkce peněz | 16 |
| 3.1.2 Historie peněz | 17 |
| 3.1.3 Svobodný trh peněz | 19 |
| 3.2 Bitcoin | 21 |
| 3.2.1 Kryptoměny | 22 |
| 3.2.2 Historie Bitcoinu | 23 |
| 3.2.3 Vlastnosti Bitcoinu | 24 |
| 3.2.4 Princip funkce | 27 |
| 3.2.5 Potenciální rizika u Bitcoinu..... | 30 |
| 3.2.6 Kde získat a uchovávat Bitcoin | 35 |
| 3.2.7 Investice | 37 |
| 3.3 Metody analýzy vývoje ceny | 38 |
| 3.3.1 Technická analýza..... | 39 |
| 3.3.2 Klouzavé průměry..... | 40 |
| 3.3.3 Podpůrné a odporové zóny | 41 |
| 3.3.4 Fundamentální analýza | 42 |
| 4 Vlastní práce | 44 |
| 4.1 Analýza fundamentálních událostí | 44 |
| 4.2 Technická analýza | 48 |
| 4.2.1 Analýza trendu | 48 |
| 4.2.2 Podpůrné a rezistentní zóny | 50 |
| 4.2.3 Volume profile | 51 |
| 4.3 Fundamentální analýza..... | 52 |
| 4.3.1 Globální analýza | 52 |
| 4.3.2 Odvětvová analýza..... | 54 |
| 4.4 Analýza závislosti objemu | 56 |
| 4.4.1 Získání a příprava dat | 56 |
| 4.4.2 Testování výchozího modelu | 57 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.4.3 | Testování upraveného výběrového souboru | 65 |
| 4.5 | Výsledky..... | 68 |
| 4.5.1 | Technická analýza..... | 68 |
| 4.5.2 | Fundamentální analýza | 69 |
| 4.5.3 | Výsledky statistických testů..... | 70 |
| 4.6 | Diskuse | 71 |
| 5 | Závěr..... | 73 |
| 6 | Seznam použitých zdrojů..... | 75 |
| 7 | Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk | 80 |
| 7.1 | Seznam obrázků | 80 |
| 7.2 | Seznam tabulek..... | 80 |
| 7.3 | Seznam grafů..... | 81 |
| 7.4 | Seznam použitých zkratk | 81 |
| 8 | Přílohy | 82 |

1 Úvod

Dnešní doba je úzce spjata s digitalizací, digitalizujeme komunikaci, stát i služby. Oblast, jenž si digitalizaci také žádá, jsou finance, uplynulá dekáda dala vzniknout řadě fintechových řešení, jež přinesly na trh nové produkty a postupnými kroky se změnil i trh bankovní. Mezi takové patří zejména snadno obslužné mobilní bankovníctví. Elektronická komunikace s bankou, platby na internetu a zejména jejich zabezpečení nebo okamžité platby. Makroekonomické prostředí po změně tisíciletí zejména události a jejich řešení však daly vzniknout myšlence, zda trh nepotřebuje nové – svobodné, peníze. Zda dokážeme za pomoci digitálních nástrojů nechat vzniknout peníze, které budou splňovat veškeré požadavky které na peníze máme, přesto nebudou kontrolovány jedinou autoritou, či zda dokážeme vytvořit technologické řešení jenž nám dovolí zabezpečit peníze proti vnějším útokům a podvodům tak, jak to dokáží do té doby pouze peníze kontrolované autoritou.

V roce 2008 tak vzniká Bitcoin whitepaperu jenž zveřejňuje na fóru přispěvatel Satoshi Nakamoto. Jedním z důvodů, proč ke vzniku Bitcoinu došlo byla finanční krize roku 2008 jež sám Nakamoto označuje za příčinu vzniku.

Bitcoin se dostává do povědomí lidí a potenciálně portfolií skrze příběhy, příběhy investorů, kteří Bitcoin objevili brzo a zázračně na něm zbohatli. Bitcoin formuje odlišné názory, někteří lidé jej vnímají jako nové svobodné peníze, další jako prostředek boje proti státu penězi, jenž jsou nestátní, v neposlední řadě jsou zde investoři, kteří považují bitcoin jako nástroj zhodnocení svých prostředků. Bitcoin také postupně formuje nové odvětví, kryptoměny. Kryptoměny, které se specializují na jiné úkoly než Bitcoin, řada kryptoměn si dává cíle vytvořit prostředí decentralizovaných financí, algoritmizace, tokenizování (např. akcií), či decentralizované půjčky. Nezodpovězenou otázkou však zůstává budoucnost nejen Bitcoinu ale také dalších kryptoměn. Kryptoměny mohou být evolucí ve světě financí, nástrojem k odstranění prostředníků a nástrojem nové úrovně svobody a nacházíme se pouze na počátku této cesty. Obdobně také mohou být bublinou, jenž časem praskne. Bitcoin je v současnosti největší kryptoměna, dle tržní kapitalizace, není to však zárukou, že i případě kdy kryptoměny zvítězí, Bitcoin obstojí.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je zhodnotit vzájemný vztah mezi cenou bitcoinu, a objemu obchodů ke kterým při dané ceně došlo.

Dílčím cílem práce je určit krátkodobý a dlouhodobý směr trendu vývoje ceny bitcoinu. Dalším dílčím cílem je, identifikovat a zhodnotit, jak cena bitcoinu ovlivňuje obchodovaný objem. Dalším dílčím cílem je identifikovat fundamentální makroekonomické události a zhodnotit jejich vliv na cenu bitcoinu a zasadit tyto události do grafu. Posledním dílčím cílem je provést odhad obchodovaného objemu na ceně 100 000 \$ na základě modelu historických dat.

2.2 Metodika

Vlastní část práce se zaměřuje analýzu ceny bitcoinu s cílem nalézt krátkodobý a dlouhodobý trend predikce vývoje ceny a analýzu závislosti ceny na obchodovaném objemu. Pro komplexní pohled na vývoj ceny je provedena analýza v platformě TradingView, na denním zobrazení svíčkového grafu je provedena analýza historických událostí, s dopadem na cenu bitcoinu. Platforma TradingView slouží investorům či obchodníkům pro práci s grafy při obchodování aktiv. TradingView se vyznačuje zejména jednoduchostí použití a množstvím předem integrovaných indikátorů technické analýzy, jejíž rozhraní je integrováno do platforem mnoha brokerských společností. Na graf vývoje ceny jsou aplikovány principy technické analýzy, pro nalezení trendu je využit indikátor SMA s periodami 30, 100 a 200. Jedná se o jednoduchý klouzavý průměr vypočtený ze závěrné ceny svíček, perioda poté značí, za kolik svíček je průměr vypočten. Periody představují krátkodobý, střednědobý a dlouhodobý průměr. Manuální výpočet SMA dle financnik (2024).

$$SMA = \frac{(P_1 + \dots + P_n)}{n}$$

Kde:

$P_1 \dots P_n$ – Close cena týdenních svíček

n – počet dnů za které klouzavý průměr počítáme

Hodnoty klouzavého průměru i vyobrazení v grafu ceny je provedeno automaticky v platformě TradingView. Pro nalezení klíčových podpůrných a odporových zón je využit indikátor Purple levels pro obchodní platformu MT4 – ten za pomoci algoritmických výpočtů vyhledává klíčové zóny v ceně bitcoinu (purpletrading, 2023). Další klíčové zóny jsou poté uvažovány lokální extrémů – krátkodobá maxima, konsolidace, krátkodobá minima. Dané úrovně jsou poté zaneseny do platformy TradingView. Data k vyhledání silných objemových zón jsou získána z portálu WhaleZone (2023), nejsilnější objemové zóny jsou poté zakresleny v platformě TradingView. Veškeré provedené metody technické analýzy slouží k vytvoření náhledu na krátkodobý a dlouhodobý trend.

Data obchodní aktivity jsou získána z portálu CoinMarketCap (2023) za období 2017–2023. Jedná se o souhrnná data o obchodní aktivitě na týdenním časovém rámci. Z dat je vypočítán průměr otevírací a uzavírací ceny za daný týden. Na těchto datech je provedena regresní a korelační analýza. Korelační analýza určuje sílu závislosti mezi zkoumanými parametry.

Cílem regresní analýzy je vytvoření modelu dostatečnou spolehlivostí pro budoucí odhad objemu na ceně 100 000\$. Zkoumané jsou modely lineární a mocninné regrese křivky proložení dat za pomoci metody nejmenších čtverců. Vypočtené parametry regresní analýzy jsou získány funkcí analýza dat – Regrese v programu Microsoft Excel. K pokročilým statistickým testům a filtrování vlivných pozorování je využito webové rozhraní programu SAS studio.

Obecný tvar regresní přímky:

$$y = b_1 + b_2x$$

Kde:

x... Obchodovaný objem

y... Cena

b1 ... Regresní koeficient

b2 ... Regresní parametr

Regresní koeficient představuje hodnotu y pro x = 0.

Tvar mocninné regresní funkce:

$$y = b_1 \times x^{b_2}$$

Kde:

x... Obchodovaný objem

y... Cena

b₁, b₂ ... Regresní parametry

Samotné zvýšení Y při změně X je poté vyjádřena úpravou rovnice regrese na tvar:

$$\Delta y = b_1 \times \Delta x^{b_2}$$

3 Teoretická východiska

Digitální doba a rozšíření internetu mezi širokou populaci dovolila vzniku řadě nových profesí, způsobu podnikání i investování, zrychlil se oběh peněz po světě i oběh svobodných informací. Mezi výdobytky moderní doby patří zajisté i Bitcoin, jenž je produktem internetu, svobody, světa financí a má zastání u příznivců rakouské ekonomické školy. Pochopení Bitcoinu a světa kryptoměn je však potřeba se zaměřit zejména na historii monetárního světa, problematiku státních zásahů do vývoje svobodného trhu peněz, což v konečném důsledku vedlo k vydávání nekrytých peněz s nuceným oběhem. Satoshi Nakamoto vycítil po velké recesi roku 2008 potřebu vzniku svobodných peněz, ta poté vedla ke vzniku Bitcoinu, jenž stojí na základních předpokladech peněžního systému.

3.1 Peníze

Každý autor pokládá za definici peněz něco jiného, není to něco, co by bylo možné shrnout jedinou unifikovanou definicí a vždy záleží na úhlu pohledu. Společným principem zůstává snaha o ulehčení směny. Tětek (2020) vysvětluje peníze jako instituci, která vzniká ve společnosti kde dochází k dělbě práce. Výsledky práce je potřeba dělit mezi členy společenství, přičemž solidární dělení produktů se ukázalo jako neúčinné a společnost přejde k používání neutrálního řešení v podobě peněz. Významnou funkcí peněz je vyřešení přímé směny, Rothbard (2002) ji označuje jako nefunkční, protože není možné, aby se nabídka a poptávka potkala v jednom místě a čase, naopak přikládá výraznou váhu funkční nepřímé směně, tedy té, kde dochází ke směně za meziproduct až poté za produkt, který chtějí obě strany získat, podmínkou funkční směny je dle zároveň stav, kdy statek, který chceme získat je pro nás cennější než statek, který máme. V historii bylo za peníze používána řada zejména komodit: mušle, dobytek, sůl, zemědělské plodiny. Zvláštní postavení v historii vždy získávaly drahé kovy, důvodem je, že nejlépe plní funkce, které u peněz požadujeme Tětek (2020). Rothbard (2002) zdůrazňuje potřebu uvažovat nad penězi jako nad komoditou, nikoli jako nad abstraktní účetní jednotkou, která se liší od ostatních komodit tím, že je poptávána jako prostředek směny. Na historickém příkladu zlata zdůrazňuje, že zlato bylo v různých podobách využíváno k provádění transakcí (zlaté valouny, pruty) ke zjednodušení transakcí byly raženy zlaté a stříbrné mince (pro různé velikosti transakce jsou vhodné různé podoby). Zlato však bylo používáno také k výrobě šperků a jiných dekorativních předmětů, mylně

byly považované mince za „skutečnější peníze“, vyšší cena byla dána, stejně jako u šperků, oceněním vyšší náročnosti na zpracování zlata. Klíčovým parametrem však u všech podob zlata byla hmotnost a čistota.

3.1.1 Funkce peněz

Aby bylo možné aktivum považovat za peníze, musí splňovat řadu požadavků, které jsou kriticky důležité pro další rozvoj společnosti, dle Tětky (2020) jsou to:

- **Uchovatel hodnoty.** Vlastností peněz může být i pozitivní motivace, například k tomu, udržet výrobní proces v provozu. Aby bylo možné vytvořenou hodnotu uplatnit v budoucnu, je ale nutné, aby peníze udržely hodnotu do toho bodu v budoucnosti. Peníze mají zároveň vlastnost, kterou nazýváme durabilita, na rozdíl od jiných možných zakoupených statků (jídlo, oblečení) se nezkaží. Je ale důležité, aby se o udržení hodnoty postaral volný trh a nebylo s cenou manipulováno například pomocí vládních zásahů.
- **Účetní jednotka.** Peníze jsou účetní jednotkou, umožňují dělitelnost i koncentraci, a jsou nejčastějším měřítkem ekonomické hodnoty.
- **Prostředek směny,** aby bylo tuto vlastnost možné uplatnit, musí je ostatní lidé znát a přijímat, to je nutné proto, aby mohl proběhnout akt směny za služby nebo zboží. Dělitelnost a koncentrovatelnost v malém množství je klíčová vlastnost k tomu, aby bylo možné zaplatit za malé i velké množství statků. Historicky bylo možné využít dvojí podobu peněz: stříbrné mince a zlaté cihly například.

Mezi výše zmíněné základní požadavky zahrnuje Tětek (2020) ještě uniformnost a ověřitelnost: Pro zjednodušení aktu placení za statky nebo služby je potřeba aby byla hodnota peněz snadno ověřitelná a nebylo potřeba u každého nákupu zjišťovat jejich hodnotu znovu a zkoumat, jakou kupní sílu konkrétní peněz má. Toto bylo problematické zejména v historii, kdy docházelo k nákupu například směnou dobytku, jehož cenu ovlivňovalo více faktorů jako je věk nebo zdraví nebo hmotnost. Vzácné kovy tuto roli plnily uspokojivě, bylo ale nutné, aby mince razila důvěryhodná nezávislá třetí strana.

3.1.2 Historie peněz

V minulosti byla k nepřímé směně využívána řada komodit, dle Rothbarda (2002) to byl tabák, sůl, dobytek či obilí. V průběhu staletí se v konkurenci komodit prosadily jako peníze zejména vzácné kovy, jako 2 nejpoužívanější se prosadilo zlato a stříbro. Je po nich vysoká poptávka kvůli užitku na výrobu šperků, zároveň mají dostatečnou vzácnost a plní požadavky na peníze popsané výše. Stříbro je kvůli nižší vzácnosti využíváno spíše pro provádění menších transakcí, zlato se používalo k provádění transakcí větších. Zlato bylo užíváno v různých podobách zejména valouny, pruty, šperky, i mince jejichž cena byla odvozena od hmotnosti a nákladů na výrobu (ražbu).

Zlehčování mincí. Jak uvádí Tětek (2020), denár byl stříbrnou mincí používanou Římě od roku 211 př.nl. do roku 238 n.l. tedy po dobu více než 400 let. Okolo přelomu letopočtu nechal císař Augustus denár roztavit, přičemž při opětovné ražbě snížil obsah stříbra, čímž ze stejného množství kovu získal více mincí, zachována však byla nominální hodnota mince. Obchodníci si však všimli nižšího obsahu stříbra a zdražili zboží tak, aby prodejci získali stejnou hmotnost vzácného kovu. V následujících letech došlo k postupnému snižování obsahu stříbra až téměř k 0. Aureus byla naopak zlatá mince ze stejné doby, definován byl z počátku 8 gramy zlata na minci s vazbou na denár: 1 Aureus = 25 denárů. I v tomto případě došlo ke snižování obsahu zlata z původních 8 gramů postupně na 4,5 gramu, vazba na denár však později došla k poměru 1 Aureus = 250 000 denárů, jelikož denár měl v té době již téměř nulový obsah stříbra. Autoritou razící mince byl zpravidla císař (stát) jemuž tak byla poskytnuta téměř neomezená moc, pro správnou funkčnost je zapotřebí aby mince razila a verifikovala nezávislá třetí strana.

Dle Rothbarda (2002) může být zásah státu do ražby mincí omezen pouze na kontrolu kvality a obsahu vzácných kovů. Jak uvádí Hayek (1999) obsah vzácného kovu je u mincí pro obyčejné lidi těžko ověřitelný, proto bylo nutné, aby byl obsah certifikován státní autoritou. Přičemž ražba mincí by byla provedena soukromími mincovnami. Lidé by používali pouze produkty těch mincoven, jejichž produkty by jim nejvíce vyhovovaly a měly by nejlepší kvalitu. Konkurenční prostředí mezi mincovnami by zároveň zajistilo že žádná nebude mít tendenci ke zhoršování kvality či ryzosti svých mincí. Jelikož jsou peníze komodita byly by na svobodném trhu obchodovány přímo v jednotce hmotnosti, nebylo by

tak nutné je pojmenovávat např. dolar nebo frank. Zároveň by bylo možné dosáhnout snáze globální adopce, pouze zvážením mince bychom znali hodnotu 1 gram zlata.

Papírové poukázky. Rothbard (2002) uvádí, že jelikož je manipulace se zlatem, zejména u větších transakcí náročná a nepohodlná došla společnost postupně k názoru, že zlato je jednodušší a bezpečnější skladovat došlo ke vzniku peněžních depozitářů. Jednalo se o společnosti, kde mohl člověk peníze uložit, přičemž získal stvrzenku o uskladnění zlata, vlastnický nárok na vklad, pokud bylo potřeba provést transakci, zlato již nebylo potřeba přesouvat fyzicky a bylo možné pouze nákup zboží uhradit poukazem na uskladněné zlato. Každá směnka musela být vyplacena a peníze byly tedy 100% kryté zlatem. Depozitáře tedy sloužily pouze jako bezpečné úložiště pro zlato. Později došlo k rozšíření takzvaných bankovních depozit, které si můžeme představit jako dnešní běžné účty, místo papírových potvrzení tak vydá jeden člověk příkaz převést uskladněné zlato na účet jiného, takzvaný šek. Z ekonomického hlediska není mezi bankovkou a bankovním depozitem žádný rozdíl.

S papírovými poukázkami však rovněž souvisela řada problémů, jak uvádí Rothbard (2002), Bank of England (Anglická národní banka) například v roce 1797 ze strachu z války z Francií pozastavila směnu za zlato, jelikož její rezervy poklesly z 16 mil liber na pouze 1,272 mil liber. Banky z historického hlediska často riskují, jelikož často zůstávaly vklady uložené po dlouhou dobu, banky uložené vklady rozpůjčovaly formou nově vydaných bankovek, ne všechny bankovky tak byly kryté zlatem, tento systém byl funkční za předpokladu, že ne všichni klienti si o vydání zlata zažádají. Směna byla pozastavena až do roku 1821, kdy docházelo k tisku 1 a 2 bankovek, s cílem vykrýt nedostatek zlatých mincí (Bankofengland, 2023).

Tětek (2020) uvádí, že během druhé americké války o nezávislost mezi Amerikou a Velkou Británií v letech 1812 až 1815 federální vláda souhlasila s pozastavením směnitelnosti bankovek za zlato, bez nutnosti směňovat bankovky za zlato vydávaly zejména nové banky velké množství bankovek jako půjčku na válečné výdaje, což v konečném důsledku vedlo k panice roku 1819, během které došlo k rychlému snížení úvěrů a počtu bankovek v oběhu. V průběhu občanské války v USA došlo ke zrušení bimetalického systému (zlato a stříbro v pevném směnném kurzu 1:15) a tisku papírových bankovek s cílem financování války. Roku 1873 došlo k opuštění bimetalismu novým Ražebním zákonem, který již nedefinoval stříbrný dolar, od roku 1897 pokračovaly USA

pouze se zlatým standardem. Papírové směnky se tak ukázaly jako nefunkční, ačkoli předpoklady byly optimistické, a měly vést ke zjednodušení směny bez nutnosti zlato vybírat a znovu vkládat. Státní zásahy, vlivem kterých docházelo k pozastavování směny, úvěrování (zejména pro válečné účely) a vydávání bankovek nad výši vkladů bank vedly ke znehodnocování peněz a vysokým inflacím.

Jak uvádí Tětek (2020) roku 1933 vydal prezident Franklin D. Roosevelt exekutivní příkaz, jež zakazoval shromažďování zlatých mincí na území USA, občané USA tak museli odevzdat téměř veškeré zlato které vlastnili, důvodem vydání příkazu bylo, že FED (federální rezervní systém) který vznikl v roce 1913 měl stále povinnost krýt dolarové bankovky zlatem což neumožňovalo dostatečné „monetární rozvolnění“. Zároveň tím bylo zabráněno, aby došlo k RUNu na banku, jako například v Británii roku 1797 kdy se lidé z paniky dožadují směny bankovek za zlato, držet opravdové peníze (zlato) bylo zakázáno, fakticky bylo zakázáno držet zlato až do roku 1974. Postupem času docházelo ke zlehčování peněz stejně jako v antickém Římě, dolar byl uměle nadhodnocen, navíc docházelo k postupnému odlivu zlata z USA. V roce 1971 tak prezident Nixon zrušil směnitelnost za fyzické zlato i pro centrální banky, došlo tak ke zrušení tzv. zlatého standardu.

3.1.3 Svobodný trh peněz

Na výše zmíněných příkladech vidíme, že první peníze vznikly na volném trhu, dle Rothbarda (2002) není možné peníze uměle vytvořit formou státního nařízení, či přiřknutím fiktivní hodnoty komoditě nebo papírovým poukázkám. Peníze by měly být produktem volného trhu, tak aby si trh mohl vždy vybrat ty nejlepší, co do velikosti mince, nominální hodnoty či mincovny která bude mince razit, samo-regulující pravidla volného trhu zároveň zařídí, že s mincemi nebude nikdo podvádět, snižovat obsah cenných kovů či ryzost, volný trh by jej jednoduše vyřadil z konkurence a našel jinou mincovnu která roli zastane. Monopolistická moc panovníka nad správou peněz je příliš atraktivní na to, aby nebyla zneužita, což Tětek (2020) uvádí na příkladě z antického Říma.

K přirozenému zlehčování mincí v průběhu času dochází, problém může vytvořit státní regulace která nutí přijímat mince v původní nominální hodnotě, ačkoli obsah zlata již klesl z 1 gramu na 0,9 gramu, jak by jej ocenil volný trh (Rothbard, 2002). I v případě papírových poukázek došlo později ke zneužití, možnost vytisknout více bankovek, než byl

veklad banky byla příliš lákavá na to, aby bankami nebyla využita. Vlády tohoto hojně využívaly zejména na financování svých válečných výdajů, přičemž bankám bylo povoleno nesměňovat bankovky za zlato, banky tak vydávaly bankovky ikdyž směnu za zlato zaručit nemohly, došlo tak k situaci, kdy banky nedržely 100 % ale jen například 40 % rezervy. Rothbard (2002) uvádí, že toto by na volném trhu být nemohlo, banky se tímto dopustily podvodu již v době vydávání bankovek, již v té době vydávaly bankovky ikdyž směnu do zlata nemohly zaručit.

Rothbard (2002) také uvádí, že argumenty o nutnosti státního zásahu jsou nepravdivé, celkovou zásobu zlata není nutné regulovat či stanovovat dle počtu obyvatel, jelikož se jedná o komoditu, která je zároveň spotřebovávána (výroba, šperky) postará se volný trh o regulaci celkové zásoby sám. Zvyšování zlaté hotovosti v oběhu, vlivem zvýšení objemu těžby se bude měnit kupní síla jednoty zlata (unce), snižování hotovosti v oběhu, vlivem hromadění jednou osobou, se naopak bude kupní síla unce zvyšovat, volný trh se tak postará o vyrovnaní hladiny nabídky a poptávky, není tak potřeba cenu stanovovat státním zásahem.

Hayek (1999) kritizuje měnovou nestabilitu způsobenou státními zásahy, stabilizaci navrhuje zřízením globálního trhu, kde by bylo možné si pro účetnictví a smlouvy zvolit jakoukoli měnu. Banky by zároveň získaly možnost podnikat v jakékoli zemi, neboť podmínky by byly rovné ve všech zemích. Tímto návrhem by došlo ke stabilizaci v rámci již existujících měn, měna, u níž by docházelo k ředění zásoby či jiného nepoctivého chování by byla nahrazena měnou funkční. Hayek (1999) stejně jako Rothbard (2002) kritizuje státní zásahy do řízení měny, a snahu vlád skrývat znehodnocení měny, tento návrh, jenž prezentuje Hayek by ke stabilizaci napomohl, neboť by bylo možné měnu, jenž by se ukázala jako nefunkční nahradit měnou jinou, případně by měna malé země mohla být nahrazenou měnou rozšířenější. Tento systém připouští, že by mohlo dojít k rozšíření jedné, nejsilnější, měny, měna by však byla vybrána volnotrzně a stejnými mechanismy by mohla být i nahrazena. Tětek (2020) i Hayek (1999) pokládají za důležité, aby byly peníze raženy (v případě mincí) nezávislou autoritou, zároveň by mohly být mince raženy různými razírnami. Hayek (1999) však uvádí, že u papírových peněz je obava o padělání peněz, za čímž stojí mylná úvaha lidí, jenž nechápe různé peníze jako konkurenci nýbrž se obává o padělání.

3.2 Bitcoin

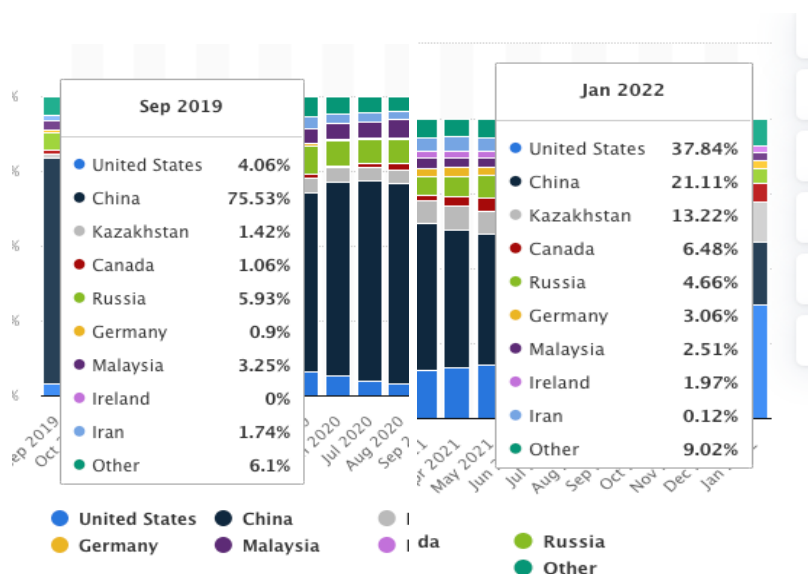
Dle webu CoinMarketCap je Bitcoin k srpnu 2023 největší kryptoměnou, jeho tržní kapitalizace dosahuje 510 miliard \$, a dominance ve srovnání s ostatními kryptoměnami činí 48,2 %, druhá největší kryptoměna Ethereum, pro porovnání, dosahuje kapitalizace 190 miliard \$.

Bitcoin byl spuštěn na počátku roku 2009 jeho spuštění předcházelo vydání whitepaperu roku 2008, ve whitepaperu Nakamoto (2008) popisuje princip funkce Bitcoinové sítě, jak fungují transakce, jakým stylem funguje proof of work algoritmus či zabezpečení sítě. Později předal Nakamoto doménu bitcoin.org pozdějšímu hlavnímu vývojáři Gavinu Andersenovi, od té doby se Nakamoto již do vývoje Bitcoinu nezapojoval (respektive ne veřejně), také prostředky, kterými disponoval z počátku těžby, zůstaly v peněženkách S. Nakomota a již s nimi nebylo manipulováno. Jak uvádí Stroukal (2021) Nakamotova neznámá identita vyvolala snahu novinářů a dalších nadšenců Nakamota objevit, ten však stále zůstává anonymní, o jeho identitě se vedly pouze spekulace, ty padly na řadu tehdejších velice inteligentních programátorů, ekonomů i kryptografů, k žádnému odhalení však nikdy nedošlo. Na samotné fórum se Nakamoto přihlásil již pouze s jedním příspěvkem, jímž vyvrátil spekulaci, že Satoshi Nakamotem by mohl být jeho jmenovec Dorian Nakamoto. Právě anonymita tvůrce dodává systému prvek rigidity.

Bitcoin je vystavěn na již v té době funkčních principech, internetu, kryptografie, P2P sítě, revoluční tak bylo spíše jejich spojení v jeden celek. Od svého spuštění dostal Bitcoin řadu vylepšení, pomocí SegWit protokolu došlo například ke zvětšení bloků ze 2 na 4 MB což vedlo k lepší škálovatelnosti prostřednictvím většího potenciálního množství provedených transakcí (Bitcoinmagazine, 2017) či implementace lightning network, jenž vedla k lepší využitelnosti pro provádění každodenních transakcí malého objemu. V Bitcoinu si v průběhu času lidé našli to, co v něm vidět chtějí, část společnosti jej považuje za podvod a pyramidové schéma, příznivci rakouské ekonomické školy v něm mohou vidět opravdu svobodné peníze. Bitcoin se rozšířil v zemích s vysokou inflací a zemích kde nejsou bankovní služby dostupné všem obyvatelům. V roce 2021 se stal oficiálním platební prostředkem v Salvadoru (Nytimes, 2021). Budoucnost Bitcoinu závisí zejména na postavení státu vůči Bitcoinu, v EU se připravuje regulace vůči kryptoměnám (Europarl, 2022) postoj Číny byl rychlejší a razantnější a Čína zavedla zákaz těžby kryptoměn již v roce

2021, v Číně té doby sídlo přibližně 70 % těžebního výkonu sítě, těžaři se poté přesunuli zejména do spojených států amerických, viz. Obrázek 1 ukazuje, pokles Čínského těžebního výkonu (Statista, 2022).

Obrázek 1: Geografické rozložení těžebního výkonu



Zdroj: (Statista, 2022)

Obrázek vlevo, podíl Číny na celkovém těžební výkonu činil více než 75 %, vliv zákazu těžby tak mohl mít silný negativní dopad na zabezpečení sítě, obrázek vpravo z ledna 2022 ukazuje, jak došlo k přerozdělení těžebního výkonu především do USA a Kazachstánu.

3.2.1 Kryptoměny

Kryptoměny nejsou pouze Bitcoin, dle webu CoinMarketCap (2023) jich existuje přes 1,8 milionu, ne všechny jsou však obchodované na burzách, největší burza Binance jich obchoduje jen 385. Dle Stroukala (2021) je motivace vzniku altcoinů (název pro kryptoměny, jež nejsou Bitcoin), různá, v některých případech se jedná o tzv „pump and dump“ obyčejné podvody jejichž účelem bylo jen vydělat peníze jejich autorům, či lidem jež zakoupili tyto altcoiny mezi prvními, cena poté vzrostla o tisíce procent a náhle spadla „na nulu“. Růst ceny byl způsoben zejména reklamou či články o jednoduchém zbohatnutí, fundamentální hodnotu však tyto altcoiny neměly žádnou. Ne u všech se však jedná o podvod. Některé altcoiny vznikly například vzájemným nesouhlasem Bitcoinové komunity a jsou tak z Bitcoinu odvozené (Litecoin), řeší například problém se škálovatelností Bitcoinu

či zdánlivě malého počtu mincí. Jiné jsou zaměřené na Defi, tedy decentralizované finance, nabízí například decentralizované půjčky (AAVE), tedy půjčky bez prostředníka, dalším využitím jsou platformy, na nichž vznikají další projekty (Ethereum, Solana, Cosmos). Odlišnosti mezi Bitcoinem a altcoiny je tak zejména ve využití, počtu mincí, způsobu uvolňování mincí, decentralizaci či anonymitě.

Vliv kryptoměn na Africké země. Ještě před vznikem kryptoměn (počínaje Bitcoinem) existoval v Africe problém s dostupností bankovních služeb, v některých částech Afriky bylo méně než 300 bankovních účtů na 1000 obyvatel, v zemích OECD to pro porovnání bylo 1450. Obyvatelé měli obtížný přístup také k hotovosti a směna tak byla uskutečňována prostřednictvím výměnného obchodu (Kalinský, 2018). Web statista (2022) předpokládá že i v roce 2022 bude mít přístup k bankovnímu účtu pouze 48 % dospělých obyvatel Afriky. Dostupnost mobilních služeb je však výrazně vyšší než u služeb bankovních, adopce kryptoměn tak mezi lety 2020 a 2021 rostla masivně, množství P2P transakcí provedených na území Afriky převyšovalo všechny ostatní regiony (Forbes, 2021). V roce 2022 se také středo Africká Republika stala druhou zemí světa, jenž přijala Bitcoin jako oficiální měnu, první byl Salvador roku 2021 (BBC, 2022).

3.2.2 Historie Bitcoinu

Jak uvádí Stroukal (2021), snaha o vytvoření soukromé měny, tedy měny bez centrální autority, se váže již k době hromadného rozšíření internetu, vzniku Bitcoinu tak předcházela řada vesměs neúspěšných projektů. Společnost DigiCash kryptografa Davida Chauma provozující měnu eCash, která slibovala anonymní transakce uvedla měnu do provozu roku 1990, společnost vyhlásila bankrot roku 1998, příčinou neúspěchu byl zřejmě nedostatek „velkých peněz“. eCash byl vytvořen na principu anonymity zejména v mikrotransakcích, na myšlenku zjednodušení mikrotransakcí později navázala společnost PayPal Elona Muska, ta však zvolila přístup klasické měny, jen v elektronické podobě. Následně se objevily další digitální měny, jejichž osud napovídá, proč se autor Bitcoinu rozhodl zůstat v anonymitě. Měna E-Gold byla digitální měna krytá skutečným zlatem, společnost, která jej vytvořila však byla skutečná, byli tak známi tvůrci i sídlo společnosti, tvůrci skončili u soudu a E-Gold skončil. Osud Liberty Dollaru byl podobný, jednalo se o měnu, jež byla kryta drahým kovem, jeho tvůrce Bernard von NotHaus skončil u soudu a

byl souzen za terorismus. O tvorbu digitálních měn se pokusily i firmy jako Mastercard a Visa, jejichž produkty záhy skončily, protože se neukázaly jako životaschopné.

Bitcoin byl spuštěn roku 2009, jak uvádí Stroukal (2021) pro jeho budoucí vývoj bylo nutné především eliminace příčin selhání předcházejících digitálních aktiv. Jeho autorem je Satoshi Nakamoto, vývojář, případně skupina vývojářů vystupující na fóru pod tímto pseudonymem. Ačkoli se veřejnost i novináři snažili Nakamota vypátrat, nikdy se nepodařilo ho spolehlivě ztotožnit, v roce 2016 se za autora bitcoinu označil podnikatel Craig Wright, nikdy k tomu však nepodal spolehlivý důkaz. Je pravděpodobné že autor není jediný člověk ale skupina osob, této teorii nasvědčuje množství znalostí z oblastí Kryptografie, ekonomie a programování, které by musela jedna osoba znát. Možné je, že ve skupině vývojářů jsou i vývojáři původních digitálních měn, kteří se poučili z neúspěchů. Nakamoto projekt opustil roku 2010 a předal další vývoj komunitě vývojářů, kteří v té době na Bitcoinu již pracovali (web bitcoin.org). Tím, že za Bitcoinem nestojí žádná společnost, jenž by jej centralizovala, jeho provoz vývoj i správa jsou decentralizované, znesnadňuje státním institucím pokus Bitcoin ovládnout či „vypnout“.

Ačkoli vliv finanční krize roku 2008 není ve whitepaperu přímo zmíněn (whitepaper řeší spíše technické fungování) kritizuje Nakamoto (2008) v úvodu současný finanční systém a zmiňuje potřebu vytvoření systému stojícího na kryptografii, a ne na důvěře. V příspěvku na fóru poté uvádí:

“Banks must be trusted to hold our money and transfer it electronically, but they lend it out in waves of credit bubbles with barely a fraction in reserve.” – Satoshi Nakamoto

V prvním vytěženém bloku „tzv. Genesis“ je rovněž uvedena zpráva „*The Times 03 / Jan / 2009 Chancellor on Brink of Second Bailout for Banks*“ (Nakamoto, 2009). Odkazující na článek o balíku finanční pomoci bankám zasaženým hospodářskou krizí.

3.2.3 Vlastnosti Bitcoinu

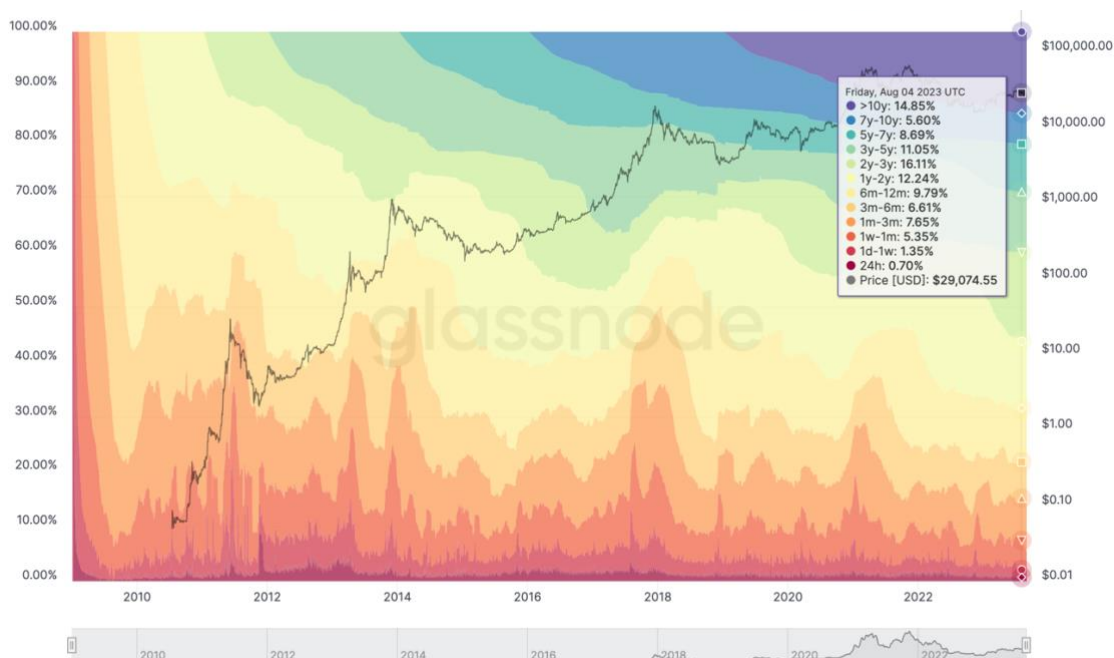
Stroukal (2021) uvádí, že jedním z důvodů selhání vzniklých digitálních měn, resp. možný problém i těch, které nakonec spuštěny nebyly, je problematika tzv. „Double spend“ neboli dvojí útraty. Jedná se o typ útoku na síť, při kterém se útočník snaží použít bitcoiny víckrát, pokud příjemce nepožaduje potvrzení transakce, může útočník použít bitcoiny vícekrát, čím větší je počet potvrzení transakce, tím méně snadno je útok proveden. Nejjednodušší prevence dvojí útraty je zavedení centrální autority, která provede kontrolu

před provedením transakce, kontrola funguje na principu dnešní kontroly v bankách, zavedení centrální autority však oslabuje síť (pro hackerský útok, či státní zásah) a vyvrací záměr vytvoření decentralizované sítě. Nakamoto problém dvojí útraty vyřešil pomocí „Blockchainu“ neboli řetězce bloků. Jedná se o digitální účetní knihu složenou z jednotlivých bloků, které obsahují detaily provedených transakcí a jsou navzájem zabezpečené tzv. heshem předchozího bloku. Jediný blok, který tzv hesh nemá, je první blok v řadě, jedná se o Genesis blok, který obsahuje 50 bitcoinů. Do blockchainu může nahlídnout jakýkoli uživatel a najít si tak detaily transakce, zároveň se kdokoli může stát ověřovatelem transakcí, není tak nutná centrální autorita, která bude transakce ověřovat.

Dělitelnost. Dělitelnost je pro peníze jedním z klíčových požadavků, aby bylo možné používat Bitcoin i pro malé transakce a zpřístupnit ho nejširší skupině lidí, je nutné, aby byl jednoduše dělitelný (31. srpna 2023 je hodnota jednoho bitcoinu 571 000 Kč, ekvivalent přibližně 400 g 24 karátového zlata: Kurzy.cz). Nejmenší jednotka Bitcoinu je nazvána po jeho autorovi Satoshi a představuje 10^{-8} bitcoinu. Bitcoin je tak velmi jednoduše dělitelný (Stroukal, 2021). Jeden z mýtů o Bitcoinu říká, že je jsou bitcoiny kryty elektrickou energií, či matematikou, což jim dodává jejich hodnotu, to však není pravda, je mylné si myslet, že pokud půjde hodnota bitcoinu na nulu, zůstane nám matematika nebo elektrická energie, bitcoiny nejsou kryté ničím (Stroukal, 2021).

Na čem je tedy založena hodnota bitcoinu? Dle Stroukala (2021) je dána **vzácností**, pokud má být hodnota dlouhodobě větší než nula, je potřeba aby to bylo vzácné. Na rozdíl od současných peněz, které také nejsou ničím kryté, jejichž zásoba není omezena, se Satoshi Nakamoto inspiroval u zlata a zafixoval konečný počet bitcoinů na počtu 21 milionů mincí. Konečný počet je podpořen faktem, že část bitcoinů z počátku těžby je stále v peněženkách Satoshi Nakamota a nepohnula se více než 10 let. Zároveň u bitcoinů, u kterých nedošlo k pohybu v době delší než 5 let, je pravděpodobné, že došlo u jejich majitelů ke ztrátě privátních klíčů a bitcoiny se již do sítě nevrátí, považujeme je za ztracené (Tětek, 2020). V září 2023 je 15 % vytěžených bitcoinů držených v peněženkách více než 10 let, jak je vidět na obrázku 2 (Unchained, 2023). Ztracené bitcoiny, jejichž návrat do sítě není možný, zvyšují vzácnost, snižováním počtu dostupných mincí v oběhu.

Obrázek 2: Hodl Waves



Zdroj: (Unchained, 2023)

Délka držení a procentuální podíl bitcoinů držných v peněženkách v závislosti na ceně bitcoinu. Je však nutné podotknout, že práce je psána v roce 2023, 10 let uložené bitcoiny odpovídají roku 2013 kdy došlo (vlivem nových cenových maxim) k medializaci Bitcoinu a panovala řada zavádějících či neúplných informací.

Přenositelnost. Tradiční peníze na bázi drahých kovů se problematikou přenositelnosti potýkaly dlouhou dobu, zjednodušení přišlo s možností vydávání papírových poukázek. Jak uvádí Kalinský (2018) jelikož je bitcoin pouze digitální informace, podařilo se mu přenositelnost dále zjednodušit. Bitcoin je možné uchovávat v hardwarových peněženkách, softwarových peněženkách či na papíře, obecným principem funkce peněženek je uchovávání privátních klíčů, které slouží k potvrzení vlastnictví bitcoinů. Bitcoin je možné posílat celosvětově, k provedení platby je zapotřebí pouze adresa příjemce a přístup k internetu, absence centrální autority však neumožňuje platbu upravovat či stornovat (Stroukal, 2021). Jedna z prvních transakcí se uskutečnila již v rok uvedení, internetové tržiště newlibertystandard.com provedlo transakci 5050 bitcoinů za 5,02 USD, jednalo se o první transakci směnou v dolarech. V květnu 2010 došlo k nejvýznamnější

transakci při které bylo směněno 10 000 bitcoinů za 2 pizzy v hodnotě 25 \$, transakce výrazně pomohla mediální pozornosti směřované na Bitcoin, Bitcoin se tak ukázal jako funkční **prostředek směny** (Ammous, 2021). Přístup k bitcoinu má stejné požadavky, pokud vlastníme privátní klíče, případně známe obnovovací frázi k peněžence můžeme k němu přistoupit odkudkoli. Poplatky za provedení platby zároveň stanovuje ten, kdo transakci zadává, pokud zvolí příliš nízký poplatek, riskuje že k provedení platby dojde za dlouhou dobu, případně nikdy, vyšší poplatek znamená rychlejší zařazení transakce do bloku (Stroukal, 2021).

3.2.4 Princip funkce

Bitcoin funguje na principu P2P (peer to peer), nemá tedy žádnou centrální autoritu a jednotliví uživatelé spolu komunikují napřímo bez prostředníka a jsou si rovnocenní. Zpracování transakcí i těžba jsou prováděny kolektivně, uzly i těžaři se vzájemně kontrolují, nikdo tak nemá možnost např. zdvojit transakci, jak tomu bylo u předchůdců Bitcoinu, kteří narazili na problematiku dvojí útraty. Se zvyšujícím se počtem uživatelů roste zabezpečením sítě i přenosová rychlost (Pritzker, 2021). Absence centrální autority zvyšuje zabezpečení sítě proti hackerskému útoku, který již není možné cílit do jediného bodu (centrální autority) ale je nutné mířit na jednotlivé uzly sítě, které mohou rozšířit infikovaný SW po síti (Hitechwhizz, 2020).

Kód Bitcoinového protokolu (tzv. Bitcoin Core) je tzv. **Open source**, jak uvádí Bouška (2023) každý si ho může stáhnout, přečíst, hledat v něm chyby, podílet se na dalším vývoji. Vylepšení jsou implementována na základě tzv. většinového souhlasu, zápisem souhlasu do bloku vyjádří těžař souhlas s vylepšením. Software tak nestojí pouze na důvěře k jeho tvůrci. Open source kód ale také znamená, že kdokoli může v síti hledat slabiny, ne s cílem je opravit a vylepšit síť, ale s cílem využít tuto slabinu pro případný útok na síť.

Blockchain. Blockchain je unikátní technické řešení, jehož implementace umožnilo zamezit problému dvojí útraty, ve světě technologií je často blockchain označován za revoluci. Blockchain není ani tak novou technologií, spíše jde o způsob, jak je využít, jedná se o spojení internetu, kryptografie a přenosových protokolů. Pomocí blockchainu se Satoshi Nakamotovi podařilo vyřešit problém byzantských generálů, u kterého se řada odborníků domývala, že pravděpodobně žádné řešení nemá. Blockchain umožňuje uživatelům (těžařům, ověřovatelům) kteří se vzájemně ani neznají, pracovat společně na zabezpečení

sítě, zároveň zabraňuje podvádění v rámci sítě, každý uživatel dává něco do zástavy (el. Energii) s cílem zabezpečit transakci a vytěžit blok (Alza, 2019). Sám blockchain pak funguje jako veřejná databáze bloků, které jsou složeny z transakcí, bloky jsou spojeny pomocí hashe předchozího bloku, jenž je začátkem bloku nového. Čistý blockchain může kdokoli, zapisovat jen na základě shody účastníků, ta vzniká prostřednictvím finančně motivovaných účastníků. Tím je zaručena funkčnost sítě bez centrální autority, vzájemný dohled jednotlivých účastníků a vsazená el. Energie, která by byla, v případě pokusu o podvod spálena. Mezi výhody blockchainu patří stabilita, je v provozu nonstop, není možné ho vymazat, dokud bude v síti alespoň jeden node, na kterém budou data uložena, data jsou zároveň nepřešatelná, pokud bychom chtěli přepsat informace obsažené v jakémkoli bloku, bylo by potřeba přepsat všechny následující bloky (Stroukal, 2021).

Těžba. Těžba je proces zabezpečování Bitcoinové sítě pomocí spotřeby elektrické energie a výpočetního výkonu, jedná se o analogii k těžbě zlata (bitcoin, 2023). Proces těžby je velice náročný, těžař se snaží uzavřít blok, princip uzavření bloku je uhodnutí nonce, na které je následně aplikována hashovací funkce (SHA - 256), z čehož se poté stane hash daného bloku, hash musí být menší, než je cílové číslo. Požadavek na hash je dán určitým počtem nul, které musí těžař uhodnout. Blok je před zařazením do blockchainu otestován ostatními účastníky, vítězný těžař oznamuje ostatním účastníkům, jak k výsledku dospěl, tedy jakou nonce použil, ostatní účastníci tak snadno dokáží odhalit, zdali podváděl (nevyjde jim stejný hash) či jestli je výsledek správný. Vždy po vytěžení 2016 bloků dochází v síti k regulaci obtížnosti těžby, pokud je průměrná doba vytěžení bloku za uplynulé dva týdny (cca doba za kterou se vytěží 2016 bloků) větší než 10 minut, dojde ke zjednodušení těžby (cílové číslo se zvýší a zvětší se interval platných hashů), obdobně k tomu dochází i obráceně, tedy pokud je doba kratší než 10 minut, dojde ke zvýšení požadavků na těžbu (zúžení intervalu platných hashů) (Pritzke, 2019). Odměna těžaře má 2 složky, za uzavření bloku dostane nově vytěžené bitcoiny, a poplatky jež uživatelé zadali za provedení transakce, odtud motivace zařazovat do bloku transakce, s největšími poplatky za převod. Nově vytěžené bitcoiny, resp. první složka odměny těžaře jsou uvolňovány pomocí algoritmu jejich počet je dopředu stanoven, každé přibližně 4 roky dochází k **Halvingu** (půlení) a odměna v podobě nově vytěžených bitcoinů se krátí na polovinu, tím dochází ke zvyšování vzácnosti (Alza, 2022). Odměna těžaře v podobě nově vytěžených bitcoinů dnes činí 6,25 bitcoinu, následující halving proběhne pravděpodobně 26. dubna 2024 a odměna těžaře

poklesne na 3,125 bitcoinu, halving nastává vždy po vytěžení 210 000 bloků od halvingu předchozího (Blockchair, 2023). Emitace nových bitcoinů se zastaví v roce 2140, v té době bude vytěženo všech 21 milionů bitcoinů, většina však bude vytěžena již v roce 2033, těžba však z principu funkce sítě nemůže přestat, jelikož by se zhroutilo i zabezpečení sítě, těžaři tak budou závislí zejména na poplatcích za provedené transakce (Stroukal, 2021). Předvídatelný halving a pevně stanovené odměny za vytěžení bloku mají za cíl, aby zásoba bitcoinů nerostla do nekonečna a nemohla čelit nepředvídatelné inflaci, po halvingu, který proběhne v průběhu roku 2024 se inflace v bitcoinů sníží na 0,8 % (Pritzke, 2019).

Proof Of Work. (Důkaz o vykonané práci). Jedná se o protokol, pomocí kterého dochází k zabezpečování bloků, přičemž je zabezpečení provedeno pomocí vynaložené práce (odtud work), těžař tak dává do vsázky výpočetní výkon (spálenou el. Energií). Alternativní způsob využívá například kryptoměna Ethereum která přešla na proof of stake, ten kdo chce transakce zabezpečovat a mít tak šanci na získání nových mincí, dává do zástavy místo elektrické energie mince. Není tak zvýhodněn ten, kdo má výkonnější hardware ale ten, kdo drží více mincí (Stroukal, 2021).

Lightning network. Právě blockchain a obecně zpracování transakcí jsou jedním z důvodů proč se Bitcoin pro běžné mikrotransakce nehodí. S rostoucí cenou předpokládáme rostoucí cenu poplatků v síti, což znevýhodňuje uživatele, kteří by jej chtěli používat na každodenní transakce, nový blok je vytěžen každých 10 minut a těžaři preferují transakce s většími poplatky před těmi menšími. U malých transakcí by tak mohla nastat situace kdy poplatek přesáhne velikost transakce, to se uživateli nevyplatí. Alternativou může být nižší poplatek výměnou za delší čekání na zpracování transakce, ani to se však pro platby například v obchodě nevyplatí. Bitcoinová síť zvládne provést 10 transakcí za vteřinu, zprostředkovatel plateb Mastercard zvládne za stejné období 5000 transakcí.

Zvětšení bloku by vedlo ke zvětšení velikosti blockchainu, tedy i náročnosti na provozování uzlu (ověřovatel transakce) a předpokládáme že by došlo k odpojení části uživatelů, kteří provozují ověřovací uzel na slabším HW. Pokles počtu uzlů by tím vedl ke snížení bezpečnosti sítě. Zrychlení těžby bloků se také nejeví jako optimální řešení, zejména kvůli náročnosti na HW, rychlosti distribuce vytěžených bloků (tedy aby vždy těžaři pracovali na aktuálním bloku) výrazně by se také urychlila inflace nových bitcoinů a došlo by ke znehodnocení těch již vytěžených. Výše zmíněná neoptimální řešení tak vedla ke vzniku lightning network.

Principem funkce lightning network je vytvoření platebního kanálu mezi dvěma osobami, vytvoření kanálu je obyčejná on chain transakce, za kterou musím zaplatit poplatek síti, bitcoiny (resp spíše satoshi) které jsem nahrál do kanálu pak mohu disponovat a stav kanálu se již nezapisuje do blockchainu, provádím tak okamžité platby s žádnými poplatky, po uzavření kanálu se provede transakce opět se zápisem do blockchainu, bez ohledu na to, kolik transakcí bylo v kanálu provedeno. Bezpečnost je zaručena tak, že pro uzavření kanálu jsou potřeba podpisy privátními klíči oběma účastníky. Pro provedení jednorázové platby se však nevyplatí vytvářet kanál kvůli jedné transakci, síť však umí platbu odeslat pomocí prostřední co nejkratší cestou. Příkladem lightning peněženky je třeba Wallet of Satoshi. Cílem Lightning network je větší adopce bitcoinu mezi širokou společností a možnost využívat bitcoin i pro každodenní mikrotransakce (Novák, 2023).

3.2.5 Potenciální rizika u Bitcoinu

Anonymita. Díky technologii blockchainu je Bitcoin pseudoanonymní, jakkoli bývá označován za anonymní kryptoměnu, je toto označení nepravdivé, veřejný náhled do blockchainu nám dovoluje vidět veškeré transakce které jsou v něm obsažené – množství odeslaných bitcoinů, veřejnou adresu odesílatele i příjemce. Pokud pro provedení transakce použijeme alternativní službu jako například PayPal, je převod mezi dvěma uživateli více anonymní než v případě bitcoinu, podrobností o transakci je více, zná je však pouze centrální autorita, která transakci zpracovává. V případě Bitcoinu, jsou tyto údaje zapsané v blockchainu a jsou viditelné komukoli, stejně tak jsou uchované na trvalo. Pokud uživatel používá pro provádění transakcí stále stejnou veřejnou adresu, je možné začít adresy postupně spojovat, například jsme na adresu odesílali z centralizované směnárny, tzv. CEX, takové směnárny jsou například Binance, Coinbase a jiné, museli jsme přistoupit na podmínky KYC (know your customer), poskytli jsme údaje o naší identitě (jméno, bydliště, telefonní číslo) to jsou údaje které je v případě potřeby možno spojit s veřejnou adresou a sledovat kam se prostředky dále přesunou. Nesmíme také zapomenout na digitální otisk, směnárna tak bude vědět z jaké IP adresy jsme přistoupili, z jakého místa a podobně. Toto jsou vlastnosti, díky kterým je bitcoin pouze pseudoanonymní (Bouška, 2023). Zkušený uživatel dokáže tyto negativa odstínit, nakoupí bitcoin na decentralizované směnárně, tzv. DEX (například Apex Pro, DyDx apod.) případně na směnárně která KYC nevyžaduje (například česká směnárna Anycoin), připojí se přes VPN, zašle prostředky na novou

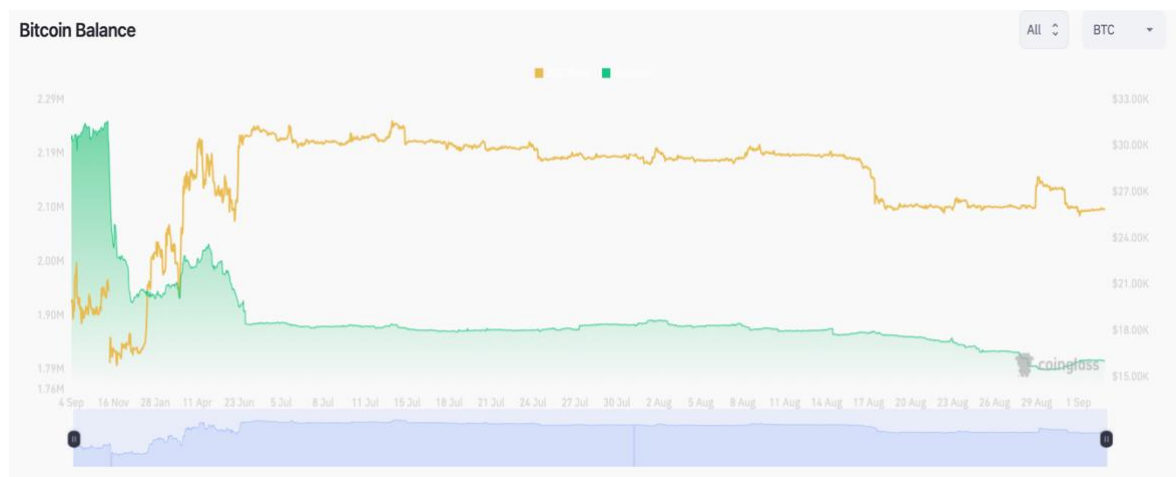
veřejnou adresu, případně peněženku ihned po použití smaže, toto je ale přístup, který nebude většina uživatelů vyhledávat. Dle webu coinglass (2023) je drženo 1,8 milionu bitcoinů prostřednictvím směnárny, investiční fond GrayScale (jenž žádá SEC o převod bitcoin prostředků na spot – ETF) drží ve správě 623 000 bitcoinů, uživatelé, kteří investovali touto formou tak nevlastní ani privátní klíče ke svým bitcoinům, je tak mylné se domývat že tito uživatelé budou využívat způsoby anonymizace v Bitcoinové síti. Nedostatečná anonymita bitcoinu vedla ke vniku Monera (dříve BitMonero), kryptoměny, jenž má s Bitcoinem řadu společného, blockchain, Proof of work algoritmus je však kompletně anonymní (Alza, 2022).

„Not your keys, not your coins“. Tato, mezi bitcoin komunitou, oblíbená fráze je pro fungování v Bitcoinové síti klíčová, odkazuje totiž na vlastnictví privátních klíčů, které jsou jediným důkazem vlastnictví bitcoinů. Absence centrální autority, u které by byly prostředky spravovány či ke které by možné se odvolat třeba v případě špatně zadané transakce, na neexistující adresu, či v případě ztráty bezpečnostní fráze ke své peněžence (Ledger, 2023). Mnozí uživatelé však nechtějí toto riziko vlastní správy podstupovat a klíče nedrží ve svých peněženkách, HW nebo SW v tomto případě v zásadě nehraje roli. 9,2 % bitcoinů (1,8 milionu), které jsou v oběhu je tak drženo na burzách, uživatelé si však neuvědomují riziko, jakému tím podstupují, případně svěřují správu klíčů třetí osobě (Coinglass, 2023).

Svěření bitcoinů do správy burzy sebou přináší rizika stejná jako centralizace, jedná se o centralizaci skladování privátních klíčů, na burzy je však možné vést jednoduchý útok jak ze strany hackerů, tak ze strany státu, kterému jejich počínání může přijít v rozporu se zákonem, či se burza může sama dopustit podvodu (jako tomu bylo v případě bank v historii) a může se pokusit s bitcoiny například spekulovat či jinak rizikově nakládat. Burza může také zkrachovat jako tomu bylo v historii mnohokrát, naposledy je znám případ krachu burzy FTX (Listopad 2022), jenž se dopouštěla právě podvodného jednání a svěřené prostředky využívala ke spekulacím prostřednictvím dceřiné společnosti Alameda research (Nytimes, 2022). Dle webu coinmarketcap (2023) jsou největší burzy Binance, Coinbase, Kraken, KuCoin, Bybit. Největší burzy, z důvodu předcházení problému se zákonem, fungují na principu KYC „Know your customer“ burzy tedy po svých uživatelích vyžadují ověření identity, a vlastní osobní data uživatelů, včetně dokladu totožnosti i adresu peněženky kam uživatel bitcoiny posílá (Finex, 2021). Burzy tak představují velké riziko v případě, že by se

vláda rozhodla provést fiskaci bitcoinů (obdobu výkonného nařízení 6102 kterým Franklin D. Roosevelt zakázal vlastnictví zlata pro běžné občany) nejen že je na burzách drženo přibližně 1,8 milionu bitcoinů, obrázek 3 zároveň ukazuje že nižší cena bitcoinu měla vliv na počet bitcoinů držných burzami, burzy drží zároveň informace o svých klientech, pomocí blockchainu již poté není složité vysledovat, kam většina bitcoinů zamířila (Tětek, 2019). Takovýto státní zásah by pravděpodobně vedl k tomu, že zbytek bitcoinů, který by zabaven nebyl, by měl pravděpodobně hodnotu velice nízkou či úplně nulovou, extrémně by se zbývajícím bitcoinům zvýšila vzácnost, ale vzácnost sama o ceně nerozhoduje, ta je výsledkem nabídky a poptávky, pokud však nebude poptávka (obchodníci jej nebudou přijímat, nebude jej kde prodat, lidé jej nebudou chtít vlastnit) cena v důsledku toho rázem spadne. Vládní zásah tedy nedopadne na Bitcoin jakožto síť, ale zaměří se na uživatele, podniky, které jej přijímají (pokud bude s přijímáním bitcoinu spojeno další dodatečné zdanění, nebudou jej prodejci chtít přijímat) další regulace může zasáhnout napřímo směnárny (Stroukal, 2021).

Obrázek 3: Počet bitcoinů držných na burzách



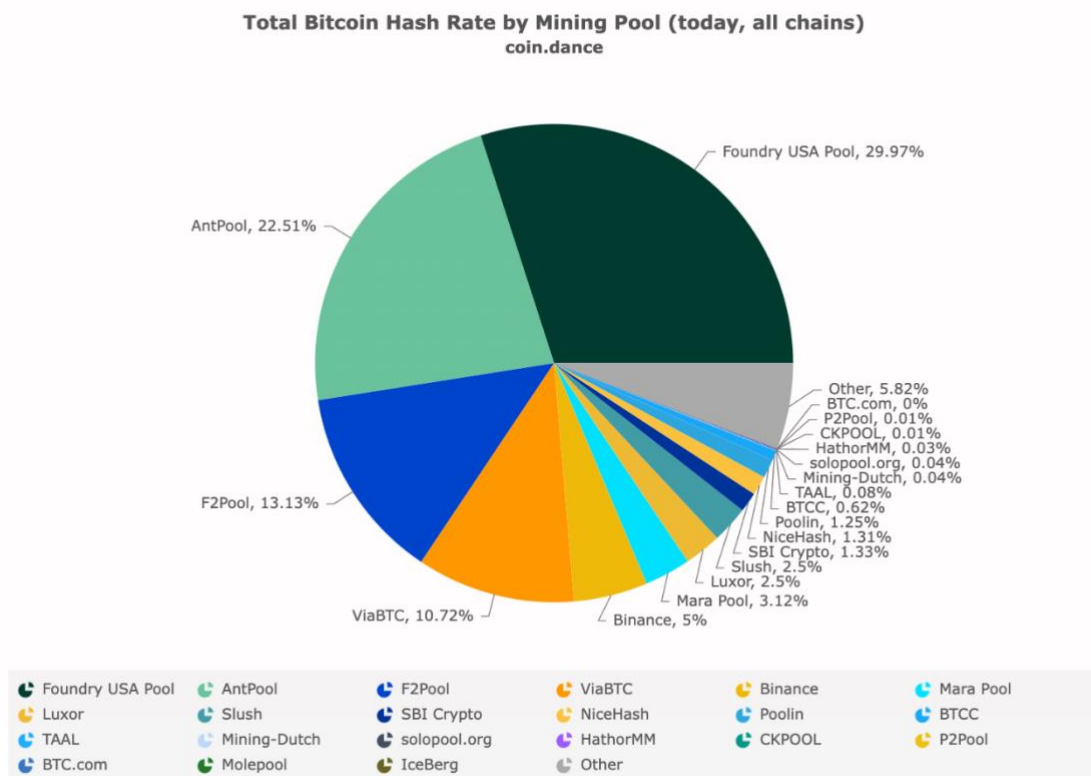
Zdroj: (Coinglass, 2023)

Vývoj počtu bitcoinů držných na burzách (zelený graf), cena bitcoinu (žlutý graf).

Centralizace těžby. Jak již bylo popsáno, těžba bitcoinů je velice náročná a vítězí zpravidla ten kdo má větší výpočetní výkon, z jednoduchého důvodu, větší počet procesních jader (Procesor počítače / Grafická karta či specializovaný ASIC miner) znamená, že

dokážeme spustit více procesů v jeden okamžik a hádat tak více nonce najednou. Zvýšení šance uhodnutí nonce je možné zvýšením výpočetního výkonu, to je však nákladné a energeticky náročné. V roce 2010 tak vznikají první těžařské pooly, jedním z prvních byl „Slush Pool“ který založil Čech, Marek Palatinus (Kalinský, 2018). Pool má obvykle koordinátora, který řídí, aby těžaři zkoušeli různé nonce, poté má na starost rozdělování odměn. Jedná se o spojení více těžařů, kteří by sami neměli šanci (nebo velmi nízkou) blok vytěžit, což by vedlo pouze ke spálení velkého množství energie, možností pro těžaře tak je přidat se k dalším těžařům do poolu, zde budou těžit koordinovaně, účast v poolu tak vede k nižšímu jednorázovému výdělku ale spíše k pravidelnému (Stroukal, 2021). Odměna pro pool je poté distribuována těžařům dle dodaného výpočetního výkonu, některé pooly požadují poplatek za účast, náklady na el. energii nese každý těžař sám a je poté jeho rozhodnutí, jestli se mu vyplatí v poolu těžit, či přejít ke konkurenčnímu poolu (Stroukal, 2021).

Obrázek 4: Podíl poolů na těžebním výkonu



Zdroj: (Binance, 2023)

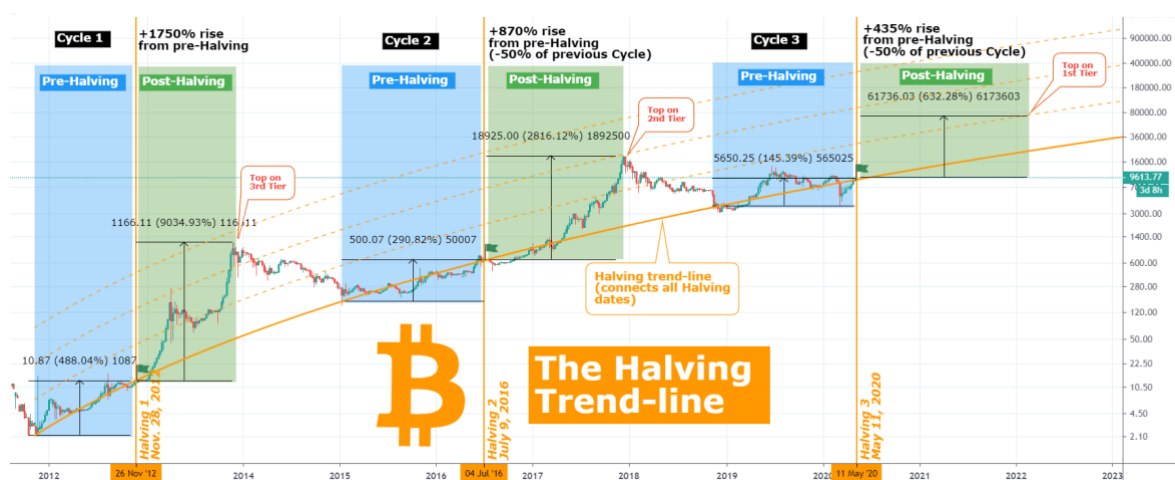
Podíl jednotlivých těžebních poolů na celkovém hashratu sítě, zmíněný Slush pool má dnes již jen 2,5% podíl na hashratu, rozložení poolů se v průběhu času mění, jak těžaři mezi pooly přechází.

51 % Útoky. Pokud těžař, respektive spíše těžební pool, získá 51 % těžebního výkonu, může zapisování do účetní knihy ovládnout, může vytvořit delší řetězec bloků a ostatní těžaři jej budou muset přijmout. Pritzke (2019) používá pro zjednodušení příklad kdy dojde k ovládnutí 66 % těžebního výkonu, čímž poskytujeme důkaz o dvojnásobné vyložené práci, můžeme tak například rozesílat prázdné bloky při přemazávaní již provedené transakce, pokusit se tím pádem o dvojnásobnou útratu. Neumožňuje však rychlejší těžbu, bloky by byly i přes předložení důkazu zamítnuty. 51 % útok tak označuje spíše jako „drobnou nepříjemnost“ než legitimní obavu že by k němu mohlo dojít, síť by však byla enormně poškozena reputace což by výrazně srazilo cenu bitcoinu, která by se již nemusela vrátit na původní hodnoty, že by došlo k pokusu ovládnout síť prostřednictvím těžebních poolů je tedy nepravděpodobné, jednalo by se spíše o útok s cílem síť zničit. Ačkoli byl 51 % útok dříve proveden na řadu kryptoměn, u Bitcoinu by byl velice nákladný, jak na těžební výkon, tak na spotřebu el. Energie. Dle webu crypto51.app který počítá kolik by stál 51 % útok na různé kryptoměny, by hodinový 51% útok na bitcoin stál přibližně 1,2 milionu dolarů, roční provoz (při nezměněném hashratu) 10,1 miliardy USD (pro porovnání rozpočet USA na obranu na rok 2023 je 858 miliardy dolarů) pokud by se tedy stát jako USA rozhodl Bitcoinovou síť ovládnout, stačilo by na to méně než 2 % rozpočtu na obranu (Seznam, 2022).

Security budget problem. Bouška (2023) uvádí že s klesající cenou bitcoinu dojde k odpojování části těžařů, kteří se musí relokovat či hledat nové zdroje energie kde se jim těžba finančně vyplatí. Uvádí však, že vyšší odměny těch, kdo v těžbě zůstanou, motivují pokračovat v těžbě i ostatní těžaře. Problém rozpočtu na zabezpečení bitcoinu je však komplexnější, jak bylo uvedeno výše, odměna těžaře za těžbu má 2 složky: odměna za vytěžené bloky a odměna z provedených transakčních poplatků. V září 2023 je cena bitcoinu 25 694 a počet bitcoinů za vytěžený blok 6,25. Průměrný součet všech poplatků za den je 586 000 USD (Blockchain, 2023). Jednoduchým výpočtem zjistíme že z odměny těžaře jsou poplatky pouze 2,5% celkové odměny. Odměny za vytěžené bloky se však každé roky krátí na polovinu, čímž by (při nezměněné ceně) výrazně klesala odměna těžařů, kteří by již

neměli motivaci v těžbě pokračovat, jejich odpojení by snížilo zabezpečení sítě, která by se mohla stát náchylnější na 51 % útok. Bitcoinová síť je tedy závislá na růstu ceny. Pokud emitované množství bitcoinu klesne na polovinu a cena zůstane stejná, je nutné, aby se výrazně zvedly poplatky uživatelů, druhou možností je že halving má vliv na cenu bitcoinu, obrázek 5, čímž se zvedne i cena poplatků, odměna těžařů tak zůstane stejná (či se zvýší) což motivuje těžaře zůstat v procesu těžby (Medium, 2018).

Obrázek 5: Vnitřní cykly Bitcoinu a jejich vliv na cenu



Zdroj: (Tradingview, 2020)

Graf znázorňující vliv halvingu na cenu bitcoinu, oranžová křivka je spojující křivkou uplynulých 3 halvingů, modré zóny znázorňují nárůst ceny v před-halvingové fázi trhu, zelené zóny poté růst ceny ve fázi po halvingu. Fáze mezi po a před halvingovou fází se poté vyznačuje korekcí ceny.

3.2.6 Kde získat a uchovávat Bitcoin

Způsobu nákupu kryptoměn je velké množství možností záleží zejména na osobních preferencích potenciálních investorů, jak moc preferují svoje soukromí, jaké mají zkušenosti, či jaké poplatky jsou ochotni zaplatit.

Mezi nejběžnější možností celosvětově patří Burzy či směnárny. Mezi směnárny patří například český AnyCoin či Simplecoin. Obě směnárny nabízí možnost nákupu bez tzv. KYC, tedy bez ověření identity v případě takového nákupu je potřeba počítat s vyšším spreadem (rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou), nákup bez KYC je pak zákonem omezen na 1000 EUR či 25 000 Kč. Zároveň nabízí možnost ověření uživatele provést, což nabízí

uživatelé vést si u směnární účet, zadávat nákupní a prodejní objednávky či si zakoupené bitcoiny nechat na účtu pod správou směnární. Jejich nabídka kryptoměn je ale nižší než v případě burz (Bouška, 2023).

Centralizované burzy vyžadují KYC vždy, mezi takové patří například Coinbase, Binance či Bybit. Nabízejí však pro uživatele nižší poplatky, velké množství kryptoměn k investování, možnosti půjčování kryptoměn, či možnosti nákupu na páku a dalších nástrojů tradingu včetně pokročilých možností zadávání objednávek. Disponují také vyšší likviditou, jsou tedy schopni uspokojovat i větší objednávky než směnární. Mají uživatelsky jednoduché rozhraní, vedle webového i mobilní aplikaci, nabízejí nahrání peněz pomocí účtu či platební karty ne všechny však nabízí obchodování v Českých korunách a vyžadují směnu do Eura či dolaru, což vede k dodatečným poplatkům. Burzy i směnární sebou přirozeně nesou nevýhody, pro uživatele to může být správa jeho citlivých údajů dále pak možnost, že se stanou cílem hackerského útoku, či zásah státu (finančního úřadu) proti burzám a směnárnám jako společnostem. I přes tyto nevýhody se jedná o pravděpodobně nejlepší možnost pro širší populaci, je však nutné nenechávat svoje prostředky na burzách či směnárnách, ale ihned po provedení transakce odesílat bitcoiny (i jiné kryptoměny) do peněženky (Bouška, 2023).

Mezi další možnosti patří například Bitcoinmat, jedná se o síť bitcoinových automatů, ty se nacházejí často v obchodních centrech či jiných vytížených místech. Ty zpravidla nevyžadují žádnou autorizaci, nabízejí nákup přímo přes platební kartu či hotovost. Jejich nevýhoda spočívá nejčastěji ve vyšších poplatcích. Jsou však uživatelsky velice jednoduché a nabízejí možnost směny za české koruny.

Další možností je příjem za zaměstnání či podnikání, již dnes existují zaměstnavatelé, kteří nabízí zaměstnancům vyplácení v bitcoinu (Anycoin), rovněž podnikatel se může rozhodnout přijímat za svoje zboží či služby bitcoin (např. kavárna Paralelní polis) (Bouška, 2023).

Jak bylo uvedeno výše, bitcoiny není vhodné ponechávat na směnárnách či burzách ale je potřeba je držet v tzv. non – custodial peněženkách (tedy těch, kde má uživatel správu nad privátními klíči). Peněženky se dělí na dva druhy: softwarové (hot wallet) a hardwarové (cold wallet), hardware peněženky nabízí vyšší míru zabezpečení než ty SW, privátní klíče jsou uloženy v samotném HW zařízení, jež nikdy neopouští, nemůže se tak stát, že virem infikovaný počítač dovolí peněženku „vykrást“. Transakce jsou podepisovány fyzickými

tlačítka na peněženke, pokud je peněženka odpojena od počítače, není možné podepsat transakci, zároveň není možné podepsat transakci bez vědomí uživatele. Významnými výrobci jsou zejména Trezor a Ledger. Mezi nevýhody patří nutnost, mít peněženku připojenou k počítači či telefonu pro provedení transakce, uživatel tak nemůže provést rychlou transakci a peněženka se hodí spíše jako bezpečné dlouhodobé úložiště. Softwarové peněženky mají podobu aplikace, pro počítače či telefony. Při výběru peněženky je třeba obezřetnost, i mezi peněženkami existují podvody, před výběrem je tedy nutný průzkum trhu. Napovědět může zejména čas, jak dlouho je peněženka na trhu, či recenze. Za některými peněženkami stojí samotné burzy, burza Coinbase nabízí peněženku Coinbase wallet, Binance pak například Trust Wallet. Mezi další bezpečné možnosti patří například Coinomi, Exodus či Elektrum. Liší se zejména dalšími nabízenými funkcemi jako Lightning network, či podporou více kryptoměn (Bouška, 2023).

Seed je bezpečnostní fráze sestávající se z 12 nebo 24 náhodných anglických slov, sloužících pro obnovení peněženky v případě, že by uživatel k peněženke ztratil přístup. Je nutno ho bezpečně uchovat, pokud uživatel ztratí přístup k peněženke i seedu, prostředky jsou nevratně ztraceny. Pokud se seed dostane k třetí osobě, může ho zneužít k obnovení peněženky, čímž získá přístup k privátním klíčům, pomocí nichž může prostředky z peněženky ukrást. Seed se proto nedoporučuje uchovávat v digitální podobě (Bouška, 2023).

3.2.7 Investice

Bouška (2023) varuje před situací, kdy nováčci v kryptoměnách jednorázově nakoupí, často pod vlivem FOMO efektu. Fear of missing out označuje situaci, kdy si investor, pod vlivem rostoucí ceny, vsugeruje dojem že mu „ujíždí vlak“ a pokusí se do investice nastoupit, často na lokálním cenovém maximu. K financování nákupu využijí například i stavební spoření, cena pak může po výraznějším růstu vstoupit do korekce a investice se jim propadne řádově i o desítky procent. Vliv propadu může mírnit dlouhodobý horizont, tedy pokud je investor čekat měsíce / roky na návrat ceny na nákupní úroveň či pokračování do zisku. Před jednorázovým nákupem doporučuje, zejména novým investorům, využít metodu DCA (Dollar – Cost – Averaging) tedy metodu postupných nákupů s postupným průměrováním nákupní ceny, při vhodně zvoleném investičním horizontem (5–10 let) tak má investor téměř jistotu, že nevynechá nákup lokálních minim i lokálních maxim. Nákupy mají probíhat

v pravidelném časovém intervalu za stejnou částku. Při větším propadu tak investor nakupuje „větší část“ psychologicky tak propad nemusí působit paniku. Směnárna Anycoin nabízí automatizovaný systém, který se o metodu DCA stará algoritmicky, uživatel tak musí jen držet dostatečné množství prostředků na účtu. Porovnání obou metod výrazně favorizuje metodu jednorázového nákupu investor by touto metodou dosáhl zhodnocení 302 % (blockchain.info) zatímco metodou DCA by dosáhl zhodnocení „pouze“ 121 % (Stosuj.cz). Pokročilí uživatelé mohou využít metodu BTD (buy the dip) jenž je nadstavbou metody DCA, metoda spočívá ve zvýšení objemu nákupů, pokud se cena aktiva propadne o uživatelem stanovou procentuální hodnotu, pokud se tedy cena propadne o 30 % spustí se algoritmus který bude provádět nákupy se zvýšeným objemem, pokud se cena dále propadne zvýší se znovu objem nákupů. Tato metoda klade za cíl nakoupit aktivum za sníženou cenu v co nejvyšším množství, smyslem je tedy provést více nákupů, než by bylo provedeno metodou DCA (Bouška, 2023).

3.3 Metody analýzy vývoje ceny

Pro predikci vývoje ceny je zapotřebí mít podklady, na jejichž základech můžeme predikci provést, metody analýzy jsou technická a fundamentální. Technická analýza je založena na analýze vývoje grafu, za dopomoci indikátorů a zakládá se spíše na statistice, předpokládá že na grafu dochází k opakujícím se vzorcům, či návratu ceny k dlouhodobému průměru v případě, že dojde k výraznému vychýlení. Mezi metody technické analýzy patří analýza trendů, svíčkové formace. Objemy provedených obchodů nebo sezonalita (ta je výsadou zejména komodit, u nichž dochází k sezónním vlivům na zvýšení poptávky, například podzimní období a zvýšení poptávky po zemním plynem z důvodu plnění zásobníků) jsou spíše na pomezí Technické a fundamentální analýzy (Tradecz, 2019). Fundamentální analýza stojí na principu analýzy ostatních ekonomických údajů jako jsou údaje z úřadů práce, inflace, úroková míra a NFP data (Xtb, 2023). Nedá se říci že by jedna, či druhá metoda analýzy byla lepší, obchodníci zpravidla využívají kombinaci obou přístupů.

3.3.1 Technická analýza

Technická analýza, dle Hartmana (2023) pojednává o pohybu ceny na základě informací, které je možné zpravidla vyčíst z grafu. Jedním ze základních předpokladů je, že se cena pohybuje s trendem, právě na trendových pohybech je založeno množství strategií, zejména zkoumání průrazů trendových linií či výchyly od trendových linií, investor poté spekuluje na návrat ceny k trendové linii.

Druhy trendu:

1. Up trend – Rostoucí trh, trh vytváří vyšší maxima i vyšší minima
2. Down trend – Klesající trh, trh vytváří nižší minima i nižší maxima
3. No trend – Cena neklesá ani neroste, pohybuje se v bočním kanálu

Pomocným nástrojem k nalezení trendu mohou sloužit klouzavé průměry, podrobně rozebrány v následující kapitole.

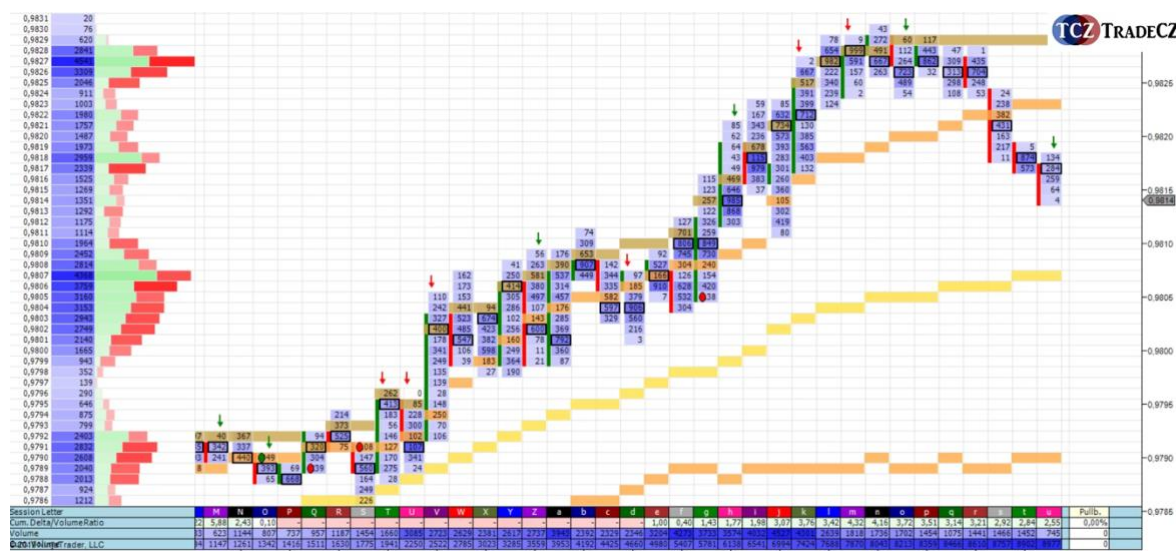
Supportní úroveň je pomyslná cenová úroveň (spíše rozmezí) pod kterou cena aktiva v určitém časovém horizontu nepoklesla, respektive se cena od úrovně „odrazila“. Odraz ceny je způsoben zvýšenou poptávkou v okolí supportní linie, velké množství kupců pak způsobí že cena nepoklesne pod tuto linii.

Rezistentní linie je poté přesným opakem linie supportní, jedná se tedy o linii, jenž se ceně nedaří překonat, cena se poté „odráží“ a míří směrem k linii supportní. Jakmile je linie proražena, stává se pro cenu linií s opačným významem, ze supportní linie se tedy stává linie rezistence a naopak (Bouška, 2023). Pokročilou metodou analýzy grafu je vyhledávání tzv. Patternů neboli svíčkových formacích. Formace se tvoří ze supportních a rezistentních linií a mají podobu nejčastěji trojúhelníků, či rostoucích nebo klesajících kanálů dvojitých vrcholů a podobně, na základě svíčkové formace dokáže obchodník odhadnout předpokládaný vývoj ceny (Bouška, 2023).

Volume profile je jedním z grafů, který odděluje běžné obchodníky od profesionálních a umožňuje ke svíčkám zobrazit, kde v místě svíčky bylo zobchodováno nejvíce objemu. Pokročilejším nástrojem je poté Orderflow chart, obrázek 6, ten dovoluje rozkreslit svíčky z klasického zobrazení těla a knotů na detail, kdy kromě objemu zobrazuje

i konkrétní počet objednávek na daných cenách, volume profile je na platformě TradingView k dispozici zdarma, Orderflow chart je poté specializovaný placený nástroj (tradecz, 2020).

Obrázek 6: Příklad orderflow grafu



Zdroj: (Tradecz, 2020)

Zobrazení ceny prostřednictvím orderflow grafu, který mimo zobrazení svíčkového zobrazení zobrazuje i konkrétní počet objednávek zadaných na konkrétních cenách. Takové ceny pak mohou v budoucím vývoji představovat klíčové úrovně. Na levé straně je poté zobrazení volume profilu, jenž zobrazuje obchodovaný objem na určitých cenových úrovních.

3.3.2 Klouzavé průměry

Klouzavé průměry jsou jedním z nejpoužívanějších indikátorů, slouží zejména pro usnadnění nalezení trendu, často mohou fungovat jako supportní nebo rezistentní linie, zajímavé jsou také situace, kdy dojde k protnutí jistých klouzavých průměrů. Klouzavý průměr je vypočítán ze zavírací ceny zvoleného počtu svíček, nejčastěji se používají hodnoty 20, 50, 100 a 200. Jiná hodnota klouzavého průměru však bude pro hodinové a denní zobrazení grafu, hodnota klouzavého průměru 200 v hodinovém zobrazení znamená průměr za 200 hodin, v případě denního grafu se jedná o 200 dní. Metody výpočtu klouzavého průměru se počítají nejčastěji 2, SMA (simple moving average) v překladu jednoduchý klouzavý průměr a EMA (exponential moving average) exponenciální klouzavý průměr. Jejich odlišný průběh je zobrazen na obrázku 7. Křivek je možné, pro lepší přehled o situaci,

využít více. Exponenciální klouzavý průměr se využívá, pro jeho rychlejší reakci na změnu, ta je způsobena přiřazením vyšší váhy novějším cenám, naopak ceny starší mají váhu nižší. Obě metody mají své výhody i negativa, SMA křivky jsou hladší, EMA dokáže rychleji zobrazit změnu trendu, EMA ale také generuje více falešných signálů. Jednoho klouzavého průměru se využívá zejména pro stanovení trendu, klouzavý průměr s periodou 200 se používá pro stanovení dlouhodobého trendu, perioda 20 nebo 50 pak pro stanovení krátkodobého trendu. Překřížení klouzavých průměrů je obchodní strategií, jenž jako signál pro vstup do pozice využívá překřížení dvou klouzavých průměrů, například 50 a 100 tedy jednoho rychlejšího a pomalejšího klouzavého průměru (Xtb, 2023).

Obrázek 7: Rozdíl SMA a EMA



Zdroj: (Xtb, 2023)

Diference mezi exponenciálním a standardním klouzavým průměrem. Křivka SMA (modrá) má průběh hladší, křivka EMA (červená) reaguje rychleji na změnu trendu.

3.3.3 Podpůrné a odporové zóny

Dle Hartmana (2023) se jedná o jeden z nejvyužívanějších nástrojů technické analýzy. Určují hranice, ve kterých se bude cena na trhu pohybovat, metod jejich vykreslení je velké množství a neexistuje jediná metoda, kterou by bylo možné označit za správnou. Jedná se o cenovou hladinu, na kterou trh historicky reagoval změnou směru pohybu. Podpůrné a rezistentní zóny bývají vykresleny jako přímky,

podoba zóny s určitým cenovým rozpětím je však přesnější a spolehlivější vykreslení. Příímka také nemusí být vodorovná, může být rostoucí nebo klesající, například trendový kanál je ohraničen podpůrnou a rezistentní zónou. Jako poslední možnost budeme za podpůrné a rezistentní zóny považovat silné objemové zóny zvané POC (point of control). Principiálně se jedná o cenové zóny, které brání pokračování trendu ve směru poklesu ceny (poté se jedná o podpůrné zóny) druhou možností jsou odporové zóny, takové brání ceně v dalším růstu, a trend se otáčí na klesající. Podpůrné a rezistentní zóny jsou na grafu vyhledávány historicky, čím častěji je daná cenová hladina testována tím se jedná o silnější podporu či odpor. Takovými zónami mohou být silné svíčkové formace či psychologické hladiny. S vyhledáváním klíčových makroekonomických dat je spojen velký objem obchodů na trhu, v takových situacích se zpravidla může dojít k impulzivnímu proražení zóny bez reakce, zpravidla poté dochází k otestování zóny. Po proražení odporové zóny se zóna mění na podpůrnou, stejný princip se v trhu uplatňuje i na zóny podpůrné.

3.3.4 Fundamentální analýza

Fundamentální analýza je, dle Rejnuše (2014) princip vyhodnocení situace v reálném makroekonomickém a mikroekonomickém prostředí, za pomoci vyhledání a analýzy dat, která mohou ovlivňovat vnitřní cenu zkoumaného aktiva (Rejnuš hovoří o akciích). Princip vyhodnocení tedy není založen na sledování grafu ceny aktiva ale sledování reálných ekonomických a tržních podmínek.

Cílem je vyhodnocení, zdali je, na základě vyhodnocených parametrů, aktivum nadhodnocené, podhodnocené či spravedlivě ohodnocené. Na základě toho může investor zaujmout k danému aktivu postoj a spekulovat na návrat ke spravedlivému ocenění.

Rejnuš (2014) dělí fundamentální analýzu na základě 3 faktorů

I. Globální (makroekonomická) analýza

Zkoumá vztahy mezi vývojem makroekonomických agregátů a akciovými kurzy. Mezi zkoumané faktory patří: Fiskální politika, peněžní nabídka, úrokové sazby, inflace.

II. Odvětvová (oborová) analýza

Základem odvětvové analýzy je zkoumání a charakteristika jednotlivých odvětví nebo oborů a následně předpovídat jejich budoucí vývoj

III. Analýza jednotlivých akciových společností a jejich akcií

Zkoumá parametry konkrétních akciových společností a jejich akcií (Rejnuš zdůrazňuje, že společnost může mít vydáno více druhů akcií, toto může ovlivnit hodnotu různých akcií) jedná se tedy o analýzu založenou na mikroekonomických parametrech.

Pro obchodníka je potřebné vědět, z jakých důvodů analýzu provádí, poté může zvolit vhodnou analýzu pro daný typ aktiva jenž zkoumá. Pro hodnocení Bitcoinu je možné, na základě výše popsaných faktorů, použít analýzu globální a odvětvovou.

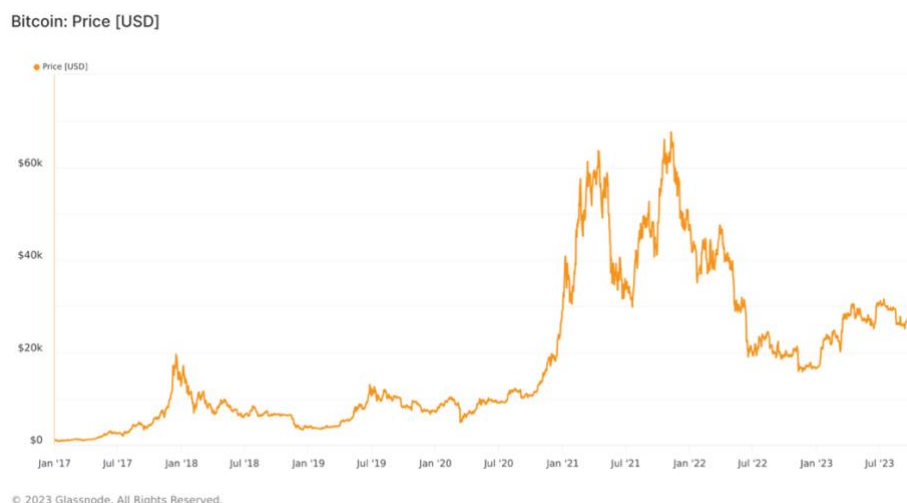
4 Vlastní práce

Jak bylo popsáno v části teoretické, hodnota bitcoinu je odvozena od řady fundamentálních parametrů, nikoli však od podkladového aktiva či kontraktů na dodání jako je tomu u komodit jako je například cukr nebo káva. Jeho cena je tak odvozena tržně na základě prodávajících a nakupujících a objemu obchodů, které uskutečňují. Převaha jedné strany na trhu vede k růstu či poklesu ceny, musí však platit zákon kdy na trhu panuje rovnováha, aby mohli nakupující nakupovat musí být dostatek prodejců ochotných za danou cenu prodat a obráceně. Pokud bude chtít jedna strana uskutečnit velkou objednávku, může dojít k velkému prodlení při exekuci objednávky.

4.1 Analýza fundamentálních událostí

Na obrázku 8 je zobrazen vývoj ceny bitcoinu od počátku roku 2017 do října 2023. Rok 2017 je zvolen jakožto rok kdy se Bitcoin dostal do širokého povědomí veřejnosti zároveň se jedná o období v němž došlo, vlivem druhého halvingu k bull runu a růstu ceny na lokální maxima 20 000 \$ za jednotku bitcoinu. V roce 2017 došlo zároveň ke spuštění řady dalších kryptoměn jako Cardano, kryptoměna Cosmos a její token Atom či v této době hojně vznikající ERC-20 tokeny jež přinesly do trhu kryptoměn pozornost neprofesionálních investorů.

Obrázek 8: Graf ceny bitcoinu



Zdroj: Glassnode (2023)

Rok 2017 je význačný zejména rozšířením Bitcoinu mezi velkou skupinu investorů či spekulantů, už nejen z řady drobných investorů a úzké skupiny uživatel ale dostal se do pozornosti ekonomů (zejména liberálních), bank, investičních fondů či firem. Zejména firmy byly pro fungování bitcoinu důležité, nebylo nutné, aby jej přijaly jakožto účetní jednotku, takových firem je stále (2023) velmi malé množství, avšak jeho adopce jakožto přijímaného platidla měla pro bitcoin zásadní dopad, bitcoin tak mohl plnit funkci prostředku směny. K velkým cenovým nárůstům docházelo u bitcoinu již v minulosti, zejména roky 2011 kdy cena bitcoinu vzrostla z 1 \$ až na 32 \$, procentuálně se jednalo o nárůst o 2700% tržní kapitalizace v té době dosahovala pouze přibližně 200 mil \$, a rok 2013 který představoval nárůst ceny na přibližně 1200 \$ procentuálně 1800 % a tržní kapitalizace činila 13,6 mld \$. I přes tyto výrazné cenové pohyby se Bitcoin dostal do pozornosti široké veřejnosti až v roce 2017. Jedním z důvodů mohou být i výrazné cenové korekce následující po prudkém růstu ceny, v roce 2011 následoval pokles ceny o 94 %, poté v roce 2013 cena poklesla o 85 % výjimkou není ani růst ceny roku 2017 po kterém následoval pokles o 84 %.

Bitcoin byl často považován za podvod (ponziho schéma), či jako prostředek pro platbu za nelegální aktivity. K čemuž ve velkém měřítku přispěla kauza e-shopu Shiny Flakes jenž byl zrušen roku 2015 kde uživatelé mohli nakupovat zakázané omamné látky online a bitcoin byl použit jako platební prostředek.

Rok 2017 byl přelomový právě z důvodu vstupu institucí či ekonomů a dalších expertů, jenž se začali vyjadřovat pozitivně vůči Bitcoinu. Zároveň se jednalo o v pořadí 2. halving (půlení) který bitcoinu zpravidla přináší pozornost a následuje býčí nálada na trhu v období po půlení. V roce 2018 vydává ekonom a profesor Saifedean Ammous knihu Bitcoinový standard, ve které představuje Bitcoin a jeho fungování širokému spektru populace.

Obrázek 9: Vliv makroekonomických událostí



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

Obrázek 9 zobrazuje týdenní svíčkový graf ceny bitcoinu, v období let 2017–2023, zároveň jsou vyznačeny klíčové události s vlivem na cenu. Modré vertikální linie představují halvingy v letech 2016 a 2020. Další události jsou vyznačeny popisem a šipkou, barevně odlišené dle jejich vlivu na cenu, červená znamená pokles, zelená růst ceny. Týdenním grafem jsou proloženy 3 křivky jednoduchého klouzavého průměru o hodnotách 200, 100 a 30, jedna svíčka představuje obchodní aktivitu jednoho týdne.

Po halvingu v, červenci roku 2016, nastal počátkem roku růst ceny do oblasti 19 000 \$, krátkodobě mohla cena na některých burzách dosáhnout hodnoty 20 000 \$, jednalo se o období, kdy se bitcoin poprvé dostal do širší pozornosti neprofesionálních investorů. Po vyčerpání trendu došlo k pomalému poklesu ceny až na hodnotu 3200 \$ kdy se cena „odrazila“ od podpůrné linie klouzavého 200týdenního průměru. Tento pokles trval přibližně po dobu jednoho roku, kdy na nejnižší úroveň 3200 \$ narazila cena v prosinci roku 2018. V tomto období na cenu bitcoinu nepůsobily žádné negativní fundamentální události, pokles ceny v tomto období je tak přičítán přirozenému cyklu. Cena bitcoinu v tomto období vyklesala a následně konsolidovala na hodnotě 200týdenního průměru. Začátek roku 2019

nastavil změnu medvědího trendu a vlivem nového momenta cena vzrostla a následně konsolidovala okolo hodnoty střednědobého klouzavého průměru. Následně v březnu 2020 přišel prudký pokles, tento pokles zasáhl finanční trhy globálně a byl způsoben panikou na trhu vlivem rozšíření zpráv o onemocnění Covid – 19, bitcoin na to reagoval poklesem o více než 60 % a cena krátkodobě poklesla pod 4000 \$. Riziková aktiva mají tendenci v krizích ztrácet procentuálně více než aktiva defenzivního charakteru. Dle webu statistika došlo u indexu 500 největších amerických firem k poklesu o 34 %, index 50 největších evropských firem reagoval poklesem o téměř 40 %. Centrální banka USA následně reagovala snížením základní úrokové sazby, s cílem podpořit ekonomiku, na 0,25 % jak je vidět v obrázku číslo 13. Snížení úrokových sazeb ve spojení s halvingem v dubnu 2020 znamenaly další růst v ceně, kdy se cena dostala na 42 000 \$ a poté reagovala korekcí o více než 30 %.

Nízké sazby ve spojení s masivní finanční stimulací ekonomiky znamenaly začátek býčího trhu, cena bitcoinu se tak dostala na nové cenové maximum 65 000 \$ v dubnu roku **2021**. Jelikož bitcoinu nemá podkladové aktivum, reaguje výrazně na fundamentální zprávy, zákaz těžby bitcoinu v čínských provinciích a jeho využívání pro finanční transakce v roce 2021 ve spojení s negativním vnímáním bitcoinu společností Tesla, jenž jej přestala akceptovat jako platební prostředek za své produkty, včetně vyjádření CEO společnosti Tesla Elona Muska zapříčinily propad ceny bitcoinu do úrovně 30 000 \$ za minci.

Následný nárůst ceny do úrovně 69 000 \$ (69 000 \$ je stále maximální dosažená hodnota v grafu označena jako All Time High) je poté přičítán vycházejícím pozitivním zprávám o adopci Bitcoinu jakožto zákonného platebního prostředku v Salvadoru, následovala Středoafriká republika. V roce **2021** došlo také ke schválení prvního kryptoměnového ETF (jednalo se o ETF na futures, žádost o ETF na spot podala společnost BlackRock a stále čeká na schválení) založeného na bitcoinu, což vedlo k dalšímu nárůstu ceny na výše zmíněné cenové maximum.

Začínajícím problémem však začala být rostoucí inflace globálně kterou se FED rozhodl řešit zvyšováním základní úrokové sazby čímž uvedl trh do medvědího prostředí, cena bitcoinu tak začala prudce klesat, přičemž na konci roku 2022 dosáhla na lokální minimum 15 000 \$. Samotné zvyšování úrokových sazeb bylo podpořeno řadou negativních zpráv, mezi které patří Rusko – Ukrajinský konflikt, který započal v lednu 2022 jenž měl dopad na globální finanční trhy, a zapříčinil propad bitcoinu o více než 20 %. Další výrazný propad

zapříčinil kolaps algoritmického stable coinu TerraUSD a s ním spojené kryptoměny Luna. Poslední výrazný propad byl způsoben kolapsem jedné z největších burz FTX, jenž zapříčinil propad ceny bitcoinu o 26 % a bitcoin se v tomto období dostal na cenové dno zóny 15 000 \$.

Od počátku roku 2023 cena bitcoinu roste, k říjnu 2023 došlo ke zhodnocení o více než 70 %. Růst je do jisté míry zpomalen přetrvávajícím konfliktem na Ukrajině, současně základní úroková sazba setrvává na úrovni 6 % opět rostoucí inflace nevytváří podmínky, v nichž by mělo dojít ke snížení úrokových sazeb. V roce 2024 proběhne další halving s nímž byl růst ceny vždy pevně spojen.

4.2 Technická analýza

Jak bylo popsáno v teoretické části, technická analýza je založena na předpovědi ceny na základě matematických, statistických výpočtů či opakovanému navracení ceny k určitým cenovým levelům. Nepřikládá tak váhu finančním výsledkům či makroekonomickému prostředí, informace získává pouze z grafů a stanovuje klíčové cenové levely, kam předpokládá pokračování vývoje ceny. Matematické či statistické funkce jsou zobrazovány pomocí vizuálních indikátorů, které slouží k usnadnění zobrazení matematických výstupů. Mezi výchozí přístup technické analýzy patří analýza trendu.

4.2.1 Analýza trendu

Je závislá na stylu, který obchodník uplatňuje na základě plánované délky držení pozice. V této práci je usuzován dlouhodobý vývoj trendu, krátkodobému trendu proto není kladen klíčový význam.

Trend **rostoucí** se vyznačuje vytvářením vyšších maximálních hodnot a zároveň vytvářením vyšších minimálních hodnot.

Trend **klesající** se vyznačuje vytvářením nižších maximálních hodnot a zároveň nižších minimálních hodnot.

Trend se označuje přímkou, jenž jím prochází, případně trendovým kanálem, jenž označuje maximální a minimální hodnoty.

Dlouhodobý trend. Pro stanovení dlouhodobého trendu slouží indikátor SMA 200 tedy hodnota jednoduchého klouzavého průměru s periodou 200 svíček. Jedná se o týdenní

zobrazení grafu, SMA 200 tedy předpokládá trend za přibližně 4 roky. 200týdenní trend je v grafu zobrazen oranžovou křivkou a od počátku zobrazení grafu je rostoucí, vidíme že Bitcoin se dlouhodobě nacházel právě nad křivkou SMA, jenž je často považována za podpůrnou linii. Právě statistické metody předpokládají oscilaci ceny kolem klouzavého průměru, pokud se cena výrazně vychýlí od klouzavého průměru, předpokládá se návrat ceny k dlouhodobému průměru. V říjnu 2023 vidíme že cena osciluje kolem dlouhodobě rostoucího trendu.

Krátkodobý trend. Na obrázku 10 je vidět že se cena bitcoinu nacházela, od svého maxima 69 000 \$, v trendovém klesajícím kanálu, u kterého došlo ke 3 dotykům horní spojující linie. Po dosažení krátkodobého cenového minima způsobeného krachem burzy FTX došlo na začátku roku 2023 k porušení trendového kanálu a cena se od počátku roku 2023 nachází v rostoucím trendu. Dle webu Google finance (2023) vzrostla cena bitcoinu o 65 % od 1.1.2023. Pro asistenci s nalezením krátkodobého trendu slouží jednoduchý klouzavý průměr s periodou 30. Jednoduchý klouzavý průměr s periodou 30 je na obrázku č.13 vykreslen zelenou barvou značí, že se cena nachází, od porušení sestupného trendového kanálu, v rostoucím trendu.

Obrázek 10: Analýza trendu



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

4.2.2 Podpůrné a rezistentní zóny

Pro asistenci s nalezením podpůrných a odporových zón je využit indikátor Purple levels pro obchodní platformu MT4, který vypočítává dané zóny na bázi algoritmů aplikovaných na historická data. Zóny jsou vyznačené na obrázku 11, jelikož se jedná o zóny z týdenního zobrazení grafu, podpůrné a odporové zóny korelují s lokálními cenovými extrémy.

Obrázek 11: Podpůrné a rezistentní zóny



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

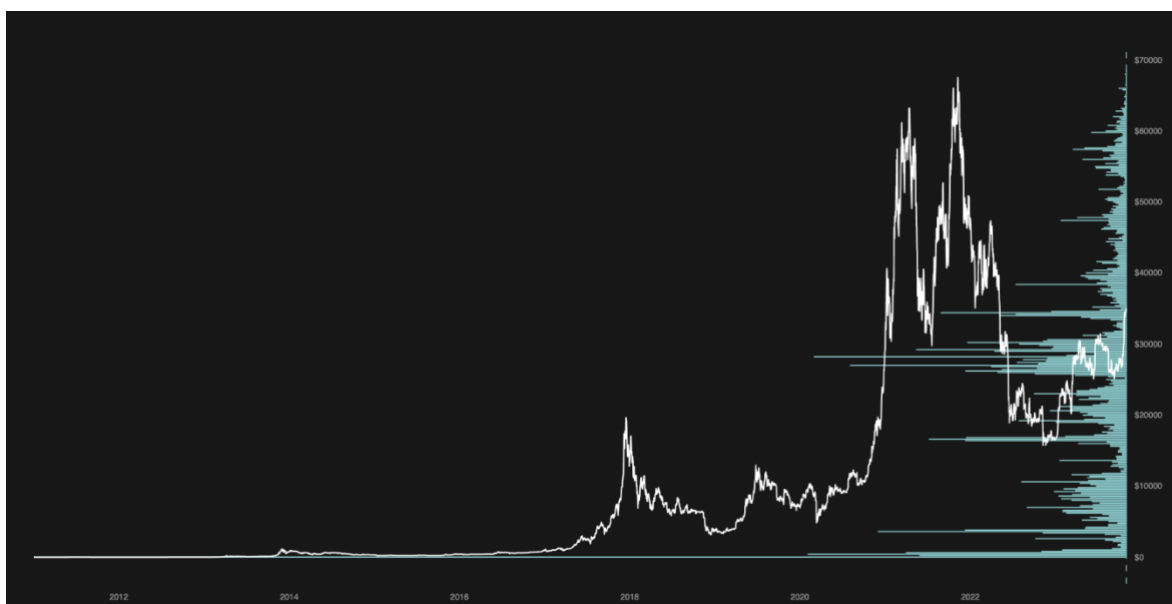
Zóny v grafu vyznačené zeleně slouží jako podpůrné a brání ceně v dalším poklesu. Zóny vyznačené červeně naopak fungují jako rezistentní zóny a brání ceně v růstu.

Cena je od počátku roku v rostoucím trendu, vzhledem k vývoji ceny zobrazené na grafu je pravděpodobné že cena bude před dalším růstem konsolidovat (pohybovat se v bočním trendu) případně mírně klesat.

4.2.3 Volume profile

Na obrázku 12 je bílou křivkou zobrazen graf ceny bitcoinu, na ose X je datum v rocích, na ose Y je cena. Bílou křivkou je poté zobrazen vývoj ceny bitcoinu, od roku 2010. Na pravé straně grafu je modrým histogramem zobrazen akumulovaný objem na daných cenách, jenž je stále držen v peněženkách, resp. adresách, tedy, nedošlo k prodeji daných bitcoinů.

Obrázek 12: Volume profil



Zdroj: (whalemap, 2023)

Na obrázku 13 je detailně vykreslených 5 silných akumulčních zón, vycházejících z obrázku 13, proložených v grafu ceny. Silné objemové zóny poté tvoří silné podpůrné zóny, jako bylo popsáno v kapitole podpůrných a odporových zón. Důležitým ukazatel pro růst ceny je nízký akumulovaný objem na úrovni absolutních cenových maxim, to může být dáno nízkým objemem objednávek (takové zóny je poté pro cenu snadné překonat) případně jsou bitcoiny akumulované na dané cenové úrovni již prodané ve ztrátě. To je způsobené zejména rezignací trhu, prolomením podpůrných linií a poklesem ceny viz. kapitola fundamentální analýza.

Aktuálně se bitcoin nachází nad klíčovou objemově akumulací úrovní 34 800 \$. Z objemového hlediska jsou podmínky nastavené pro další růst ceny.

Obrázek 13: Silné objemové zóny



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

4.3 Fundamentální analýza

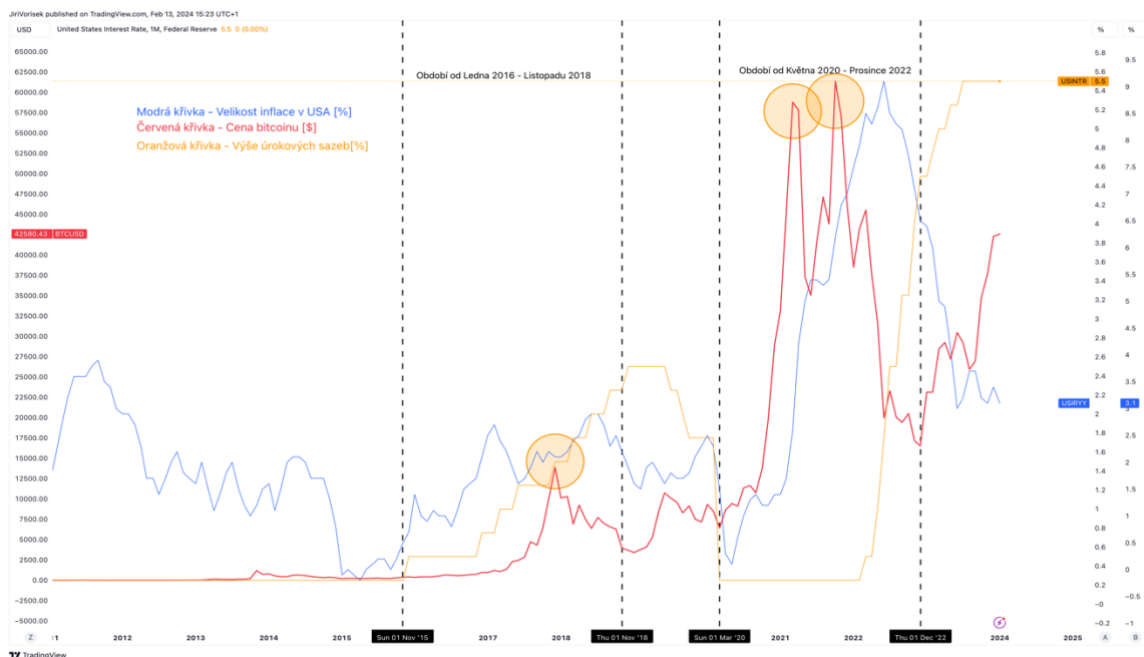
4.3.1 Globální analýza

Jelikož u Bitcoinu není možné zkoumat jeho vnitřní výkonnost a mikroekonomická data je fundamentální analýza efektivním způsobem jakým hodnotit výkonnost aktiva. Mezi taková patří globální analýza, jenž hodnotí výkonnost ekonomiky. Dle Rejnuše (2022) mezi takové patří míra úrokových sazeb a velikost inflace. Graf ceny Bitcoinu je zobrazen červenou křivkou, míra úrokových sazeb je zobrazena oranžovou křivkou, modrou křivkou je zobrazena velikost inflace. U úrokových sazeb uvažujeme stejný princip, jenž Rejnuš aplikuje na akcie, tedy že růst úrokových sazeb znamená pokles ceny aktiva. Na obrázku 14 jsou vyznačena období od ledna 2016 do listopadu 2018 a období od května 2020 do prosince 2022. V prvním období dochází ke zvyšování úrokových sazeb i růstu ceny bitcoinu.

V prosinci 2017 došlo k dosažení lokálního maxima ceny, u úrokových sazeb došlo ke zvýšení 25 bazických bodů, jednalo se tedy o zvýšení z 1,25 na 1,5 % na což cena bitcoinu reagovala poklesem jenž pokračoval při dalším zvyšování sazeb. Ve druhém období došlo k prudkému snížení úrokových sazeb na úroveň 0,25 % na což bitcoin reagoval růstem ceny a vytvořil dvě lokální maxima, přičemž druhé je stále nepřekonané a uvažujeme jej za absolutní maximum. Těchto maxim je dosaženo v období nízkých úrokových sazeb na zvyšování poté bitcoin reaguje poklesem ceny. Jelikož u Bitcoinu není důvod, aby pokles jeho ceny ve spojení s úrokovými sazbami byl způsoben náklady na externí financování, je pravděpodobné že se jedná o pokles vlivem růstu výnosu z dluhopisů, jenž odčerpává prostředky z trhu kryptoměn. Jedná se o stejný princip, jenž uvažujeme na akciovém trhu. Míra inflace zde nemá přímý dopad na cenu Bitcoinu, Rejnuš (2022) popisuje vliv růst míry inflace na pokles ceny akcií jako přímý dopad zvýšení nejistoty na akciovém trhu. Růst inflace je poté zpravidla následován růstem úrokových sazeb a jeví s tím spojených.

Pro Bitcoin je tak výhodné prostředí nízkých úrokových sazeb, pokud dojde v průběhu roku 2024 k poklesu úrokových sazeb ze strany Americké centrální banky, jedná se o silný fundamentální signál k růstu ceny Bitcoinu.

Obrázek 14: Makroekonomické faktory



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

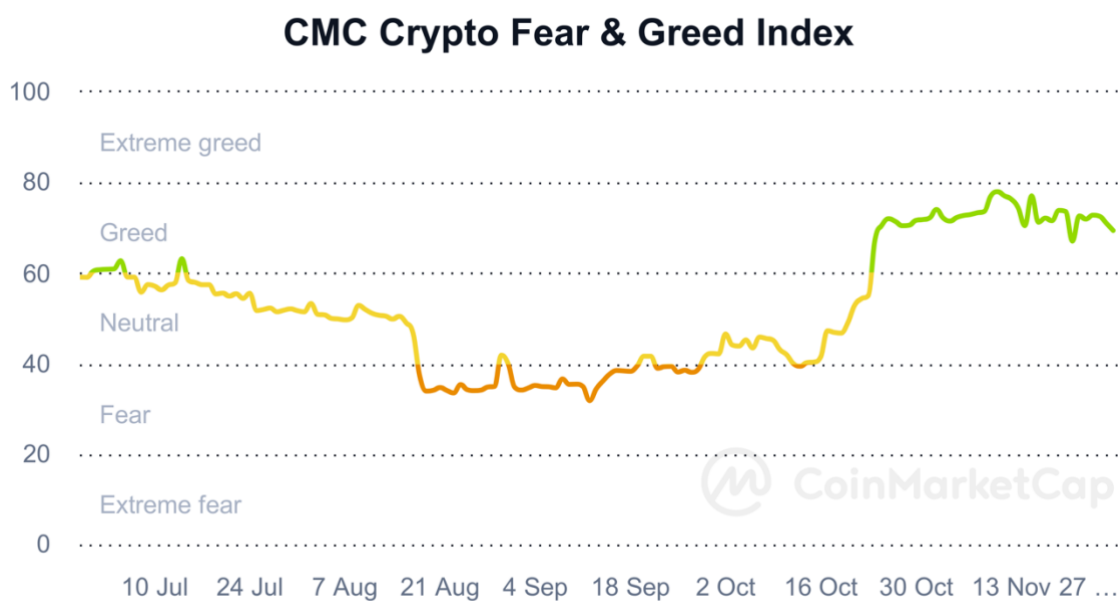
4.3.2 Odvětvová analýza

U Bitcoinu je možné provést odvětvovou analýzu, způsobem provedení je analýza kryptoměnového trhu jakožto celku. V tomto případě budeme analyzovat tržní kapitalizaci všech kryptoměn, zdali se nachází v nějakém druhu trendu, a index hladu a strachu (tzv. Fear and greed index) jenž popisuje náladu na kryptoměnovém trhu. Druhou možností je analýza v rámci odvětví, tedy porovnání tržní kapitalizace Bitcoinu a tržní kapitalizace ostatních kryptoměn, tím zjistíme výkonnost a postavení v daném odvětví.

Bitcoin je možné označit jako odvětví cyklické, jeho cyklicita je dána zejména vnitřním cyklem – halvingem, jenž mění na 4letém cyklu odměňování těžařů, čímž přímo ovlivňuje inflaci v Bitcoinové síti. Popis pre a post halving fází na cenu bitcoinu je popsán výše, aktuálně se Bitcoin nachází v pre halving fázi, jenž má nastat v dubnu 2024.

Fear and greed index je zobrazen na obrázku 15, jedná se o graf společnosti CoinMarketCap, jenž zobrazuje, na základě dat ceny a obchodní aktivity řady kryptoměn náladu na trhu, čím blíže je index 0 tím jsou kryptoměny levnější a s tím spojená aktivita je nižší, naopak čím blíže je index k hodnotě 100 tím je nálada pozitivnější a je zde potenciál korekce. Aktuálně se nálada nachází v bodě greed – tedy pozitivní.

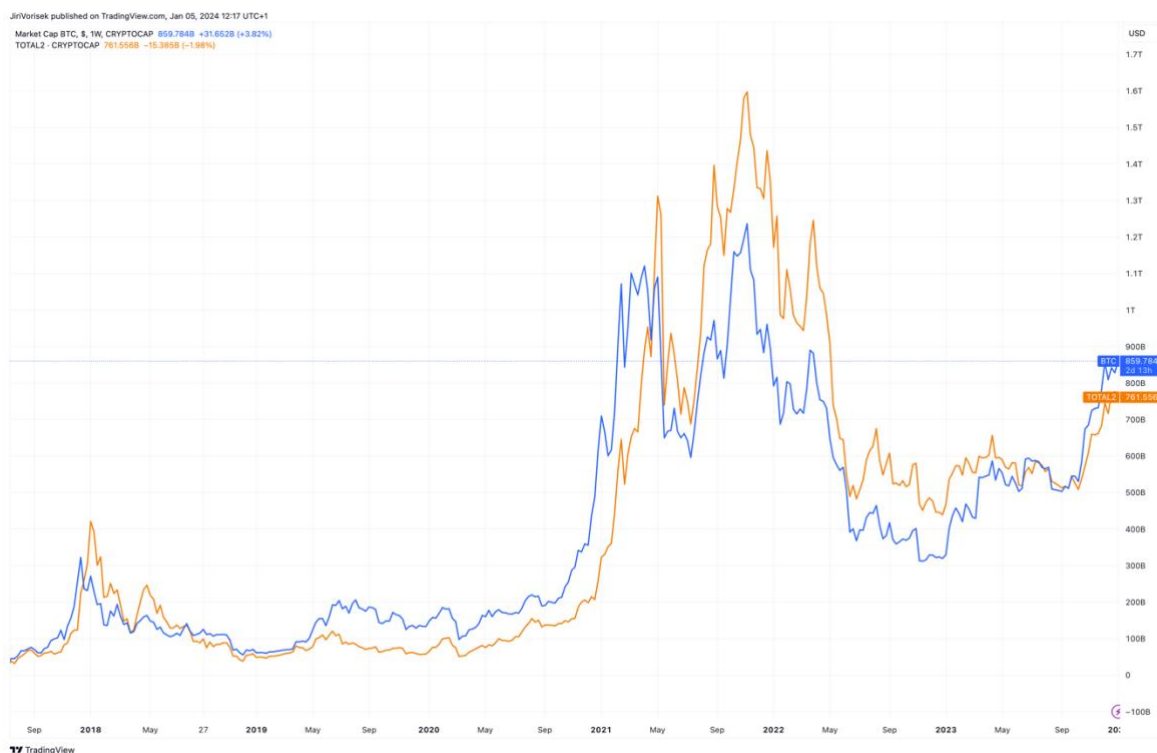
Obrázek 15: Crypto Fear & Greed Index



Zdroj: (CoinMarketCap, 2023)

Porovnáním jednotlivých odvětví je možné zjistit, v jaké fázi trendu se odvětví nachází, dále je možné porovnat situaci v rámci odvětví mezi jednotlivými pododvětvími. Tohoto porovnání dosáhneme, pomocí porovnání tržních kapitalizací, na obrázku 16 je vyobrazeno porovnání tržní kapitalizace samotného Bitcoinu a tržní kapitalizace Crypto market cap 2 jenž představuje tržní kapitalizaci kryptoměn vyjma Bitcoinu. Tržní kapitalizace Bitcoinu je zobrazena modrou křivkou, Market Cap 2 je zobrazen oranžovou křivkou. Od počátku roku 2023 tržní kapitalizace Bitcoinu rostla, zatímco tržní kapitalizace ostatních kryptoměn stagnovala. V říjnu 2023 začala prudce růst tržní kapitalizace obou aktiv, tržní kapitalizace Bitcoinu je však větší, než Market Cap 2. Růst obou pododvětví slouží jako konfluenční faktor růstu celého odvětví kryptoměn.

Obrázek 16: Porovnání tržní kapitalizace Bitcoinu a ostatních kryptoměn



Zdroj: Vlastní zpracování v platformě TradingView (2023)

4.4 Analýza závislosti objemu

Před provedením statistických testů jsou formulovány požadavky a očekávání týkající se chování modelu a požadavky modelu jenž by měl sloužit pro budoucí odhad hodnot. Ověřovaná hypotéza: Mezi objemem obchodů a cenou bitcoinu neexistuje závislost. Pro přijetí hypotézy alternativní, tedy že závislost existuje, vyžadujeme sílu závislosti

$$r \geq 0,8$$

Síla závislosti tedy náleží intervalu velmi silné přímé závislosti

Regresní model

Pro akceptování modelu k využití odhadu budoucích hodnot požadujeme, aby korelační koeficient R^2 byl větší nebo roven 0,8.

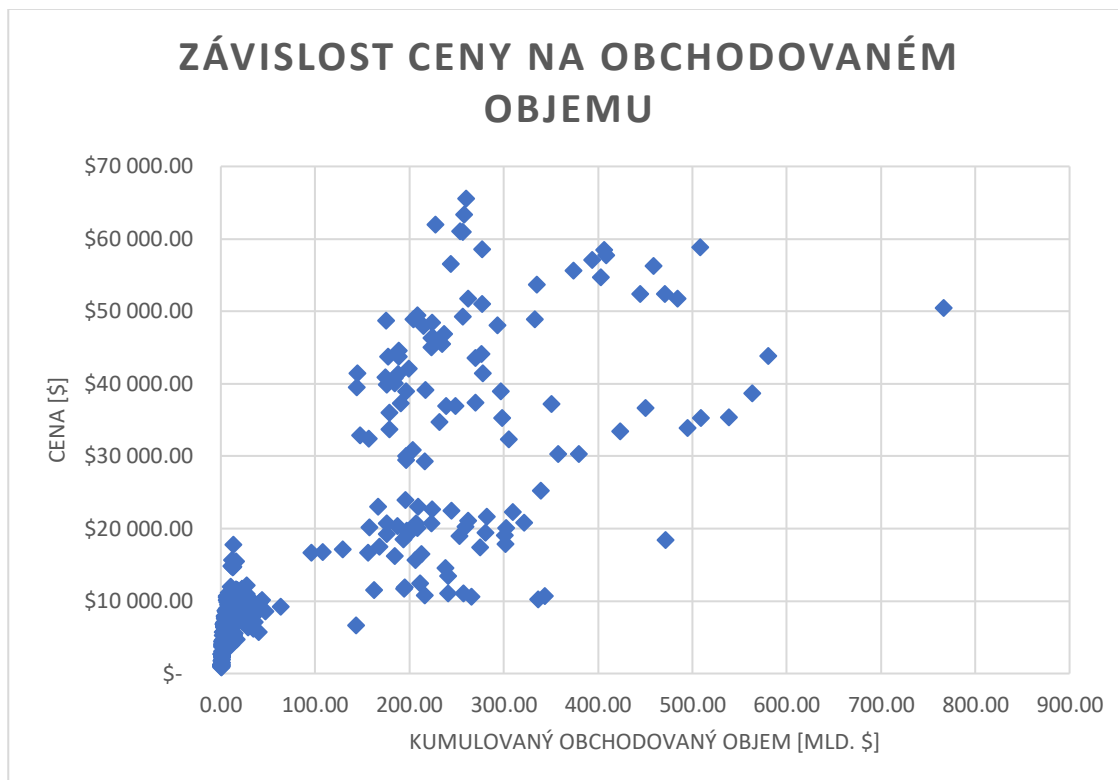
$$R^2 \geq 0,8$$

Tedy aby změna v ceně byla vysvětlena změnou v objemu z alespoň 80 %. Zároveň aby výsledek testového kritéria F náležel oboru zamítnutí a model byl tedy statisticky významný. Dalším požadavkem je testování na ovlivnění modelu heteroskedacitou, tedy: Aby se rozptýl reziduí významně neodlišoval. Pouze za dodržení těchto jmenovaných kritérií považujeme model za vhodný pro odhad budoucích hodnot. V opačném případě model pro předpověď vhodný není, jelikož odhadnuté hodnoty mohou být nepřesné či statisticky nevýznamné. Veškeré provedené testy jsou provedeny na hladině významnosti 95 %. Akceptujeme 5 % pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy ačkoli je správná.

4.4.1 Získání a příprava dat

Data jsou získána od společnosti CoinMarketCap, jedná se o sumarizovaná data obchodní aktivity na týdenním časovém rámci od 9. 1. 2017 do 26. 12. 2022 k datům je přiřazena cena otevírací a cena uzavírací za daný týden a kumulovaný obchodovaný objem za daný týden. Pro účel provedení statistických testů je vypočten průměr otevírací a zavírací ceny daného týdne, přičemž časový rámec, kdy byl obchod proveden, zde není uvažován. Celkově se jedná o 312 záznamů. Před provedením testové statistiky jsou data vykreslena v bodovém grafu, zejména pro účel kontroly zobrazení a vytvoření očekávání proložené regresní linie.

Graf 1: Závislost ceny na obchodovaném objemu



Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Vizuální zobrazení dat o obchodovaném objemu získaném ziskových od společnosti CoinMarketCap, na ose X je zobrazen kumulovaný objem v miliardách \$, na ose Y poté příslušná cena.

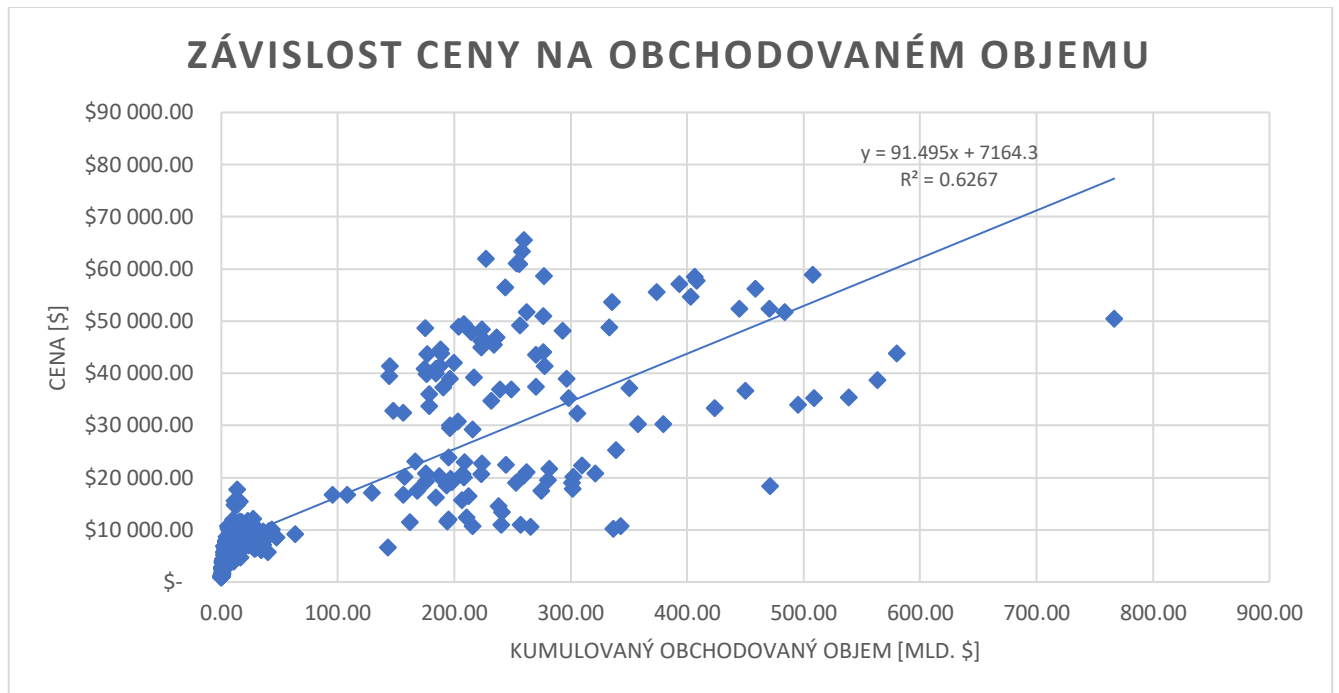
4.4.2 Testování výchozího modelu

Pro testování závislosti zde slouží regresní a korelační analýza, jenž modeluje závislost mezi zvolenou závislou a nezávislou proměnnou, rovnice proložené regresní linie poté slouží pro odhad parametru závislé proměnné v budoucnosti. Jedná se o jednoduchou regresi, tedy má jednu vysvětlující proměnnou X.

Jako závislá proměnná Y je zvolena cena, jako nezávislá (vysvětlující) proměnná X je zvolen obchodovaný objem [mld. \$]. Zkoumáme tedy, jak se změní cena, pokud se změní objem. Jako regresní křivka s nejvyšším regresním koeficientem, tedy s největší spolehlivostí, je zvolen model proložený mocninou křivkou. Porovnáním více modelů s vypočteným regresním koeficientem zjistíme, který model má nejvyšší spolehlivost, tedy

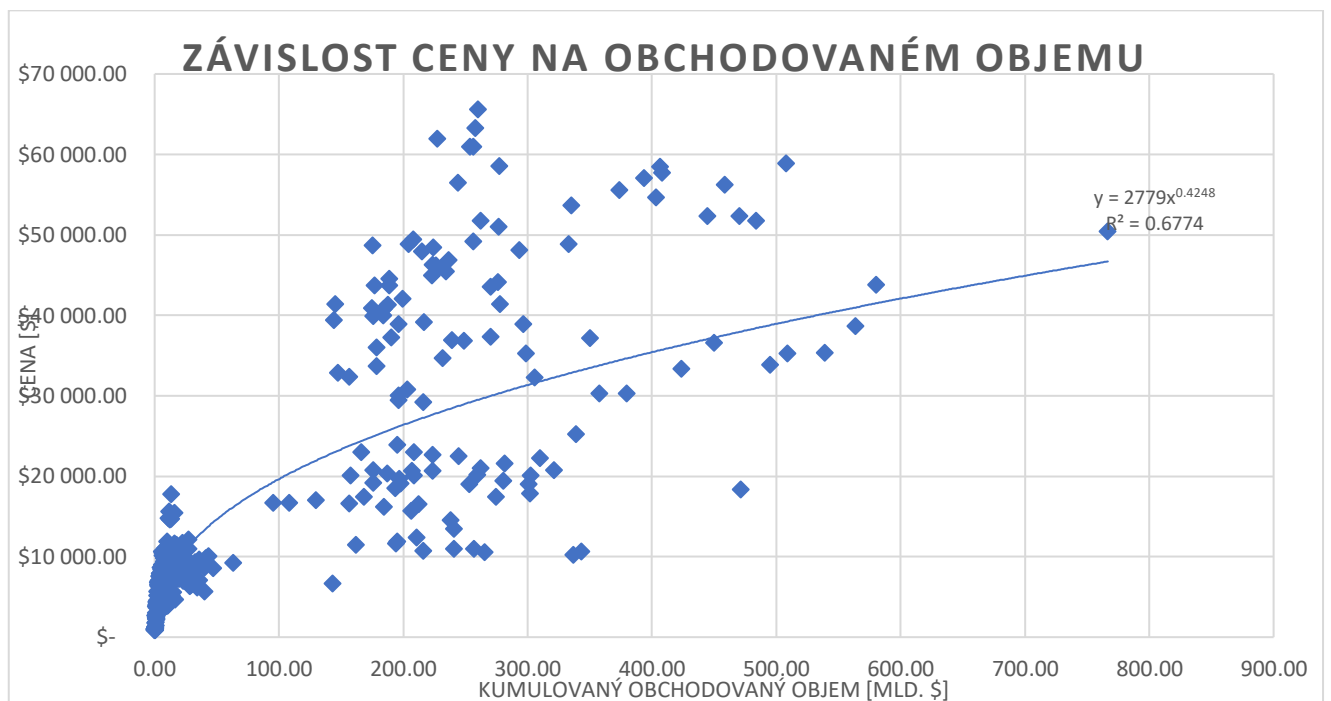
kterým modelem má nejvyšší smysl, jelikož bude mít vyšší pravděpodobnost a vhodnost pro předpověď. Graf 2 zobrazuje lineární závislost, graf 3 zobrazuje závislost mocninou.

Graf 2: Lineární model



Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Graf 3: Mocninový model



Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Hodnota regresního koeficientu: vyjadřující spolehlivost lineárního modelu: $R^2 = 0,6267$
 Hodnota regresního koeficientu: vyjadřující spolehlivost mocninného modelu: $R^2 = 0,6774$
 Vyšší spolehlivost proložení mocninnou křivkou, slouží jako prvotní způsob určení, jaké křivce proložení se bude další zpracování dat zabývat.

Oba grafy vykazují silný shluk dat v oblasti ceny <15 000 \$ a zároveň kumulovaným objemem < 100 mld. \$. Takový je způsoben dlouhodobou konsolidací ceny v tomto období. Hodnota jejich reziduí však není natolik významná, aby bylo doporučeno je odstranit.

Testová statistika

Před provedením výpočtu regresní statistiky metodou nejmenších čtverců je nutné data logaritmovat za pomoci přirozeného logaritmu ln, logaritmována jsou proměnné X a Y. K provedení statistických testů je využita funkce Analýza dat – Regrese v programu MS Excel a cloudová verze programu SAS studio. Zvolená závislá proměnná ln(y) je cena, jako nezávislá ln(x) je zvolen objem obchodů.

Regresní statistika

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledky regresní testové statistiky, dle analýzy z MS Excel. Tabulka zobrazuje výsledky pro výběrový soubor čítající 312 záznamů. Jedná se o statistiku provedenou na logaritmovaném modelu, korelační koeficient ani regresní koeficient nejsou významné pro model základní.

Tabulka 1: Regresní statistika

| <i>REGRESNÍ STATISTIKA</i> | |
|-----------------------------------|-------------|
| Násobné R | 0,911691564 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,831181508 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,830636933 |
| Chyba stř. hodnoty | 0,423655981 |
| Pozorování | 312 |

Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Testování spolehlivosti modelu

Testování spolehlivosti modelu je provedeno za pomoci ANOVA testu analýzy rozptylů. Princip výpočtu F testu spočívá ve výpočtu dvou rozptylů, rozptyl sumy čtverců vysvětlený modelem a rozptyl reziduální sumy čtverců – tedy rozptyl nevysvětlený modelem. Oba rozptyly jsou poděleny počtem stupňů volnosti. Následně jsou dané koeficienty poděleny, čímž získáme výsledek testového kritéria – F testu. Výsledek testu je nutné porovnat s tabulkovou hodnotou. Zde je využito rozhodnutí pomocí p hodnoty provedeného testu.

Formulace nulové a alternativní hypotézy

H0: Rozptyly se významně neodlišují -> Model není statisticky významný

Ha: Rozptyly se významně odlišují -> Model je statisticky významný

Tabulka 2: Testování spolehlivosti modelu

| ANOVA | | | | | |
|---------|---------------|-------------|-----------|-----------------|---------------------|
| | <i>Rozdíl</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Významnost F</i> |
| Regrese | 1 | 273,9455411 | 273,9455 | 1526,292 | 8,8284E-122 |
| Rezidua | 310 | 55,64016109 | 0,179484 | | |
| Celkem | 311 | 329,5857022 | | | |

Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Vyhodnocení za pomoci p hodnoty

Předpoklady:

Pokud je $p < \alpha$ - zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu

Pokud je $p > \alpha$ - nezamítáme nulovou hypotézu

$\alpha = 0,05$

$p = 8,8284E-122$

$p < \alpha$

➔ Zamítáme H0 a přijímáme Ha – Na hladině významnosti 5 % je model statisticky významný a vhodný pro předpověď.

Rovnice regresní křivky

Z tabulky 3 získáme předpis přímky **lineární** regrese, jelikož se jedná o upravený logaritmovaný model. Pro získání předpisu mocninné regrese je nutné parametry upravit. Ze sloupce coefficients získáme parametry jejichž upravením a dosazením do předpisu rovnice získáme předpis mocninné regresní křivky.

Tabulka 3: Koficinty regresního modelu

| | KOEFICIENTY | CHYBA STŘ. HODNOTY | T STAT | HODNOTA P |
|------------|-------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Hranice | 7,929840988 | 0,042639329 | 185,97481 | 0 |
| Soubor X 1 | 0,424800395 | 0,010873419 | 39,067784 | 8,8284E-122 |

Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Parametr B1 získáme odlogaritmováním koeficientu 7,929840988 -> B1 = 2778,985

Parametr B2 zůstává v exponentu bez úprav -> B2 = 0,424800395

$$y = 2778,985 \times x^{0,4248}$$

Dalším vypočteným parametrem je **koeficient determinace**:

Koeficient determinace je vyjádření spolehlivosti modelu – Náleží intervalu hodnot $\langle 0;1 \rangle$ Čím blíže je hodnota koeficientu k 1, tím více dat se podařilo vysvětlit, tedy kvalita proložení danou křivkou je lepší. Procentuálně vysvětleno jako $R^2 * 100 =$ Kolik % změn v ceně se podařilo vysvětlit změnou v objem

Hodnotu R^2 získáme z výpočtu podílu sumy vysvětlených čtverců a sumy všech čtverců.

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}$$

$$ESS = TSS - RSS$$

Sumu vysvětlených čtverců ESS získáme jako rozdíl celkové sumy čtverců TSS a reziduální sumy čtverců RSS, tedy těch čtverců, jenž se modelem nepodařilo vysvětlit.

$$TSS = (y - y_{průměr})^2$$

Sumu reziduálních čtverců získáme jako rozdíl skutečného y , a odhadu y z předpisu rovnice regresního modelu.

$$RSS = (y - y_{odhadnuté})^2$$

$$R^2 = 0,652453541$$

Koeficient korelace

Měřený parametr r představuje sílu závislosti a vysvětluje pouze lineární závislost. Koeficient korelace R může nabývat hodnot $\langle -1; 1 \rangle$ přičemž znaménko označuje, zdali je závislost přímá = přímka je rostoucí (+) nebo nepřímá = přímka je klesající (-). Síla závislosti se poté posuzuje dle intervalu, jakému koeficient náleží.

Tabulka 4: Koeficient korelace

| | NEPŘÍMÁ ZÁVISLOST | PŘÍMÁ ZÁVISLOST |
|---------|----------------------------|--------------------------|
| Slabá | $\langle -0,3; 0 \rangle$ | $\langle 0; 0,3 \rangle$ |
| Střední | $(-0,7; 0,3)$ | $(0,3; 0,7)$ |
| Silná | $\langle -1; -0,7 \rangle$ | $(0,7; 1 \rangle$ |

Zdroj: Vlastní zpracování

Sílu závislosti získáme pomocí nástroje Analýza dat – Korelace v programu MS Excel.

Tabulka 5: Testování korelace

| | COLUMN 1 | COLUMN 2 |
|----------|------------|----------|
| Column 1 | 1 | |
| Column 2 | 0,79162705 | 1 |

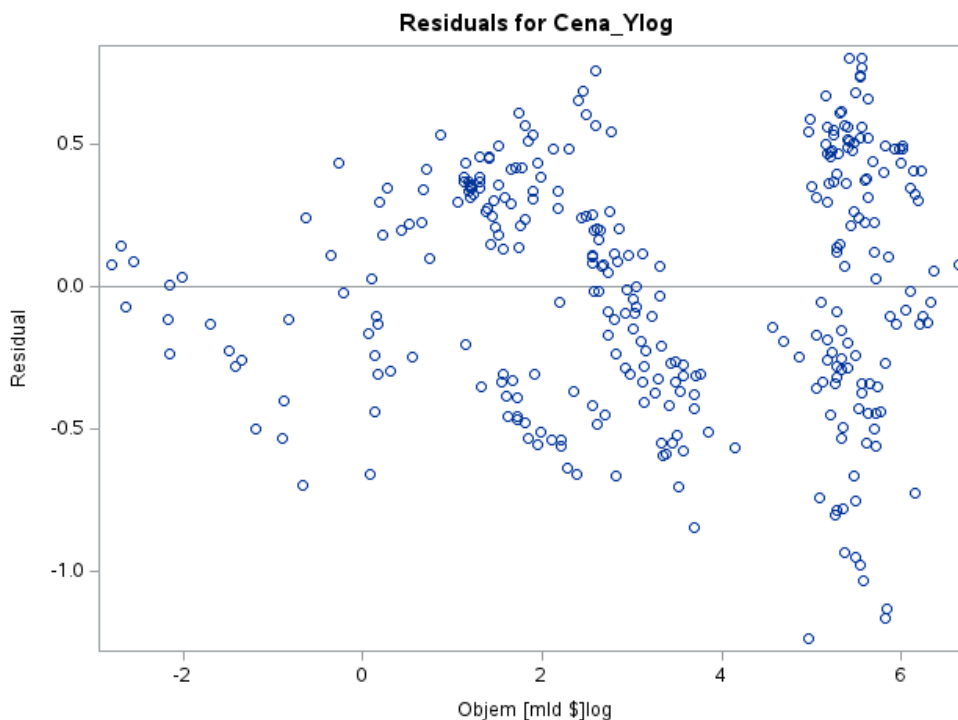
Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Koeficient korelace, v tabulce 5 je roven 0,79162705. Náleží tedy intervalu představujícímu silnou přímou závislost.

Rezidua

Na grafu 4 je zobrazen rozptyl reziduů, pro optimální spolehlivost modelu vyžadujeme, aby byl rozptyl reziduů co nejmenší ideálně konstantní.

Graf 4: Graf reziduí



Zdroj: Vlastní zpracování, SAS studio

Rozptyl reziduí je testování na přítomnost heteroskedacitivity. Heteroskedacita neboli různorodost v rozptylu reziduí může mít významný vliv na model, respektive na proloženou regresní křivku, testování na přítomnost heteroskedacitivity je provedeno za pomoci Breusch – Pagan testu. Ten využívá principu Chí kvadrát test.

Tabulka 6: Heteroskedacita

Model: MODEL1
Dependent Variable: Cena_Ylog Cena_Ylog

| Test of First and Second Moment Specification | | |
|---|------------|------------|
| DF | Chi-Square | Pr > ChiSq |
| 2 | 22.11 | <.0001 |

Zdroj: Vlastní zpracování, SAS Studio

Formulace nulové a alternativní hypotézy

H₀: Rozptyl reziduí se významně neodlišuje

H_a: Rozptyl reziduí se významně odlišuje

$p < \alpha$

➔ Na hladině významnosti 95 % zamítám nulovou hypotézu a přijímám hypotézu alternativní. Rozptyl reziduí se významně odlišuje.

Toto je pro regresní model nežádoucí jev. Jelikož růst hodnot na ose x snižuje spolehlivost modelu zvyšováním reziduí.

Regresní diagnostika a úprava dat

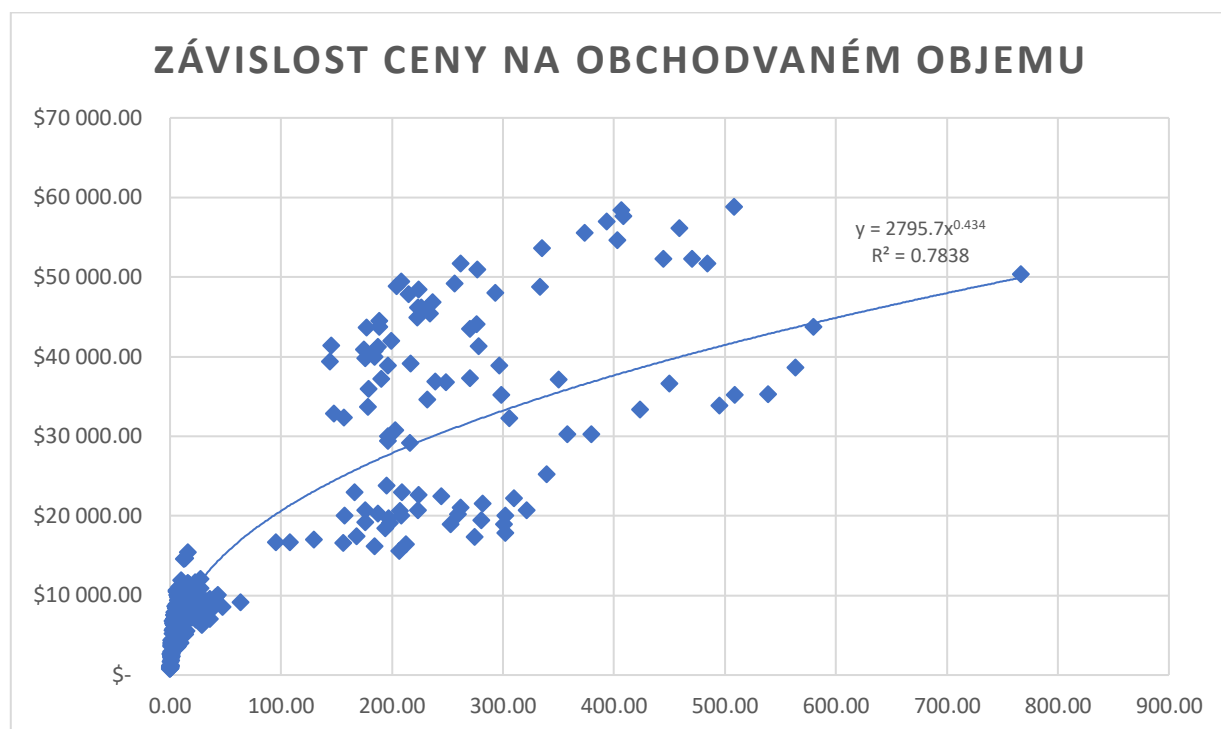
Dalším krokem je diagnostika dat, s cílem odstranit velmi vlivná data na model a provést opakovaně regresní diagnostiku s cílem zvýšení spolehlivosti modelu. Tato diagnostika je provedena v programu SAS studio, jenž modeluje sílu vlivu na regresní křivku pomocí odlehlých pozorování. Tato data jsou následně odstraněna s cílem vytvoření modelu s vyšší spolehlivostí. Tabulka s daty je přiložena v příloze. Za pomoci indikaci vlivu na regresní model jsou vybraná vlivná data odstraněna. Jedná se o data, jež jsou označena více než 3 hvězdičkami. Data, jejichž hodnota reziduí je > přibližně 0,61 nebo < -0,61. Nový výběrový soubor čítá 280 pozorování. Cílem je získání dat s reziduálními hodnotami oscilujícími kolem 0 linie. Došlo tak k odstranění 32 záznamů. Graf s upraveným výběrovým souborem je zobrazen na grafu 5.

4.4.3 Testování upraveného výběrového souboru

Graf 5 zobrazuje upravená data aproximovaná mocninnou křivkou spojnice trendu. Nad křivkou je zobrazena rovnice křivky a regresní koeficient.

$$R^2 = 0,7838$$

Graf 5: Upravený výběrový soubor



Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Upravený model má regresní koeficient vyšší o 0,1064 očištěním modelu jsme tedy získali spolehlivost vyšší o 10,64 %. Očištěný statistický soubor je nutné podrobit stejným statistickým testům. Cílem je získání vhodnějšího modelu pro odhad budoucích hodnot.

Tabulka 7: Testování spolehlivosti upraveného VS

| ANOVA | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Significance F</i> |
|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------------------|
| Regression | 1 | 258,299023 | 258,299023 | 2110,30763 | 7,48E-132 |
| Residual | 278 | 34,0268534 | 0,12239875 | | |
| Total | 279 | 292,325876 | | | |

Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Vyhodnocení za pomoci p hodnoty

$$p = 7,48E-132$$

$$p < \alpha$$

→ Zamítáme H_0 a přijímáme H_a – Na hladině významnosti 95 % je model statisticky významný a vhodný pro předpověď.

Tabulka 8: Koeficienty regresního modelu upraveného VS

| | <i>COEFFICIENTS</i> | <i>STANDARD ERROR</i> | <i>T STAT</i> | <i>P-VALUE</i> |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------|----------------|
| Intercept | 7,93583115 | 0,036022558 | 220,301712 | 0 |
| X Variable 1 | 0,4339636 | 0,009446706 | 45,9380847 | 7,48E-132 |

Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Parametr B1 získáme odlogaritmováním koeficientu 7,93583115

$$\rightarrow B1 = 2795,681406$$

Parametr B2 je převeden do exponentu

$$\rightarrow B2 = 0,4339636$$

$$y = 2795,68141 \times x^{0,4339636}$$

$$R^2 = 0,769011530008$$

Tabulka 9: Koeficient korelace upraveného VS

| | <i>COLUMN 1</i> | <i>COLUMN 2</i> |
|----------|-----------------|-----------------|
| Column 1 | 1 | |
| Column 2 | 0,85176049 | 1 |

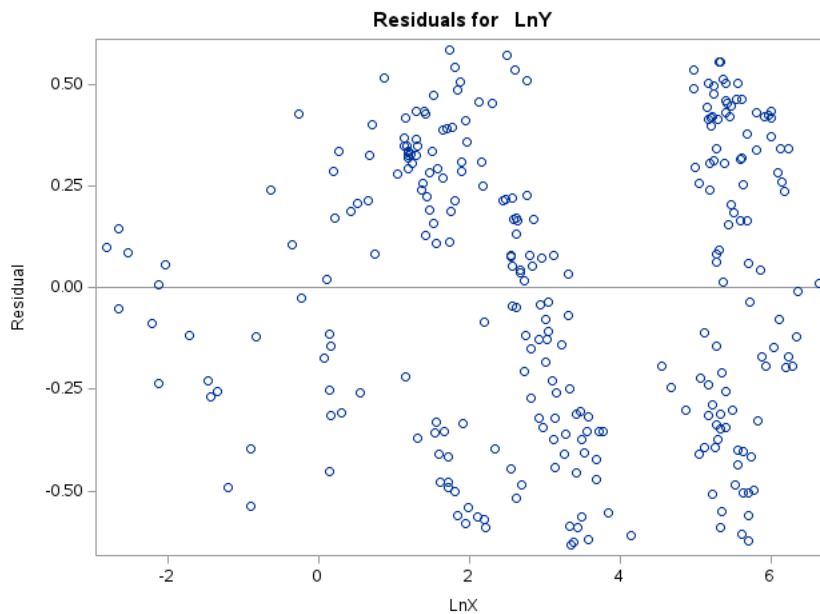
Zdroj: Vlastní zpracování, MS Excel

Koeficient korelace upraveného modelu je roven 0,85176049. Stejně jako v neupraveném modelu vychází na silnou přímou závislost. Upravením modelu však došlo ke zvýšení síly závislosti.

V upraveném modelu se tedy podařilo zvýšit spolehlivost i sílu závislosti. Na grafu 6 jsou zobrazena rezidua, upraveného regresního modelu. Porovnáním s grafem 4 vidíme, že se

podarilo očistit model o hodnoty s vysokými reziduálními hodnotami. Čímž se zvýšila spolehlivost modelu, viz tvrzení výše.

Graf 6: Rozptyl reziduí upraveného VS



Zdroj: Vlastní zpracování, SAS Studio

Testování heteroskedacity

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H₀: Rozptyl reziduí se významně neodlišuje

H_a: Rozptyl reziduí se významně odlišuje

Tabulka 10: Heteroskedacita upraveného VS

| Test of First and Second Moment Specification | | |
|---|------------|------------|
| DF | Chi-Square | Pr > ChiSq |
| 2 | 13.63 | 0.0011 |

Zdroj: Vlastní zpracování, SAS Studio

$$p = 0,0011$$

$$\alpha = 0,05$$

$p < \alpha \Rightarrow$ Na hladině významnosti 5 % zamítám nulovou hypotézu a přijímám alternativní hypotézu. Rozptyl reziduí ve významně odlišuje.

Ačkoli klesla oproti neupravenému modelu testová hodnota chí kvadrát testu z 22,11 na 13,63 nepodařilo se filtrováním dat heteroskedacitu odstranit. Odstraněním heteroskedacitivity by došlo k dalšímu zpřesnění regresního modelu.

4.5 Výsledky a diskuse

S cílem posouzení krátkodobého a dlouhodobého vývoje ceny jsou na historická data aplikovány principy technické a fundamentální analýzy. Jak bylo popsáno výše, pro komplexní pohled je pohlíženo k fundamentální i technické analýze. V krátkém období bude mít zejména fundamentální analýza významný vliv.

4.5.1 Technická analýza

Krátkodobý trend reprezentován klouzavým průměrem SMA 30 značí růst ceny, takový je způsoben zejména růstovým kanálem, v němž se cena od počátku roku 2023 nachází. Dlouhodobý trend, signalizovaný klouzavým průměrem SMA 200, poté značí rovněž růst a slouží jako potvrzení rostoucího trendu. Od počátku roku 2023 ukazuje cena ukázkový rostoucí trend, kdy cena vytváří nová vyšší maxima a nový vyšší minima. Právě tímto je popsán růstový kanál. Posledním konfirmačním signálem pro dlouhodobý růst je změna střednědobého trendu SMA 100, pokud dojde k překřížení klouzavých průměrů 30 a 100 s konfirmací rostoucího 200 periodického klouzavého průměru jedná se o signalizaci pro růst v dlouhodobém horizontu. Překonáním odporové zóny na úrovni 36200 \$ se vytvořila nová podpůrná zóna u níž předpokládáme "zadržení" ceny před poklesem pod tuto zónu, obdobně jako v roce 2021. Další zónou, jenž může v krátkodobém časovém horizontu zabránit růstu je odporová zóna na ceně 46 000 \$, jedná se o zónu lokálního maxima roku 2022. Další odporovou zónou je zóna 64 000 \$ absolutního maxima ceny. Překonání těchto zón je závislé zejména na tržní situaci a působících fundamentech. Konfluenci podpůrné zóny je vytvořena silnou objemovou úrovní 34 400 \$. Výsledkem technické analýzy je tedy

potenciál růstu ceny bitcoinu, růst ceny může být omezen odporovými zónami, pozitivně působící fundamenty v kombinaci s objemem obchodů povedou k překonání těchto zón. Jelikož nad absolutním maximem ceny neexistuje obchodní aktivita, není možné ze struktury trhu odhadovat budoucí vývoj nad tímto pásem.

4.5.2 Fundamentální analýza

Globální fundamentální analýza pojednává o prostředí, v němž se bitcoin nachází, aktuálně a v budoucnu. Jak bylo v práci zmíněno, cena Bitcoinu roste zejména v prostředí nízkých úrokových sazeb. Snížení bazických úrokových sazeb ve spojených státech v roce 2024 bude silným pozitivním fundamentem pro cenu Bitcoinu, jenž může dopomoci k proražení odporových zón. Příčinou toho může být příliv nových investorů do bitcoinu, zároveň se jedná o prostředí, ve kterém vznikají nové firmy jejichž byznys model je vytváření nových projektů v kryptoměnách. Čímž dojde k posílení odvětví kryptoměn, ačkoli se nejedná o projekty přímo týkající se Bitcoinu, na bitcoin působí i růst fundamentu v rámci odvětví – kryptoměn. Odvětvová analýza byla provedena pomocí Fear & Greed indexu, jenž i prostředí vysokých úrokových sazeb signalizuje úroveň greed – pozitivní nálada.

Bitcoin Spot ETF

Na počátek roku 2024 je plánováno rozhodnutí o schválení spot Bitcoin ETF, jenž by mělo být nástrojem, který přinese do Bitcoinu další likviditu, investory, a zpřístupní investici do bitcoinu i investorům, kteří chtějí investovat prostřednictvím jednoduchého nástroje zajištěného stabilními společnostmi. Zde se však jedná o nejistou zprávu, jelikož k zamítnutí žádosti o ETF již došlo v roce 2021, jednalo se o ETF společnosti GrayScale (finex, 2023).

Vnitřní cyklus Bitcoinu

Silným fundamentem pro cenu bitcoinu je jeho vnitřní cyklus, vliv půlení na cenu byl popsán výše. Následující půlení nastane v průběhu dubna 2024, vlivem čehož klesne inflace nových bitcoinů na polovinu. Tento cyklus bude působit jako

silný fundament i nadále, jelikož je přímo spojen s dalšími vlastnosti a principem fungování bitcoinu.

Výsledek analýz

Kombinací technické analýzy a fundamentální analýzy lze dosáhnout efektivního zhodnocení situace. Při hodnocení pokládám výrazně vyšší vliv analýze fundamentální, pro úvahu v dlouhém časovém horizontu a situaci, kde neexistují data o obchodní aktivitě nad dlouhodobými maximy, je hodnocení na bázi fundamentu vhodnějším řešením. Úvahu v krátkém časovém horizontu lze vystavět na principech analýzy technické. Dostupné nástroje technické analýzy indikují růst ceny. Fundamentálně se aktuálně nenachází Bitcoin ve vhodném prostředí pro růst ceny, toto je způsobeno zejména globální makroekonomickou situací, i přes to, je výkonnost bitcoinu vyšší než výkonnost zbytku odvětví kryptoměn. Z historické zkušenosti předpokládáme že snížením úrokových sazeb v USA dojde k vyšší výkonnosti bitcoinu i celého odvětví kryptoměn. Vnitřní cyklus je pozitivním vlivem, z pohledu ceny i funkčnosti. Významné fundamenty Bitcoinu byly popsány v části teoretické, pokud nejde ke změnám u těchto vlastností, závisí Bitcoin zejména na tržním prostředí, ve kterém se pohybuje. Vnitřní fundamenty zůstávají nadále neměnné, pokud dojde k očekávanému zlepšení v prostředí makroekonomickém, jedná se o pozitivní prostředí pro růst ceny.

4.5.3 Výsledky statistických testů

Cíl práce, prokázání závislosti mezi objemem obchodů a cenou je realizován za pomoci regresních a korelačních testů. Jejichž výsledek testové statistiky posléze slouží ke zhodnocení výsledků, a předpověď obchodovaného objemu tak, aby byla cena za bitcoin 100 000 \$. Prvotním testováním se podařilo získat regresní model, jehož výsledky korelace a testování spolehlivosti modelu určily jeho vhodnost k předpovědi. Následně byla provedena regresní diagnostika jejímž úkolem bylo upravit data odstraněním vlivných pozorování. Výběrový soubor poklesl o 32 záznamů. Nový VS čítající 280 je stále považován za reprezentativní, jelikož svým rozsahem pokrývá rozpětí cen od 800 \$ do absolutního maxima. V upraveném modelu zůstává shluk dat s cenou <10 000 \$ jelikož nebyly vyhodnoceny jakožto statisticky významné silnými rezidui. Testováním upraveného

modelu se podařilo dosáhnout vyšší spolehlivosti modelu, i vyššího korelačního koeficientu – síly závislosti. Testováním na heteroskedacitu se však prokázalo že upravením modelu se heteroskedacitu nepodařilo odstranit. Vlivem čehož model nedoporučuji pro odhad budoucích hodnot.

4.6 Diskuse

Hlavním cílem této práce bylo posouzení investičního potenciálu kryptoměny Bitcoin, a to za použití technické a fundamentální analýzy. Větší důraz byl kladen na analýzu fundamentální – analýza prostředí, analýza vnitřního fungování kryptoměny „digitální vzácnosti“. Technickou analýzu v dlouhém období považuji za ne tolik spolehlivou. Avšak cena bitcoinu bude vždy záležet na ochotě nakupujících a prodávajících a jejich vlastnímu ocenění kryptoměny. Testovou statistikou se podařilo prokázat existenci závislosti mezi cenou a objemem, je tak nezbytně nutné, aby obchodovaný objem rostl pro růst ceny. Přičemž investiční potenciál předpokládám pozitivní, zejména vlivem právě fundamentálních událostí očekávaných v průběhu roku 2024. Bitcoinový maximalista a ekonom Saifedean Ammous (2023) ve svém příspěvku na platformě X odmítl tvrzení, že by bitcoin měl dosáhnout ceny 1 milionu \$ do 90 dní, tento příspěvek umístil na síť 22.3.2023. Mezi jeho důvody patřilo zejména tvrzení, že americký dolar nespadne do hyperinlace, zároveň upozorňoval že přechod z dolaru na bitcoin je v masovém měřítku extrémně problematický a bankovní krize nebude působit pozitivně dlouhodobě na cenu bitcoinu. Jeho tvrzení se vyplnilo, na čemž je patrné že makroekonomické období je pro cenu bitcoinu klíčové. Portfolio manažer fondu Metatron Capital Aleš Vávra (2023), jenž je vůči Bitcoinu dlouhodobě skeptický, v listopadu 2023 varoval investory před silou regulace finančních trhů v USA. Zároveň varuje, že nárůst ceny blížícím se půlením, není „jistota“ ikdyž tomu tak v historii bylo (e15,2023).

Bečková (2022) ve věci potenciálu investice předpokládá že pokračující adopce bitcoinu sníží volatilitu – propady ceny ke kterým u bitcoinu často docházelo. Zároveň u bitcoinu předpokládá přiblížení k ostatním tendenčním investičním aktivům. Za nebezpečí poté pokládá regulaci bitcoinu v USA a EU v roce 2024. Za optimální dlouhodobou strategii obdobně uvažuje metodu DCA. Tato práce se krátkodobou metodou investování nezabývá,

jelikož nepovažuje investování za pomoci indikátorů technické nepovažuje za spolehlivé. Snížení volatility působí pozitivně zejména filtrováním propadů v řádech desítek % avšak působí negativně z hlediska hodnocení výkonnost bitcoinu by se tak přiblížila tradičním aktivům čímž by se stala nepravděpodobnou možností, že Bitcoin dosáhne zhodnocení 100 % za dobu jednoho roku.

Rajat et al. (2022) vytvářeli model jenž měl predikovat cenu bitcoinu na základě historických dat, ačkoli jejich model ARIMA dosáhl úspěšných výsledků u modelů akciových, bitcoinový model se jim nepodařilo vytvořit, což bylo přičteno na vinu velké volatility u kryptoměn obdobně u modelu Fbprophet.

Jak se ukázalo na práci Rajata et al. (2022) vytvoření predikčního modelu pro kryptoměny je možné, avšak modely nedisponují vysokou spolehlivostí. Pokud by došlo k masové adopci Bitcoinu, jak předpokládá Bečková (2022) což by vedlo ke snížení volatility, je možné provést výzkum znovu a pracovat s modelem dat u nichž je nižší volatility a provést testování na modelu na němž prováděli testování Rajat a kolektiv. Snížená volatility a trend bez dlouhodobých konsolidací ve spojení s větším statistickým souborem je možné použít k opakovanému testování modelu použitého v této práci.

5 Závěr

Cílem této práce bylo prokázat závislost, mezi objemem obchodů a cenou bitcoinu, jak cena ovlivňuje obchodovaný objem. Při zkoumání dat a tvorbě prvotního modelu byla vytvořena hypotéza opačná, tedy že obchodovaný objem ovlivňuje cenu. Jedná se pouze o pře formulaci hypotézy, jelikož z testování korelace víme, že existuje přímá závislost, mezi cenou a objemem obchodů. Nově formulovaná hypotéza zkoumá, zda je možné vysvětlit nárůst v ceně pomocí nárůstu v objemu obchodů. Provedením statistických testů na výběrovém souboru se podařilo prokázat, že existuje závislost mezi obchodovaným objemem a cenou, konkrétně se jedná o silnou přímou závislost. Cena tedy velmi silně závisí na obchodovaném objemu. Regresní model, jímž by se dal přírůstek v ceně objemem vysvětlit, s dostatečnou spolehlivostí, se však nepodařilo vytvořit. Úpravou mocninného regresního modelu se podařilo dosáhnout spolehlivosti 77 %, spolehlivost modelu v kombinaci s heteroskedacitou není na základě formulovaných požadavků modelu vhodným modelem pro předpověď, dílčí cíl, odhad obchodovaného objemu, jenž je potřeba k překonání hranice 100 000\$ tak není možné spolehlivě odhadnout.

Prokázaná závislost mezi obchodovaným objemem a cenou, v konfluenci s výsledky fundamentální a technické analýzy signalizují potenciál nárůstu ceny bitcoinu. Regresní statistikou se prokázalo, že významným vlivem je však růst obchodovaného objemu. Negativním dopadem pro kontinuální růst ceny, je nelineární přírůstek objemu, jenž musí pro růst ceny nastat. Analýza vývoje historických dat o průběhu ceny však ukazuje, že ačkoli je dlouhodobý trend rostoucí, dochází nepravidelně k propadům ceny i o vyšší desítky procent. Toto je důležité zakomponovat do investičního přístupu jenž se investor chystá zvolit. Tyto poklesy jsou nepravidelné, některé jsou způsobené oslábnutím momenta, toto se týká zejména post halving fázi, jiné poklesy jsou způsobené tzv. black swan tedy negativními informacemi působícími nejen na trh. Takovými mohou být události jako Covid, válka na Ukrajině či jiné, nepředvídatelné či události jež nejsou zaceněny v trhu.

Vlastnosti fungování Bitcoinu, jakožto sítě, jsou rozebrány v teoretické části práce. Klíčové vlastnosti jako je digitální vzácnost, částečná anonymita, rigidita a P2P transakce zůstanou funkční a neměnné i v případě, že růstu k ceny nedojde, při konstantní či klesající ceně však existuje potenciální ohrožení bezpečnosti sítě. Bitcoin jako P2P platební

prostředek tak bude možné používat i případě, kdy cena vyklesá do nižší úrovní, například jednotek tisíc \$.

Růst ceny je tak atraktivní zejména pro investory, kteří na růst ceny spekulují a snaží se pomocí bitcoinu zhodnotit svoje volné prostředky. Pokud chce investor spekulovat v dlouhodobém horizontu, je zásadní, aby zabezpečil svoje prostředky pomocí cold wallet – HW peněženky. Pokud chce investor spekulovat v krátkodobém horizontu, lze prostředky ponechat na burze či hot wallet – SW peněženke. V takovém případě si však investor musí být v plné míře vědom rizik, jaká neodržení klíčů přináší. K masové adopci Bitcoinu v ekonomice zatím nedošlo, jedná se o stav, jenž je očekávaný jeho časový horizont je však těžko odhadnutelný. Směnitelnost bitcoinu za produkty či služby není v České republice či ve světě masovým jevem, společností, u nichž lze kryptoměnou zaplatit, či získávat mzdu stále existuje velmi malé množství. Potenciální investoři zejména neprofesionální by měli vždy volit investici metodou DCA tedy postupných nákupů které by měli následně ukládat do HW peněženek. Toto je jediná bezpečná cesta z hlediska bezpečnosti či pravděpodobného zhodnocení. Odprodej části pozice či prodej celé by měl být realizován na předem stanovené cenové úrovni. Významný vliv na efektivnost investice má psychika, k neprofesionálním investorům se Bitcoin zpravidla dostane v době, kdy dojde k překonání určité cenové úrovně. Zde je nutné, aby se investoři nechovali emočně iracionálně a nesnažili se ihned vytvořit pozici v Bitcoinu a propadnout tzv. FOMO efektu jenž je výše popsán. Růst ceny Bitcoinu zpravidla vede k růstu ceny i ostatních kryptoměn či vzniku nových, neprofesionální investor se v takovém případě nesmí nechat impulzivně vtáhnout do investice do kryptoměny již nerozumí, u nově vzniklých kryptoměn se ve velké míře jedná o podvody a investor riskuje ztrátu svých prostředků.

6 Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje:

AMMOUS, Saifedean. *The bitcoin standard: the decentralized alternative to central banking*. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2021. ISBN 978-1-119-47386-2.

BOUŠKA, Kamil. *Velká kniha o Bitcoinu a kryptoměnách aneb Finanční gramotnost pro každého*. První. vyd. Praha: Braiins Publishing, 2023. ISBN 978-80-908709-5-6.

HARTMAN, Ondřej. *Začínáme na burze: jak uspět při obchodování na finančních trzích: akcie, komodity, forex, kryptoměny, akciové indexy a ETF*. Přepracované a rozšířené vydání. vyd. V Brně: BizBooks, 2023. ISBN 978-80-265-1135-9.

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin Whitepaper*. BRAIINS.COM, přel. 2008.

NOVÁK, Michal. *Lightning Network: Platby budoucnosti*. První. vyd. Praha: Braiins Publishing, 2023. ISBN 978-80-908709-4-9.

PRITZKER, Yan. *Vynález jménem bitcoin*. Tereza WONGOVÁ, přel. Vydání první. vyd. Praha: Braiins Publishing, 2020. ISBN 978-80-907975-0-5.

ROTHBARD, Murray Newton. *Peníze v rukou státu: jak vláda zničila naše peníze*. Praha: Liberální Institut, 2001. ISBN 978-80-86389-12-7.

STROUKAL, Dominik a Jan SKALICKÝ. *Bitcoin a jiné kryptopeníze budoucnosti: historie, ekonomie a technologie kryptoměn, stručná příručka pro úplné začátečníky*. Třetí rozšířené vydání. vyd. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-1043-8.

TĚTEK, Josef. *Bitcoin: odluka peněz od státu*. První vydání. vyd. Praha: Braiins Publishing, 2021. ISBN 978-80-907975-8-1.

Bitcoin a ti druzí: nepostradatelný průvodce světem kryptoměn. Praha: IFP Publishing, 2018. ISBN 978-80-87383-71-1.

Internetové zdroje:

ADEYANJU, Oluwaseun. Bitcoin Opportunity: Africa Adoption Rate Is Highest Globally. In.: 14. 9. 2021. Dostupné

z: <https://www.forbes.com/sites/oluwaseunadeyanju/2021/09/14/bitcoin-opportunity-africa-adoption-rate-is-highest-globally/?sh=7845eb786d57>

AMMOUS, Saifedean. *Why Bitcoin won't reach 1 mil \$ in 90 Days* [online]. 2023, 2023 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z:
<https://twitter.com/saifedean/status/1638452562025127936?s=61&t=Y126Na0kZ9LG3bqEVa0hRA>

BEČKOVÁ, Veronika. *Predikce vývoje a posouzení investičního potenciálu kryptoměny Bitcoin* [online]. Praha, 2022 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z:
https://is.czu.cz/auth/student/zobraz_zp.pl?verejny=1;studium=267407;zp=303186.
Diplomová práce. ČZU. Vedoucí práce Ing. David Křížek.

BEST, Raynor. Distribution of Bitcoin mining hashrate from September 2019 to January 2022, by country. In: . 2. 8. 2023. Dostupné
z: <https://www.statista.com/statistics/1200477/bitcoin-mining-by-country/>

CRYPTOSLAV, Ivan. The Ultimate Deep Dive Into Bitcoin's Security Model. In:
coinmarketcap.com [online]. 1. 2. 2023. Dostupné
z: <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/the-ultimate-deep-dive-into-bitcoin-s-security-model>

ČTK. Američtí poslanci schválili rekordní rozpočet na obranu. In: *seznam.cz* [online].
8. 12. 2022. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/zahranicni-americti-poslanci-schvalili-rekordni-rozpocet-na-obranu-221012>

FALDAA, Figy. Určení hodnoty bitcoinu na základě jeho vzácnosti. In: . 29. 7. 2019.
Dostupné z: <https://medium.com/@figyfaldaa/ur%C4%8Den%C3%AD-hodnoty-bitcoinu-na-z%C3%A1klad%C4%9B-jeho-vz%C3%A1cnosti-7c7a82a41f38>

HUANG, Kalley. Why did FTX Collapse? Here's what to know. In: *nytimes.com* [online].
22. 11. 2022. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2022/11/10/technology/ftx-binance-crypto-explained.html>

KENDALL, Will. What Is Bitcoin Stock to Flow (S2F) model and How to Use It? In:
coinmarketcap.com [online]. 1. 6. 2023. Dostupné
z: <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/what-is-bitcoin-stock-to-flow-s2f-model-and-how-to-use-it>

KOLINSKA, Dorota. Cryptocurrencies in the EU: new rules to boost benefits and curb threats. In: *europarl.europa.eu* [online]. 14. 3. 2022. Dostupné

z: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220309IPR25162/cryptocurrencies-in-the-eu-new-rules-to-boost-benefits-and-curb-threats>

LOPEZ, Oscar a Livni EPHART. In global first, El Salvador adopts Bitcoin as currency. In: *nytimes.com* [online]. 7. 8. 2021. Dostupné

z: <https://www.nytimes.com/2021/09/07/world/americas/el-salvador-bitcoin.html>

LUKÁČ, Petr. Zákaz těžby v Číně úplně změnil pravidla. In: *e15.cz* [online]. 17. 8. 2023.

Dostupné z: <https://www.e15.cz/podcasty/kryptospace/zakaz-tezby-v-cine-uplne-zmenil-pravidla-ale-bitcoinu-to-pomohlo-rika-csepcsar-z-braains-1399956>

MCKINNEY, Jordan. Bitcoin Security: a Negative Exponential. In: *medium.com* [online].

29. 8. 2018. Dostupné z: <https://medium.com/coinmonks/bitcoin-security-a-negative-exponential-95e78b6b575>

MORELAND, Kirsty. Not Your Keys, Not Your Coins: Explained. In: *ledger.com*

[online]. 23. 5. 2023. Dostupné z: <https://www.ledger.com/academy/not-your-keys-not-your-coins-why-it-matters>

PLECHÁČ, Petr. Market Profile. In: *tradedcz.cz* [online]. 2. 1. 2020. Dostupné

z: <https://www.tradedcz.cz/market-profile-indikator/>

PLECHÁČ, Petr. Market Profile, čtení trhu pomocí profilace. In: *tradedcz.cz* [online].

12. 2. 2019. Dostupné z: <https://www.tradedcz.cz/market-profile-cteni-trhu-pomoci-profilace/>

PLECHÁČ, Petr. Technická analýza. In: *tradedcz.cz* [online]. 30. 4. 2019. Dostupné

z: <https://www.tradedcz.cz/technicka-analyza/>

PLECHÁČ, Petr. Volume Profile. In: *tradedcz.cz* [online]. 16. 1. 2020. Dostupné

z: <https://www.tradedcz.cz/volume-profile-indikator/>

RATHORE, Rajat Kumar et al. Real-world model for bitcoin price prediction. *Information Processing & Management*. 2022, roč. 59, č. 4, s. 102968. ISSN 03064573.

DOI: [10.1016/j.ipm.2022.102968](https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.102968)

RICKARDS, James. Nový zlatý standard: řádný nebo chaotický? In: *zlaterezervy.cz*

[online]. 22. 10. 2020. Dostupné z: <https://www.zlaterezervy.cz/clanky/zajimavy-vyber/novy-zlaty-standard-radny-nebo-chaoticky#>

ROOMI, Mishal. 7 Advantages and Disadvantages of Peer to Peer Network | Drawbacks & Benefits of Peer to Peer Network. In: *hitechwhizz.com* [online]. 15. 11. 2020. Dostupné z: [7 Advantages and Disadvantages of Peer to Peer Network | Drawbacks & Benefits of Peer to Peer Network](#)

SOBOL, Michal. SEC to vzdává? Komise se neodvolá proti rozhodnutí o Grayscale Spot Bitcoin ETF! In: *finex.cz* [online]. 14. 10. 2023. Dostupné z: <https://finex.cz/sec-to-vzdava-komise-se-neodvola-proti-rozhodnuti-o-grayscale-spot-bitcoin-etf/>

SOUKUP, Tomáš. KYC (know your customer): Co to je a proč po vás makléři i burzy chtějí při verifikaci osobní údaje? In: *finex.cz* [online]. 15. 4. 2021. Dostupné z: <https://finex.cz/kyc-verifikace-na-burzach-a-u-brokeru/>

STATISTA RESEARCH DEPARTMENT. Number of adults with a bank account in Africa from 2012 to 2022. In: *statista.com* [online]. 24. 5. 2022. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/915625/number-adults-with-bank-account-africa/#:~:text=Published%20by%20Statista%20Research%20Department%2C%20May%2024%2C%202022,Africa%20were%20expected%20to%20have%20a%20bank%20account.>

TĚTEK, Josef, Aleš JANDA a Michal MIKLE. Bitcoin (VŠE, CO CHCETE VĚDĚT). In: *alza.cz* [online]. 5. 12. 2022. Dostupné z: <https://www.alza.cz/bitcoin?evt=ac>

WACHUTKA, Matouš. Monero (VŠE, CO CHCETE VĚDĚT) – plně anonymní kryptoměna. In: *alza.cz* [online]. 13. 8. 2022. Dostupné z: <https://www.alza.cz/monero?evt=ac>

WIRDUM, Aaron. THE LONG ROAD TO SEGWIT: HOW BITCOIN'S BIGGEST PROTOCOL UPGRADE BECAME REALITY. In: *bitcoinmagazine.com* [online]. 23. 8. 2017. Dostupné z: <https://bitcoinmagazine.com/technical/the-long-road-to-segwit-how-bitcoins-biggest-protocol-upgrade-became-reality>

WOLF, Karel. Co je to vlastně ten blockchain? In: *alza.cz* [online]. 3. 9. 2019. Dostupné z: <https://www.alza.cz/co-je-blockchain>

XTB.COM. Co je fundamentální analýza? In: *xtb.com* [online]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/vzdelavani/co-je-fundamentalni-analyza>

XTB.COM. Klouzavé průměry. In: *xtb.com* [online]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/vzdelavani/klouzave-prumery>

Bank of England: Our History. In: *bankofengland.co.uk* [online]. 31. 1. 2023. Dostupné z: <https://www.bankofengland.co.uk/about/history>

Bitcoin becomes official currency in Central African Republic. In: *bbc.com* [online]. 27. 4. 2022. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-africa-61248809>

Bitcoin Exchange Balance. In: *coinglass.com* [online]. 2023. Dostupné z: <https://www.coinglass.com/Balance>

BITCOIN The Halving trend-line has the next Market Top at \$70000. In: *tradingview.com*. 7. 5. 2020

CMC Crypto Fear & Greed Index. In: *Coin Market Cap* [online]. 2023 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://coinmarketcap.com/charts/#How%20does%20this%20index%20determine%20the%20fear%20and%20greed%20level%20of%20the%20market?>

Grayscale Investments Holdings. In: *coinglass.com* [online]. 2023. Dostupné z: <https://www.coinglass.com/Grayscale>

Halving countdown. In: *blockchair.com* [online]. 2023. Dostupné z: <https://blockchair.com/tools/halving-countdown>

HODL Waves. In: *unchained.com* [online]. Dostupné z: <https://unchained.com/hodlwaves/>

Mining: What is Bitcoin mining? In: *bitcoin.org* [online]. 2023. Dostupné z: <https://bitcoin.org/en/faq#mining>

Total Transaction Fees (USD). In: *blockchain.com* [online]. 2023. Dostupné z: <https://www.blockchain.com/explorer/charts/transaction-fees-usd>

VÁVRA, Jan. Bitcoin posílil na téměř 40 tisíc dolarů. Roste i díky zásadní neznalosti, varuje investor Vávra. *E15* [online]. 2023, **2023**, 1 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/kryptomeny/bitcoin-posilil-na-temer-40-tisic-dolaru-roste-i-diky-zasadni-neznalosti-varuje-investor-vavra-1411544>

Vysvětlení těžařských poolů. In: 31. 1. 2023. Dostupné z: <https://academy.binance.com/cs/articles/mining-pools-explained?ref=R30T0FSD>

7 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

7.1 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Geografické rozložení těžebního výkonu | 22 |
| Obrázek 2: Hodl Waves | 26 |
| Obrázek 3: Počet bitcoinů držných na burzách | 32 |
| Obrázek 4: Podíl poolů na těžebním výkonu | 33 |
| Obrázek 5: Vnitřní cykly Bitcoinu a jejich vliv na cenu | 35 |
| Obrázek 6: Příklad orderflow grafu | 40 |
| Obrázek 7: Rozdíl SMA a EMA | 41 |
| Obrázek 8: Graf ceny bitcoinu | 44 |
| Obrázek 9: Vliv makroekonomických událostí | 46 |
| Obrázek 10: Analýza trendu | 49 |
| Obrázek 11: Podpurné a rezistentní zóny | 50 |
| Obrázek 12: Volume profil | 51 |
| Obrázek 13: Silné objemové zóny | 52 |
| Obrázek 14: Makroekonomické faktory | 53 |
| Obrázek 15: Crypto Fear & Greed Index | 54 |
| Obrázek 16: Porovnání tržní kapitalizace Bitcoinu a ostatních kryptoměn | 55 |

7.2 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Regresní statistika | 59 |
| Tabulka 2: Testování spolehlivosti modelu | 60 |
| Tabulka 3: Koeficienty regresního modelu | 61 |
| Tabulka 4: Koeficient korelace | 62 |
| Tabulka 5: Testování korelace | 62 |
| Tabulka 6: Heteroskedacita | 63 |
| Tabulka 7: Testování spolehlivosti upraveného VS | 65 |
| Tabulka 8: Koeficienty regresního modelu upraveného VS | 66 |
| Tabulka 9: Koeficient korelace upraveného VS | 66 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 10: Heteroskedacita upraveného VS | 67 |
|--|----|

7.3 Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1: Závislost ceny na obchodovaném objemu | 57 |
| Graf 2: Lineární model | 58 |
| Graf 3: Mocninný model | 58 |
| Graf 4: Graf reziduí | 63 |
| Graf 5: Upravený výběrový soubor | 65 |
| Graf 6: Rozptyl reziduí upraveného VS | 67 |

7.4 Seznam použitých zkratk

| | |
|------|--|
| CEX | Centralised Exchange – Centralizovaná burza |
| DCA | Dollar Cost Averaging – Průměrování dolarových nákladů |
| EMA | Exponencial Moving Average – Exponenciální klouzavý průměr |
| ETF | Exchange Traded Fond – Pasivně spravovaný fond |
| FOMO | Fear of Missing out – Syndrom ujíždějícího vlaku |
| HW | Hard Ware |
| KYC | Know Your Customer – Znat svého zákazníka |
| P2P | Peer to Peer – Způsob komunikace |
| POS | Proof of Stake – Způsob zabezpečení sítě algoritmičtý |
| POW | Proof of Work – Způsob zabezpečení sítě „vykonanou prací“ |
| SMA | Simple Moving Average – Jednoduchý klouzavý průměr |
| SW | SoftWare |
| VS | Výběrový soubor |

8 Přílohy

Model: MODEL1
Dependent Variable: Cena_Ylog Cena_Ylog

| Output Statistics | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|----|-----|---|---|---|----------|----------|------------|-----------|---------|-----------|-------------------|
| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITS | DFBETAS | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Intercept | Objem [mln \$]log |
| 1 | 9.72 | 9.8667 | 0.0279 | -0.1445 | 0.423 | -0.342 | | | | | | 0.000 | -0.3412 | 0.0043 | 1.0101 | -0.0226 | -0.0013 | -0.0116 |
| 2 | 9.72 | 9.9188 | 0.0286 | -0.1953 | 0.423 | -0.462 | | | | | | 0.000 | -0.4615 | 0.0046 | 1.0097 | -0.0313 | -0.0006 | -0.0171 |
| 3 | 9.77 | 10.1067 | 0.0315 | -0.3395 | 0.422 | -0.804 | | * | | | | 0.002 | -0.8031 | 0.0055 | 1.0079 | -0.0599 | 0.0065 | -0.0389 |
| 4 | 9.74 | 9.9957 | 0.0298 | -0.2510 | 0.423 | -0.594 | | * | | | | 0.001 | -0.5932 | 0.0049 | 1.0092 | -0.0418 | 0.0015 | -0.0247 |
| 5 | 9.72 | 10.0759 | 0.0310 | -0.3572 | 0.423 | -0.845 | | * | | | | 0.002 | -0.8450 | 0.0054 | 1.0072 | -0.0620 | 0.0056 | -0.0394 |
| 6 | 9.69 | 10.1460 | 0.0322 | -0.4541 | 0.422 | -1.075 | | ** | | | | 0.003 | -1.0753 | 0.0058 | 1.0048 | -0.0819 | 0.0108 | -0.0547 |
| 7 | 9.71 | 10.2059 | 0.0332 | -0.4954 | 0.422 | -1.173 | | ** | | | | 0.004 | -1.1736 | 0.0062 | 1.0037 | -0.0923 | 0.0154 | -0.0639 |
| 8 | 9.82 | 10.5448 | 0.0397 | -0.7264 | 0.422 | -1.722 | | *** | | | | 0.013 | -1.7278 | 0.0088 | 0.9961 | -0.1628 | 0.0520 | -0.1298 |
| 9 | 9.94 | 10.3819 | 0.0365 | -0.4408 | 0.422 | -1.044 | | ** | | | | 0.004 | -1.0445 | 0.0074 | 1.0069 | -0.0903 | 0.0229 | -0.0681 |
| 10 | 9.91 | 10.3561 | 0.0360 | -0.4478 | 0.422 | -1.061 | | ** | | | | 0.004 | -1.0609 | 0.0072 | 1.0065 | -0.0905 | 0.0219 | -0.0675 |
| 11 | 9.86 | 10.1255 | 0.0318 | -0.2618 | 0.422 | -0.620 | | * | | | | 0.001 | -0.6191 | 0.0056 | 1.0097 | -0.0467 | 0.0056 | -0.0307 |
| 12 | 9.86 | 10.1762 | 0.0327 | -0.3185 | 0.422 | -0.754 | | * | | | | 0.002 | -0.7535 | 0.0060 | 1.0088 | -0.0584 | 0.0087 | -0.0397 |
| 13 | 9.89 | 10.1737 | 0.0327 | -0.2845 | 0.422 | -0.674 | | * | | | | 0.001 | -0.6730 | 0.0059 | 1.0095 | -0.0521 | 0.0077 | -0.0353 |
| 14 | 9.88 | 10.3239 | 0.0354 | -0.4486 | 0.422 | -1.062 | | ** | | | | 0.004 | -1.0627 | 0.0070 | 1.0062 | -0.0891 | 0.0202 | -0.0655 |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | | | | | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITs | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|----|-----|---|---|----------|----------|------------|-----------|---------|---------|-----------|
| | | | | | | | -2 | -1 | 0 | 1 | | | | | | 2 | Intercept |
| 15 | 9.85 | 10.2802 | 0.0346 | -0.4289 | 0.422 | -1.016 | | ** | | | 0.003 | -1.0159 | 0.0067 | 1.0065 | -0.0832 | 0.0171 | -0.0599 |
| 16 | 9.95 | 10.2951 | 0.0349 | -0.3414 | 0.422 | -0.809 | | * | | | 0.002 | -0.8081 | 0.0068 | 1.0091 | -0.0667 | 0.0142 | -0.0484 |
| 17 | 9.91 | 10.2913 | 0.0348 | -0.3774 | 0.422 | -0.894 | | * | | | 0.003 | -0.8936 | 0.0067 | 1.0081 | -0.0736 | 0.0155 | -0.0533 |
| 18 | 9.91 | 10.1983 | 0.0331 | -0.2912 | 0.422 | -0.689 | | * | | | 0.001 | -0.6889 | 0.0061 | 1.0096 | -0.0540 | 0.0088 | -0.0372 |
| 19 | 9.94 | 10.2275 | 0.0336 | -0.2891 | 0.422 | -0.684 | | * | | | 0.001 | -0.6839 | 0.0063 | 1.0098 | -0.0544 | 0.0097 | -0.0381 |
| 20 | 10.04 | 10.1988 | 0.0331 | -0.1557 | 0.422 | -0.369 | | | | | 0.000 | -0.3681 | 0.0061 | 1.0118 | -0.0289 | 0.0047 | -0.0199 |
| 21 | 10.08 | 10.1706 | 0.0326 | -0.0900 | 0.422 | -0.213 | | | | | 0.000 | -0.2129 | 0.0059 | 1.0122 | -0.0164 | 0.0024 | -0.0111 |
| 22 | 10.04 | 10.1024 | 0.0315 | -0.0578 | 0.422 | -0.137 | | | | | 0.000 | -0.1365 | 0.0055 | 1.0119 | -0.0102 | 0.0011 | -0.0066 |
| 23 | 10.03 | 10.2283 | 0.0336 | -0.1992 | 0.422 | -0.472 | | | | | 0.001 | -0.4712 | 0.0063 | 1.0114 | -0.0375 | 0.0067 | -0.0263 |
| 24 | 10.02 | 10.2656 | 0.0343 | -0.2448 | 0.422 | -0.580 | | * | | | 0.001 | -0.5791 | 0.0066 | 1.0109 | -0.0471 | 0.0093 | -0.0336 |
| 25 | 9.92 | 10.1527 | 0.0323 | -0.2343 | 0.422 | -0.555 | | * | | | 0.001 | -0.5540 | 0.0058 | 1.0104 | -0.0424 | 0.0058 | -0.0284 |
| 26 | 9.94 | 10.1951 | 0.0330 | -0.2577 | 0.422 | -0.610 | | * | | | 0.001 | -0.6096 | 0.0061 | 1.0102 | -0.0477 | 0.0076 | -0.0328 |
| 27 | 9.91 | 10.0789 | 0.0311 | -0.1702 | 0.423 | -0.403 | | | | | 0.000 | -0.4023 | 0.0054 | 1.0109 | -0.0296 | 0.0027 | -0.0188 |
| 28 | 9.94 | 10.1260 | 0.0319 | -0.1864 | 0.422 | -0.441 | | | | | 0.001 | -0.4406 | 0.0057 | 1.0109 | -0.0332 | 0.0040 | -0.0219 |
| 29 | 10.01 | 10.3663 | 0.0362 | -0.3561 | 0.422 | -0.844 | | * | | | 0.003 | -0.8433 | 0.0073 | 1.0092 | -0.0723 | 0.0178 | -0.0542 |
| 30 | 10.28 | 10.2131 | 0.0334 | 0.0698 | 0.422 | 0.165 | | | | | 0.000 | 0.1649 | 0.0062 | 1.0126 | 0.0130 | -0.0022 | 0.0091 |
| 31 | 10.33 | 10.1870 | 0.0329 | 0.1475 | 0.422 | 0.349 | | | | | 0.000 | 0.3487 | 0.0060 | 1.0118 | 0.0272 | -0.0042 | 0.0186 |
| 32 | 10.29 | 10.1727 | 0.0327 | 0.1169 | 0.422 | 0.277 | | | | | 0.000 | 0.2765 | 0.0059 | 1.0120 | 0.0214 | -0.0032 | 0.0145 |
| 33 | 10.31 | 10.1729 | 0.0327 | 0.1363 | 0.422 | 0.323 | | | | | 0.000 | 0.3222 | 0.0059 | 1.0118 | 0.0249 | -0.0037 | 0.0169 |
| 34 | 10.32 | 10.4277 | 0.0374 | -0.1092 | 0.422 | -0.259 | | | | | 0.000 | -0.2584 | 0.0078 | 1.0139 | -0.0229 | 0.0063 | -0.0176 |
| 35 | 10.52 | 10.2563 | 0.0341 | 0.2594 | 0.422 | 0.614 | | * | | | 0.001 | 0.6137 | 0.0065 | 1.0106 | 0.0496 | -0.0096 | 0.0353 |
| 36 | 10.58 | 10.2146 | 0.0334 | 0.3606 | 0.422 | 0.854 | | * | | | 0.002 | 0.8533 | 0.0062 | 1.0080 | 0.0675 | -0.0115 | 0.0469 |
| 37 | 10.62 | 10.1459 | 0.0322 | 0.4704 | 0.422 | 1.114 | | ** | | | 0.004 | 1.1141 | 0.0058 | 1.0042 | 0.0849 | -0.0112 | 0.0566 |
| 38 | 10.62 | 10.1230 | 0.0318 | 0.4959 | 0.422 | 1.174 | | ** | | | 0.004 | 1.1745 | 0.0056 | 1.0032 | 0.0884 | -0.0105 | 0.0581 |
| 39 | 10.70 | 10.1555 | 0.0324 | 0.5491 | 0.422 | 1.300 | | ** | | | 0.005 | 1.3014 | 0.0058 | 1.0014 | 0.0997 | -0.0138 | 0.0669 |
| 40 | 10.74 | 10.2274 | 0.0336 | 0.5143 | 0.422 | 1.218 | | ** | | | 0.005 | 1.2187 | 0.0063 | 1.0032 | 0.0970 | -0.0173 | 0.0680 |
| 41 | 10.69 | 10.1556 | 0.0324 | 0.5306 | 0.422 | 1.256 | | ** | | | 0.005 | 1.2572 | 0.0058 | 1.0021 | 0.0963 | -0.0133 | 0.0646 |
| 42 | 10.60 | 10.1454 | 0.0322 | 0.4512 | 0.422 | 1.068 | | ** | | | 0.003 | 1.0684 | 0.0058 | 1.0049 | 0.0814 | -0.0107 | 0.0543 |
| 43 | 10.59 | 10.1262 | 0.0319 | 0.4670 | 0.422 | 1.105 | | ** | | | 0.003 | 1.1059 | 0.0057 | 1.0042 | 0.0834 | -0.0101 | 0.0549 |
| 44 | 10.63 | 10.1533 | 0.0323 | 0.4753 | 0.422 | 1.125 | | ** | | | 0.004 | 1.1256 | 0.0058 | 1.0041 | 0.0861 | -0.0118 | 0.0577 |
| 45 | 10.52 | 10.1598 | 0.0324 | 0.3651 | 0.422 | 0.864 | | * | | | 0.002 | 0.8640 | 0.0059 | 1.0075 | 0.0663 | -0.0093 | 0.0446 |
| 46 | 10.63 | 10.0439 | 0.0305 | 0.5869 | 0.423 | 1.389 | | ** | | | 0.005 | 1.3910 | 0.0052 | 0.9992 | 0.1004 | -0.0069 | 0.0621 |
| 47 | 10.69 | 10.1286 | 0.0319 | 0.5566 | 0.422 | 1.318 | | ** | | | 0.005 | 1.3192 | 0.0057 | 1.0009 | 0.0996 | -0.0122 | 0.0657 |
| 48 | 10.58 | 10.0410 | 0.0305 | 0.5415 | 0.423 | 1.282 | | ** | | | 0.004 | 1.2829 | 0.0052 | 1.0010 | 0.0925 | -0.0062 | 0.0570 |
| 49 | 10.49 | 10.1328 | 0.0320 | 0.3586 | 0.422 | 0.849 | | * | | | 0.002 | 0.8485 | 0.0057 | 1.0075 | 0.0642 | -0.0080 | 0.0424 |
| 50 | 10.57 | 10.1727 | 0.0327 | 0.3956 | 0.422 | 0.936 | | * | | | 0.003 | 0.9363 | 0.0059 | 1.0068 | 0.0724 | -0.0107 | 0.0491 |
| 51 | 10.65 | 10.1794 | 0.0328 | 0.4669 | 0.422 | 1.105 | | ** | | | 0.004 | 1.1057 | 0.0060 | 1.0046 | 0.0858 | -0.0130 | 0.0584 |
| 52 | 10.69 | 10.3177 | 0.0353 | 0.3764 | 0.422 | 0.891 | | * | | | 0.003 | 0.8911 | 0.0069 | 1.0083 | 0.0745 | -0.0167 | 0.0546 |
| 53 | 10.80 | 10.1890 | 0.0329 | 0.6083 | 0.422 | 1.440 | | ** | | | 0.006 | 1.4427 | 0.0060 | 0.9991 | 0.1125 | -0.0177 | 0.0771 |
| 54 | 10.79 | 10.1240 | 0.0318 | 0.6694 | 0.422 | 1.585 | | *** | | | 0.007 | 1.5884 | 0.0056 | 0.9959 | 0.1196 | -0.0143 | 0.0786 |
| 55 | 10.78 | 10.2108 | 0.0333 | 0.5661 | 0.422 | 1.340 | | ** | | | 0.006 | 1.3420 | 0.0062 | 1.0010 | 0.1059 | -0.0179 | 0.0735 |
| 56 | 10.81 | 10.1975 | 0.0331 | 0.6110 | 0.422 | 1.447 | | ** | | | 0.006 | 1.4491 | 0.0061 | 0.9990 | 0.1135 | -0.0184 | 0.0782 |
| 57 | 10.84 | 10.3185 | 0.0353 | 0.5210 | 0.422 | 1.234 | | ** | | | 0.005 | 1.2351 | 0.0069 | 1.0036 | 0.1032 | -0.0231 | 0.0757 |
| 58 | 10.94 | 10.2649 | 0.0343 | 0.6765 | 0.422 | 1.602 | | *** | | | 0.008 | 1.6062 | 0.0066 | 0.9964 | 0.1305 | -0.0258 | 0.0933 |
| 59 | 11.02 | 10.2811 | 0.0346 | 0.7374 | 0.422 | 1.746 | | *** | | | 0.010 | 1.7522 | 0.0067 | 0.9934 | 0.1436 | -0.0296 | 0.1035 |
| 60 | 11.09 | 10.2917 | 0.0348 | 0.7991 | 0.422 | 1.893 | | *** | | | 0.012 | 1.9005 | 0.0067 | 0.9900 | 0.1566 | -0.0331 | 0.1134 |
| 61 | 11.03 | 10.2345 | 0.0337 | 0.7999 | 0.422 | 1.894 | | *** | | | 0.011 | 1.9021 | 0.0063 | 0.9896 | 0.1520 | -0.0276 | 0.1069 |
| 62 | 11.02 | 10.2856 | 0.0347 | 0.7325 | 0.422 | 1.735 | | *** | | | 0.010 | 1.7404 | 0.0067 | 0.9937 | 0.1429 | -0.0297 | 0.1032 |
| 63 | 11.06 | 10.2885 | 0.0347 | 0.7669 | 0.422 | 1.816 | | *** | | | 0.011 | 1.8232 | 0.0067 | 0.9918 | 0.1500 | -0.0314 | 0.1085 |
| 64 | 10.98 | 10.3191 | 0.0353 | 0.6588 | 0.422 | 1.561 | | *** | | | 0.009 | 1.5641 | 0.0069 | 0.9977 | 0.1308 | -0.0294 | 0.0960 |
| 65 | 10.85 | 10.2951 | 0.0349 | 0.5585 | 0.422 | 1.323 | | ** | | | 0.006 | 1.3244 | 0.0068 | 1.0019 | 0.1093 | -0.0233 | 0.0793 |
| 66 | 10.71 | 10.2269 | 0.0336 | 0.4871 | 0.422 | 1.153 | | ** | | | 0.004 | 1.1540 | 0.0063 | 1.0042 | 0.0918 | -0.0163 | 0.0643 |
| 67 | 10.68 | 10.3082 | 0.0351 | 0.3736 | 0.422 | 0.885 | | * | | | 0.003 | 0.8847 | 0.0069 | 1.0083 | 0.0735 | -0.0161 | 0.0537 |
| 68 | 10.74 | 10.2328 | 0.0337 | 0.5078 | 0.422 | 1.202 | | ** | | | 0.005 | 1.2033 | 0.0063 | 1.0035 | 0.0961 | -0.0174 | 0.0675 |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | | | | | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITS | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|----|----|----|---|----------|----------|------------|-----------|---------|---------|-----------|
| | | | | | | | -2 | -1 | 0 | 1 | | | | | | 2 | Intercept |
| 69 | 10.78 | 10.3432 | 0.0358 | 0.4372 | 0.422 | 1.036 | | | ** | | 0.004 | 1.0357 | 0.0071 | 1.0067 | 0.0877 | -0.0207 | 0.0651 |
| 70 | 10.80 | 10.2858 | 0.0347 | 0.5182 | 0.422 | 1.227 | | | ** | | 0.005 | 1.2282 | 0.0067 | 1.0035 | 0.1009 | -0.0210 | 0.0729 |
| 71 | 10.79 | 10.2286 | 0.0336 | 0.5594 | 0.422 | 1.325 | | | ** | | 0.006 | 1.3263 | 0.0063 | 1.0014 | 0.1056 | -0.0189 | 0.0741 |
| 72 | 10.75 | 10.2514 | 0.0341 | 0.5035 | 0.422 | 1.192 | | | ** | | 0.005 | 1.1931 | 0.0065 | 1.0038 | 0.0962 | -0.0183 | 0.0683 |
| 73 | 10.72 | 10.2477 | 0.0340 | 0.4771 | 0.422 | 1.130 | | | ** | | 0.004 | 1.1304 | 0.0064 | 1.0047 | 0.0910 | -0.0172 | 0.0644 |
| 74 | 10.63 | 10.3203 | 0.0353 | 0.3101 | 0.422 | 0.734 | | | * | | 0.002 | 0.7339 | 0.0070 | 1.0100 | 0.0614 | -0.0138 | 0.0451 |
| 75 | 10.57 | 10.3477 | 0.0358 | 0.2214 | 0.422 | 0.524 | | | * | | 0.001 | 0.5239 | 0.0072 | 1.0119 | 0.0445 | -0.0106 | 0.0331 |
| 76 | 10.38 | 10.0761 | 0.0310 | 0.3086 | 0.423 | 0.730 | | | * | | 0.001 | 0.7299 | 0.0054 | 1.0084 | 0.0536 | -0.0048 | 0.0340 |
| 77 | 10.40 | 10.0512 | 0.0306 | 0.3484 | 0.423 | 0.824 | | | * | | 0.002 | 0.8240 | 0.0052 | 1.0073 | 0.0597 | -0.0044 | 0.0371 |
| 78 | 10.43 | 10.1321 | 0.0320 | 0.2934 | 0.422 | 0.694 | | | * | | 0.001 | 0.6939 | 0.0057 | 1.0091 | 0.0525 | -0.0065 | 0.0347 |
| 79 | 10.45 | 10.2431 | 0.0339 | 0.2101 | 0.422 | 0.498 | | | | | 0.001 | 0.4970 | 0.0064 | 1.0114 | 0.0399 | -0.0074 | 0.0282 |
| 80 | 10.38 | 10.3606 | 0.0361 | 0.0225 | 0.422 | 0.053 | | | | | 0.000 | 0.0532 | 0.0073 | 1.0138 | 0.0045 | -0.0011 | 0.0034 |
| 81 | 10.53 | 10.3080 | 0.0351 | 0.2205 | 0.422 | 0.522 | | | * | | 0.001 | 0.5216 | 0.0069 | 1.0117 | 0.0434 | -0.0095 | 0.0316 |
| 82 | 10.47 | 10.3506 | 0.0359 | 0.1188 | 0.422 | 0.281 | | | | | 0.000 | 0.2809 | 0.0072 | 1.0132 | 0.0239 | -0.0057 | 0.0178 |
| 83 | 10.51 | 10.2735 | 0.0345 | 0.2414 | 0.422 | 0.572 | | | * | | 0.001 | 0.5712 | 0.0066 | 1.0110 | 0.0466 | -0.0094 | 0.0335 |
| 84 | 10.52 | 10.4185 | 0.0372 | 0.1042 | 0.422 | 0.247 | | | | | 0.000 | 0.2466 | 0.0077 | 1.0139 | 0.0217 | -0.0059 | 0.0166 |
| 85 | 10.56 | 10.6207 | 0.0413 | -0.0583 | 0.422 | -0.138 | | | | | 0.000 | -0.1381 | 0.0095 | 1.0160 | -0.0135 | 0.0047 | -0.0110 |
| 86 | 10.85 | 10.5560 | 0.0400 | 0.2980 | 0.422 | 0.707 | | | * | | 0.002 | 0.7061 | 0.0089 | 1.0123 | 0.0669 | -0.0217 | 0.0535 |
| 87 | 10.94 | 10.5332 | 0.0395 | 0.4037 | 0.422 | 0.957 | | | * | | 0.004 | 0.9570 | 0.0087 | 1.0093 | 0.0896 | -0.0283 | 0.0712 |
| 88 | 10.89 | 10.4000 | 0.0368 | 0.4903 | 0.422 | 1.162 | | | ** | | 0.005 | 1.1623 | 0.0076 | 1.0053 | 0.1015 | -0.0265 | 0.0770 |
| 89 | 10.87 | 10.5200 | 0.0392 | 0.3455 | 0.422 | 0.819 | | | * | | 0.003 | 0.8185 | 0.0086 | 1.0108 | 0.0761 | -0.0236 | 0.0602 |
| 90 | 10.98 | 10.5767 | 0.0404 | 0.4060 | 0.422 | 0.963 | | | * | | 0.004 | 0.9627 | 0.0091 | 1.0096 | 0.0922 | -0.0305 | 0.0742 |
| 91 | 10.98 | 10.4820 | 0.0385 | 0.4938 | 0.422 | 1.170 | | | ** | | 0.006 | 1.1710 | 0.0082 | 1.0059 | 0.1068 | -0.0316 | 0.0835 |
| 92 | 10.96 | 10.4838 | 0.0385 | 0.4793 | 0.422 | 1.136 | | | ** | | 0.005 | 1.1365 | 0.0083 | 1.0064 | 0.1037 | -0.0307 | 0.0811 |
| 93 | 10.91 | 10.4783 | 0.0384 | 0.4306 | 0.422 | 1.021 | | | ** | | 0.004 | 1.0207 | 0.0082 | 1.0080 | 0.0929 | -0.0273 | 0.0725 |
| 94 | 10.95 | 10.4681 | 0.0382 | 0.4835 | 0.422 | 1.146 | | | ** | | 0.005 | 1.1466 | 0.0081 | 1.0061 | 0.1038 | -0.0301 | 0.0808 |
| 95 | 10.93 | 10.4463 | 0.0378 | 0.4796 | 0.422 | 1.136 | | | ** | | 0.005 | 1.1370 | 0.0079 | 1.0061 | 0.1017 | -0.0286 | 0.0786 |
| 96 | 10.80 | 10.3973 | 0.0368 | 0.3987 | 0.422 | 0.945 | | | * | | 0.003 | 0.9445 | 0.0075 | 1.0083 | 0.0823 | -0.0214 | 0.0624 |
| 97 | 10.83 | 10.7514 | 0.0441 | 0.0761 | 0.421 | 0.181 | | | | | 0.000 | 0.1803 | 0.0108 | 1.0173 | 0.0189 | -0.0073 | 0.0158 |
| 98 | 10.87 | 10.5440 | 0.0397 | 0.3215 | 0.422 | 0.762 | | | * | | 0.003 | 0.7617 | 0.0088 | 1.0116 | 0.0717 | -0.0229 | 0.0572 |
| 99 | 10.69 | 10.6329 | 0.0416 | 0.0541 | 0.422 | 0.128 | | | | | 0.000 | 0.1281 | 0.0096 | 1.0162 | 0.0126 | -0.0044 | 0.0103 |
| 100 | 10.51 | 10.5250 | 0.0393 | -0.0168 | 0.422 | -0.040 | | | | | 0.000 | -0.0396 | 0.0086 | 1.0152 | -0.0037 | 0.0012 | -0.0029 |
| 101 | 10.43 | 10.5656 | 0.0402 | -0.1348 | 0.422 | -0.320 | | | | | 0.000 | -0.3191 | 0.0090 | 1.0149 | -0.0304 | 0.0099 | -0.0244 |
| 102 | 10.41 | 10.4992 | 0.0388 | -0.0843 | 0.422 | -0.200 | | | | | 0.000 | -0.1994 | 0.0084 | 1.0147 | -0.0183 | 0.0055 | -0.0144 |
| 103 | 10.47 | 10.5773 | 0.0404 | -0.1069 | 0.422 | -0.253 | | | | | 0.000 | -0.2530 | 0.0091 | 1.0153 | -0.0242 | 0.0080 | -0.0195 |
| 104 | 10.47 | 10.6016 | 0.0409 | -0.1290 | 0.422 | -0.306 | | | | | 0.000 | -0.3054 | 0.0093 | 1.0153 | -0.0296 | 0.0101 | -0.0240 |
| 105 | 10.32 | 10.4528 | 0.0379 | -0.1340 | 0.422 | -0.318 | | | | | 0.000 | -0.3170 | 0.0080 | 1.0139 | -0.0285 | 0.0081 | -0.0220 |
| 106 | 10.14 | 10.4049 | 0.0369 | -0.2693 | 0.422 | -0.638 | | | * | | 0.002 | -0.6376 | 0.0076 | 1.0115 | -0.0558 | 0.0147 | -0.0424 |
| 107 | 9.98 | 10.3261 | 0.0354 | -0.3451 | 0.422 | -0.818 | | | * | | 0.002 | -0.8171 | 0.0070 | 1.0092 | -0.0686 | 0.0156 | -0.0505 |
| 108 | 9.83 | 10.1669 | 0.0326 | -0.3406 | 0.422 | -0.806 | | | * | | 0.002 | -0.8058 | 0.0059 | 1.0082 | -0.0621 | 0.0090 | -0.0420 |
| 109 | 9.85 | 10.3540 | 0.0360 | -0.5011 | 0.422 | -1.187 | | | ** | | 0.005 | -1.1879 | 0.0072 | 1.0046 | -0.1012 | 0.0244 | -0.0754 |
| 110 | 9.79 | 10.3555 | 0.0360 | -0.5646 | 0.422 | -1.338 | | | ** | | 0.007 | -1.3393 | 0.0072 | 1.0021 | -0.1142 | 0.0276 | -0.0851 |
| 111 | 9.76 | 10.3151 | 0.0352 | -0.5504 | 0.422 | -1.304 | | | ** | | 0.006 | -1.3051 | 0.0069 | 1.0024 | -0.1089 | 0.0242 | -0.0798 |
| 112 | 9.66 | 10.1940 | 0.0330 | -0.5348 | 0.422 | -1.266 | | | ** | | 0.005 | -1.2675 | 0.0061 | 1.0022 | -0.0991 | 0.0158 | -0.0681 |
| 113 | 9.59 | 10.2547 | 0.0341 | -0.6677 | 0.422 | -1.581 | | | ** | | 0.008 | -1.5851 | 0.0065 | 0.9968 | -0.1280 | 0.0246 | -0.0910 |
| 114 | 9.50 | 10.2596 | 0.0342 | -0.7547 | 0.422 | -1.787 | | | ** | | 0.010 | -1.7937 | 0.0065 | 0.9923 | -0.1453 | 0.0283 | -0.1036 |
| 115 | 9.42 | 10.2030 | 0.0332 | -0.7801 | 0.422 | -1.847 | | | ** | | 0.011 | -1.8542 | 0.0061 | 0.9905 | -0.1457 | 0.0240 | -0.1007 |
| 116 | 9.35 | 10.0912 | 0.0313 | -0.7445 | 0.423 | -1.762 | | | ** | | 0.009 | -1.7681 | 0.0054 | 0.9918 | -0.1309 | 0.0130 | -0.0840 |
| 117 | 9.30 | 10.2870 | 0.0347 | -0.9826 | 0.422 | -2.327 | | | ** | | 0.018 | -2.3440 | 0.0067 | 0.9782 | -0.1927 | 0.0402 | -0.1392 |
| 118 | 9.28 | 10.4099 | 0.0370 | -1.1336 | 0.422 | -2.686 | | | ** | | 0.028 | -2.7135 | 0.0076 | 0.9676 | -0.2382 | 0.0633 | -0.1815 |
| 119 | 9.27 | 10.3007 | 0.0350 | -1.0326 | 0.422 | -2.446 | | | ** | | 0.021 | -2.4657 | 0.0068 | 0.9747 | -0.2042 | 0.0440 | -0.1485 |
| 120 | 9.28 | 10.2132 | 0.0334 | -0.9338 | 0.422 | -2.211 | | | ** | | 0.015 | -2.2250 | 0.0062 | 0.9811 | -0.1758 | 0.0299 | -0.1222 |
| 121 | 9.23 | 10.4016 | 0.0369 | -1.1687 | 0.422 | -2.769 | | | ** | | 0.029 | -2.7995 | 0.0076 | 0.9646 | -0.2446 | 0.0641 | -0.1858 |
| 122 | 9.31 | 10.2591 | 0.0342 | -0.9534 | 0.422 | -2.258 | | | ** | | 0.017 | -2.2728 | 0.0065 | 0.9800 | -0.1840 | 0.0358 | -0.1312 |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | -2 -1 0 1 2 | | | | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITS | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|-------------|-------|--|-------|----------|----------|------------|-----------|---------|-----------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | Intercept | Objem [mid \$]log |
| 123 | 8.80 | 10.0378 | 0.0304 | -1.2388 | 0.423 | -2.932 | | ***** | | 0.022 | -2.9684 | 0.0052 | 0.9564 | -0.2137 | 0.0138 | -0.1314 | |
| 124 | 9.38 | 10.1698 | 0.0326 | -0.7851 | 0.422 | -1.859 | | *** | | 0.010 | -1.8660 | 0.0059 | 0.9900 | -0.1440 | 0.0210 | -0.0975 | |
| 125 | 9.36 | 10.1675 | 0.0326 | -0.8059 | 0.422 | -1.908 | | *** | | 0.011 | -1.9162 | 0.0059 | 0.9888 | -0.1477 | 0.0214 | -0.0999 | |
| 126 | 9.35 | 9.1455 | 0.0243 | 0.2009 | 0.423 | 0.475 | | | | 0.000 | 0.4745 | 0.0033 | 1.0083 | 0.0273 | 0.0190 | -0.0046 | |
| 127 | 9.30 | 9.3363 | 0.0240 | -0.0335 | 0.423 | -0.079 | | | | 0.000 | -0.0790 | 0.0032 | 1.0097 | -0.0045 | -0.0024 | -0.0001 | |
| 128 | 9.17 | 9.2131 | 0.0241 | -0.0456 | 0.423 | -0.108 | | | | 0.000 | -0.1076 | 0.0032 | 1.0097 | -0.0061 | -0.0039 | 0.0006 | |
| 129 | 9.13 | 9.0174 | 0.0251 | 0.1093 | 0.423 | 0.258 | | | | 0.000 | 0.2580 | 0.0035 | 1.0096 | 0.0153 | 0.0120 | -0.0045 | |
| 130 | 9.13 | 9.0644 | 0.0248 | 0.0684 | 0.423 | 0.162 | | | | 0.000 | 0.1616 | 0.0034 | 1.0098 | 0.0095 | 0.0071 | -0.0024 | |
| 131 | 9.12 | 9.0163 | 0.0251 | 0.1045 | 0.423 | 0.247 | | | | 0.000 | 0.2468 | 0.0035 | 1.0096 | 0.0147 | 0.0115 | -0.0043 | |
| 132 | 9.14 | 9.0676 | 0.0248 | 0.0732 | 0.423 | 0.173 | | | | 0.000 | 0.1727 | 0.0034 | 1.0097 | 0.0101 | 0.0076 | -0.0025 | |
| 133 | 9.14 | 9.0893 | 0.0246 | 0.0468 | 0.423 | 0.111 | | | | 0.000 | 0.1105 | 0.0034 | 1.0098 | 0.0064 | 0.0047 | -0.0015 | |
| 134 | 9.17 | 9.1805 | 0.0242 | -0.0109 | 0.423 | -0.026 | | | | 0.000 | -0.0256 | 0.0033 | 1.0098 | -0.0015 | -0.0010 | 0.0002 | |
| 135 | 9.19 | 9.2975 | 0.0240 | -0.1048 | 0.423 | -0.248 | | | | 0.000 | -0.2473 | 0.0032 | 1.0093 | -0.0140 | -0.0080 | 0.0001 | |
| 136 | 9.13 | 9.3419 | 0.0240 | -0.2137 | 0.423 | -0.505 | | * | | 0.000 | -0.5045 | 0.0032 | 1.0081 | -0.0286 | -0.0152 | -0.0011 | |
| 137 | 9.14 | 9.4089 | 0.0241 | -0.2661 | 0.423 | -0.629 | | * | | 0.001 | -0.6286 | 0.0032 | 1.0072 | -0.0359 | -0.0168 | -0.0039 | |
| 138 | 9.12 | 9.4978 | 0.0245 | -0.3819 | 0.423 | -0.903 | | * | | 0.001 | -0.9027 | 0.0033 | 1.0045 | -0.0522 | -0.0202 | -0.0104 | |
| 139 | 9.13 | 9.6920 | 0.0259 | -0.5655 | 0.423 | -1.337 | | ** | | 0.003 | -1.3391 | 0.0037 | 0.9986 | -0.0821 | -0.0169 | -0.0312 | |
| 140 | 9.05 | 9.5663 | 0.0249 | -0.5114 | 0.423 | -1.209 | | ** | | 0.003 | -1.2102 | 0.0035 | 1.0005 | -0.0712 | -0.0229 | -0.0190 | |
| 141 | 8.89 | 9.4161 | 0.0241 | -0.5249 | 0.423 | -1.241 | | ** | | 0.003 | -1.2421 | 0.0032 | 0.9998 | -0.0709 | -0.0328 | -0.0082 | |
| 142 | 8.84 | 9.3928 | 0.0241 | -0.5510 | 0.423 | -1.303 | | ** | | 0.003 | -1.3041 | 0.0032 | 0.9987 | -0.0743 | -0.0360 | -0.0068 | |
| 143 | 8.87 | 9.4493 | 0.0243 | -0.5807 | 0.423 | -1.373 | | ** | | 0.003 | -1.3748 | 0.0033 | 0.9976 | -0.0789 | -0.0341 | -0.0118 | |
| 144 | 8.78 | 9.3677 | 0.0240 | -0.5888 | 0.423 | -1.392 | | ** | | 0.003 | -1.3941 | 0.0032 | 0.9971 | -0.0792 | -0.0402 | -0.0051 | |
| 145 | 8.75 | 9.3510 | 0.0240 | -0.5966 | 0.423 | -1.410 | | ** | | 0.003 | -1.4126 | 0.0032 | 0.9968 | -0.0802 | -0.0420 | -0.0037 | |
| 146 | 8.65 | 9.4979 | 0.0245 | -0.8480 | 0.423 | -2.005 | | **** | | 0.007 | -2.0148 | 0.0033 | 0.9838 | -0.1166 | -0.0450 | -0.0233 | |
| 147 | 8.72 | 9.4278 | 0.0242 | -0.7048 | 0.423 | -1.666 | | *** | | 0.005 | -1.6713 | 0.0033 | 0.9918 | -0.0956 | -0.0432 | -0.0122 | |
| 148 | 9.06 | 9.4966 | 0.0245 | -0.4328 | 0.423 | -1.023 | | ** | | 0.002 | -1.0235 | 0.0033 | 1.0030 | -0.0592 | -0.0229 | -0.0117 | |
| 149 | 9.13 | 9.4444 | 0.0242 | -0.3162 | 0.423 | -0.748 | | * | | 0.001 | -0.7470 | 0.0033 | 1.0062 | -0.0428 | -0.0187 | -0.0062 | |
| 150 | 9.20 | 9.5093 | 0.0245 | -0.3141 | 0.423 | -0.743 | | * | | 0.001 | -0.7421 | 0.0034 | 1.0063 | -0.0431 | -0.0162 | -0.0091 | |
| 151 | 9.22 | 9.5313 | 0.0247 | -0.3120 | 0.423 | -0.738 | | * | | 0.001 | -0.7371 | 0.0034 | 1.0064 | -0.0430 | -0.0152 | -0.0100 | |
| 152 | 9.17 | 9.4498 | 0.0243 | -0.2781 | 0.423 | -0.658 | | * | | 0.001 | -0.6570 | 0.0033 | 1.0070 | -0.0377 | -0.0163 | -0.0057 | |
| 153 | 9.11 | 9.3863 | 0.0241 | -0.2730 | 0.423 | -0.646 | | * | | 0.001 | -0.6449 | 0.0032 | 1.0070 | -0.0367 | -0.0180 | -0.0031 | |
| 154 | 9.05 | 9.2463 | 0.0240 | -0.1950 | 0.423 | -0.461 | | | | 0.000 | -0.4604 | 0.0032 | 1.0083 | -0.0262 | -0.0161 | 0.0017 | |
| 155 | 9.06 | 9.4305 | 0.0242 | -0.3685 | 0.423 | -0.871 | | * | | 0.001 | -0.8708 | 0.0033 | 1.0048 | -0.0498 | -0.0224 | -0.0065 | |
| 156 | 8.97 | 9.2600 | 0.0240 | -0.2850 | 0.423 | -0.674 | | * | | 0.001 | -0.6732 | 0.0032 | 1.0068 | -0.0382 | -0.0231 | 0.0019 | |
| 157 | 8.89 | 9.1965 | 0.0242 | -0.3106 | 0.423 | -0.734 | | * | | 0.001 | -0.7338 | 0.0032 | 1.0063 | -0.0419 | -0.0275 | 0.0049 | |
| 158 | 8.91 | 9.2514 | 0.0240 | -0.3391 | 0.423 | -0.802 | | * | | 0.001 | -0.8012 | 0.0032 | 1.0055 | -0.0455 | -0.0278 | 0.0027 | |
| 159 | 8.86 | 9.2643 | 0.0240 | -0.4065 | 0.423 | -0.961 | | * | | 0.001 | -0.9609 | 0.0032 | 1.0037 | -0.0545 | -0.0327 | 0.0025 | |
| 160 | 8.89 | 9.1304 | 0.0244 | -0.2387 | 0.423 | -0.564 | | * | | 0.001 | -0.5638 | 0.0033 | 1.0078 | -0.0325 | -0.0230 | 0.0060 | |
| 161 | 8.92 | 9.0917 | 0.0246 | -0.1747 | 0.423 | -0.413 | | | | 0.000 | -0.4126 | 0.0034 | 1.0088 | -0.0240 | -0.0176 | 0.0054 | |
| 162 | 8.89 | 9.1743 | 0.0242 | -0.2888 | 0.423 | -0.683 | | * | | 0.001 | -0.6823 | 0.0033 | 1.0067 | -0.0391 | -0.0263 | 0.0055 | |
| 163 | 8.96 | 9.3808 | 0.0241 | -0.4195 | 0.423 | -0.992 | | * | | 0.002 | -0.9918 | 0.0032 | 1.0033 | -0.0564 | -0.0280 | -0.0044 | |
| 164 | 9.08 | 9.1732 | 0.0242 | -0.0932 | 0.423 | -0.220 | | | | 0.000 | -0.2200 | 0.0033 | 1.0095 | -0.0126 | -0.0085 | 0.0018 | |
| 165 | 9.12 | 9.2147 | 0.0241 | -0.0943 | 0.423 | -0.223 | | | | 0.000 | -0.2226 | 0.0032 | 1.0094 | -0.0127 | -0.0081 | 0.0012 | |
| 166 | 9.15 | 9.2258 | 0.0241 | -0.0756 | 0.423 | -0.179 | | | | 0.000 | -0.1784 | 0.0032 | 1.0095 | -0.0102 | -0.0064 | 0.0009 | |
| 167 | 9.08 | 9.4099 | 0.0241 | -0.3349 | 0.423 | -0.792 | | * | | 0.001 | -0.7912 | 0.0032 | 1.0057 | -0.0451 | -0.0212 | -0.0049 | |
| 168 | 9.01 | 9.0943 | 0.0246 | -0.0877 | 0.423 | -0.207 | | | | 0.000 | -0.2070 | 0.0034 | 1.0096 | -0.0120 | -0.0088 | 0.0027 | |
| 169 | 9.03 | 9.0451 | 0.0249 | -0.0194 | 0.423 | -0.046 | | | | 0.000 | -0.0458 | 0.0035 | 1.0100 | -0.0027 | -0.0021 | 0.0007 | |
| 170 | 9.01 | 9.0247 | 0.0251 | -0.0171 | 0.423 | -0.041 | | | | 0.000 | -0.0405 | 0.0035 | 1.0100 | -0.0024 | -0.0019 | 0.0007 | |
| 171 | 9.10 | 9.0206 | 0.0251 | 0.0827 | 0.423 | 0.196 | | | | 0.000 | 0.1953 | 0.0035 | 1.0098 | 0.0116 | 0.0090 | -0.0034 | |
| 172 | 9.22 | 9.0259 | 0.0250 | 0.1963 | 0.423 | 0.464 | | | | 0.000 | 0.4635 | 0.0035 | 1.0086 | 0.0274 | 0.0213 | -0.0079 | |
| 173 | 9.23 | 8.9870 | 0.0253 | 0.2447 | 0.423 | 0.579 | | * | | 0.001 | 0.5780 | 0.0036 | 1.0079 | 0.0346 | 0.0277 | -0.0112 | |
| 174 | 9.24 | 9.0408 | 0.0249 | 0.2005 | 0.423 | 0.474 | | | | 0.000 | 0.4736 | 0.0035 | 1.0085 | 0.0279 | 0.0214 | -0.0076 | |
| 175 | 9.21 | 8.9653 | 0.0255 | 0.2417 | 0.423 | 0.572 | | * | | 0.001 | 0.5709 | 0.0036 | 1.0080 | 0.0345 | 0.0280 | -0.0118 | |
| 176 | 9.25 | 9.0556 | 0.0248 | 0.1930 | 0.423 | 0.456 | | | | 0.000 | 0.4557 | 0.0034 | 1.0086 | 0.0268 | 0.0203 | -0.0069 | |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | -2 -1 0 1 2 | | | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITs | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|-----------|--------------------|------------------|-------------|-------------------|--|----------|-----------|------------|-----------|---------|---------|---------|
| | | | | | | | Intercept | Objem [mld \$]log | | | | | | | | |
| 177 | 9.27 | 9.0194 | 0.0251 | 0.2493 | 0.423 | 0.590 | | * | | 0.001 | 0.5890 | 0.0035 | 1.0078 | 0.0349 | 0.0273 | -0.0103 |
| 178 | 9.36 | 9.1016 | 0.0246 | 0.2586 | 0.423 | 0.612 | | * | | 0.001 | 0.6109 | 0.0034 | 1.0074 | 0.0355 | 0.0258 | -0.0076 |
| 179 | 9.23 | 9.1215 | 0.0245 | 0.1109 | 0.423 | 0.262 | | | | 0.000 | 0.2619 | 0.0033 | 1.0094 | 0.0151 | 0.0108 | -0.0029 |
| 180 | 9.21 | 9.0429 | 0.0249 | 0.1626 | 0.423 | 0.385 | | | | 0.000 | 0.3840 | 0.0035 | 1.0090 | 0.0226 | 0.0173 | -0.0061 |
| 181 | 9.22 | 9.1366 | 0.0244 | 0.0844 | 0.423 | 0.200 | | | | 0.000 | 0.1993 | 0.0033 | 1.0096 | 0.0115 | 0.0081 | -0.0021 |
| 182 | 9.37 | 9.2522 | 0.0240 | 0.1136 | 0.423 | 0.269 | | | | 0.000 | 0.2682 | 0.0032 | 1.0093 | 0.0152 | 0.0093 | -0.0009 |
| 183 | 9.29 | 9.1888 | 0.0242 | 0.1051 | 0.423 | 0.249 | | | | 0.000 | 0.2482 | 0.0033 | 1.0094 | 0.0142 | 0.0094 | -0.0018 |
| 184 | 9.40 | 9.3339 | 0.0240 | 0.0707 | 0.423 | 0.167 | | | | 0.000 | 0.1668 | 0.0032 | 1.0095 | 0.0095 | 0.0051 | 0.0003 |
| 185 | 9.22 | 9.2231 | 0.0241 | -0.001096 | 0.423 | -0.003 | | | | 0.000 | -0.002588 | 0.0032 | 1.0097 | -0.0001 | -0.0001 | 0.0000 |
| 186 | 9.04 | 9.2682 | 0.0240 | -0.2249 | 0.423 | -0.532 | | * | | 0.000 | -0.5312 | 0.0032 | 1.0079 | -0.0301 | -0.0180 | 0.0013 |
| 187 | 9.01 | 9.1236 | 0.0244 | -0.1173 | 0.423 | -0.277 | | | | 0.000 | -0.2769 | 0.0033 | 1.0093 | -0.0160 | -0.0114 | 0.0031 |
| 188 | 9.06 | 9.2080 | 0.0241 | -0.1496 | 0.423 | -0.354 | | | | 0.000 | -0.3533 | 0.0032 | 1.0089 | -0.0201 | -0.0130 | 0.0021 |
| 189 | 9.00 | 9.3248 | 0.0240 | -0.3239 | 0.423 | -0.766 | | * | | 0.001 | -0.7653 | 0.0032 | 1.0059 | -0.0434 | -0.0237 | -0.0008 |
| 190 | 8.94 | 9.3123 | 0.0240 | -0.3751 | 0.423 | -0.887 | | * | | 0.001 | -0.8866 | 0.0032 | 1.0046 | -0.0503 | -0.0280 | -0.0003 |
| 191 | 8.79 | 9.3419 | 0.0240 | -0.5503 | 0.423 | -1.301 | | ** | | 0.003 | -1.3025 | 0.0032 | 0.9987 | -0.0739 | -0.0393 | -0.0027 |
| 192 | 8.62 | 9.0748 | 0.0247 | -0.4529 | 0.423 | -1.071 | | ** | | 0.002 | -1.0711 | 0.0034 | 1.0025 | -0.0626 | -0.0466 | 0.0151 |
| 193 | 8.60 | 9.0135 | 0.0251 | -0.4176 | 0.423 | -0.987 | | * | | 0.002 | -0.9873 | 0.0035 | 1.0037 | -0.0587 | -0.0460 | 0.0175 |
| 194 | 8.55 | 9.0427 | 0.0249 | -0.4878 | 0.423 | -1.153 | | ** | | 0.002 | -1.1541 | 0.0035 | 1.0013 | -0.0680 | -0.0521 | 0.0185 |
| 195 | 8.55 | 8.9243 | 0.0259 | -0.3701 | 0.423 | -0.875 | | * | | 0.001 | -0.8748 | 0.0037 | 1.0053 | -0.0536 | -0.0447 | 0.0203 |
| 196 | 8.46 | 9.1247 | 0.0244 | -0.6690 | 0.423 | -1.582 | | *** | | 0.004 | -1.5855 | 0.0033 | 0.9936 | -0.0916 | -0.0650 | 0.0175 |
| 197 | 8.32 | 8.8653 | 0.0265 | -0.5429 | 0.423 | -1.284 | | ** | | 0.003 | -1.2852 | 0.0039 | 0.9997 | -0.0806 | -0.0694 | 0.0344 |
| 198 | 8.31 | 8.8700 | 0.0265 | -0.5632 | 0.423 | -1.332 | | ** | | 0.003 | -1.3337 | 0.0039 | 0.9989 | -0.0835 | -0.0717 | 0.0353 |
| 199 | 8.29 | 8.8248 | 0.0270 | -0.5382 | 0.423 | -1.273 | | ** | | 0.003 | -1.2742 | 0.0041 | 1.0000 | -0.0813 | -0.0714 | 0.0372 |
| 200 | 8.26 | 8.8956 | 0.0262 | -0.6371 | 0.423 | -1.507 | | *** | | 0.004 | -1.5097 | 0.0038 | 0.9956 | -0.0935 | -0.0793 | 0.0376 |
| 201 | 8.26 | 8.7716 | 0.0276 | -0.5157 | 0.423 | -1.220 | | ** | | 0.003 | -1.2207 | 0.0043 | 1.0011 | -0.0798 | -0.0717 | 0.0396 |
| 202 | 8.28 | 8.9404 | 0.0258 | -0.6614 | 0.423 | -1.564 | | *** | | 0.005 | -1.5678 | 0.0037 | 0.9943 | -0.0955 | -0.0788 | 0.0348 |
| 203 | 8.20 | 8.7589 | 0.0278 | -0.5559 | 0.423 | -1.315 | | ** | | 0.004 | -1.3166 | 0.0043 | 0.9996 | -0.0865 | -0.0782 | 0.0437 |
| 204 | 8.17 | 8.7105 | 0.0284 | -0.5377 | 0.423 | -1.272 | | ** | | 0.004 | -1.2733 | 0.0045 | 1.0005 | -0.0857 | -0.0787 | 0.0460 |
| 205 | 8.16 | 8.6172 | 0.0298 | -0.4585 | 0.423 | -1.085 | | ** | | 0.003 | -1.0853 | 0.0049 | 1.0038 | -0.0765 | -0.0721 | 0.0453 |
| 206 | 8.19 | 8.6594 | 0.0292 | -0.4715 | 0.423 | -1.116 | | ** | | 0.003 | -1.1160 | 0.0047 | 1.0032 | -0.0770 | -0.0718 | 0.0438 |
| 207 | 8.20 | 8.6603 | 0.0291 | -0.4564 | 0.423 | -1.080 | | ** | | 0.003 | -1.0801 | 0.0047 | 1.0037 | -0.0745 | -0.0695 | 0.0423 |
| 208 | 8.25 | 8.5856 | 0.0303 | -0.3357 | 0.423 | -0.794 | | * | | 0.002 | -0.7940 | 0.0051 | 1.0075 | -0.0569 | -0.0540 | 0.0347 |
| 209 | 8.27 | 8.6614 | 0.0291 | -0.3926 | 0.423 | -0.929 | | * | | 0.002 | -0.9288 | 0.0047 | 1.0056 | -0.0640 | -0.0597 | 0.0363 |
| 210 | 8.28 | 8.5936 | 0.0301 | -0.3103 | 0.423 | -0.734 | | * | | 0.001 | -0.7337 | 0.0051 | 1.0081 | -0.0523 | -0.0496 | 0.0317 |
| 211 | 8.22 | 8.7016 | 0.0286 | -0.4785 | 0.423 | -1.132 | | ** | | 0.003 | -1.1326 | 0.0045 | 1.0027 | -0.0765 | -0.0705 | 0.0415 |
| 212 | 8.14 | 8.4907 | 0.0318 | -0.3535 | 0.422 | -0.837 | | * | | 0.002 | -0.8363 | 0.0056 | 1.0076 | -0.0630 | -0.0609 | 0.0414 |
| 213 | 8.22 | 8.6090 | 0.0299 | -0.3881 | 0.423 | -0.918 | | * | | 0.002 | -0.9181 | 0.0050 | 1.0060 | -0.0650 | -0.0614 | 0.0388 |
| 214 | 8.30 | 8.6353 | 0.0295 | -0.3341 | 0.423 | -0.791 | | * | | 0.002 | -0.7902 | 0.0049 | 1.0073 | -0.0552 | -0.0518 | 0.0322 |
| 215 | 8.43 | 8.7457 | 0.0280 | -0.3113 | 0.423 | -0.736 | | * | | 0.001 | -0.7359 | 0.0044 | 1.0074 | -0.0487 | -0.0442 | 0.0250 |
| 216 | 8.68 | 8.5354 | 0.0311 | 0.1467 | 0.423 | 0.347 | | | | 0.000 | 0.3467 | 0.0054 | 1.0111 | 0.0255 | 0.0245 | -0.0162 |
| 217 | 8.77 | 8.5122 | 0.0315 | 0.2598 | 0.422 | 0.615 | | * | | 0.001 | 0.6143 | 0.0055 | 1.0096 | 0.0457 | 0.0441 | -0.0296 |
| 218 | 8.77 | 8.5583 | 0.0307 | 0.2090 | 0.423 | 0.495 | | | | 0.001 | 0.4941 | 0.0053 | 1.0102 | 0.0359 | 0.0343 | -0.0224 |
| 219 | 8.78 | 8.4553 | 0.0324 | 0.3235 | 0.422 | 0.766 | | * | | 0.002 | 0.7654 | 0.0059 | 1.0086 | 0.0587 | 0.0571 | -0.0395 |
| 220 | 8.80 | 8.4310 | 0.0328 | 0.3656 | 0.422 | 0.866 | | * | | 0.002 | 0.8653 | 0.0060 | 1.0077 | 0.0673 | 0.0656 | -0.0459 |
| 221 | 8.77 | 8.4084 | 0.0332 | 0.3643 | 0.422 | 0.863 | | * | | 0.002 | 0.8622 | 0.0062 | 1.0079 | 0.0678 | 0.0664 | -0.0470 |
| 222 | 8.79 | 8.4379 | 0.0327 | 0.3499 | 0.422 | 0.828 | | * | | 0.002 | 0.8280 | 0.0060 | 1.0080 | 0.0641 | 0.0625 | -0.0436 |
| 223 | 8.79 | 8.5190 | 0.0313 | 0.2733 | 0.422 | 0.647 | | * | | 0.001 | 0.6463 | 0.0055 | 1.0093 | 0.0479 | 0.0462 | -0.0309 |
| 224 | 8.78 | 8.5392 | 0.0310 | 0.2421 | 0.423 | 0.573 | | * | | 0.001 | 0.5724 | 0.0054 | 1.0098 | 0.0420 | 0.0403 | -0.0266 |
| 225 | 8.77 | 8.4336 | 0.0328 | 0.3348 | 0.422 | 0.793 | | * | | 0.002 | 0.7922 | 0.0060 | 1.0084 | 0.0615 | 0.0600 | -0.0419 |
| 226 | 8.82 | 8.4824 | 0.0320 | 0.3413 | 0.422 | 0.808 | | * | | 0.002 | 0.8074 | 0.0057 | 1.0080 | 0.0611 | 0.0591 | -0.0403 |
| 227 | 8.85 | 8.5524 | 0.0308 | 0.3010 | 0.423 | 0.712 | | * | | 0.001 | 0.7118 | 0.0053 | 1.0085 | 0.0519 | 0.0496 | -0.0325 |
| 228 | 8.79 | 8.4364 | 0.0327 | 0.3519 | 0.422 | 0.833 | | * | | 0.002 | 0.8327 | 0.0060 | 1.0080 | 0.0645 | 0.0629 | -0.0439 |
| 229 | 8.75 | 8.4385 | 0.0327 | 0.3089 | 0.422 | 0.731 | | * | | 0.002 | 0.7308 | 0.0060 | 1.0090 | 0.0566 | 0.0552 | -0.0385 |
| 230 | 8.80 | 8.6666 | 0.0291 | 0.1339 | 0.423 | 0.317 | | | | 0.000 | 0.3164 | 0.0047 | 1.0106 | 0.0218 | 0.0203 | -0.0123 |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | | | | | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITs | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|----|-----|---|-------|----------|----------|------------|-----------|---------|---------|-----------|
| | | | | | | | -2 | -1 | 0 | 1 | | | | | | 2 | Intercept |
| 231 | 8.93 | 8.4832 | 0.0319 | 0.4511 | 0.422 | 1.068 | | ** | | 0.003 | 1.0681 | 0.0057 | 1.0048 | 0.0808 | 0.0782 | -0.0533 | |
| 232 | 8.98 | 8.5300 | 0.0312 | 0.4468 | 0.423 | 1.057 | | ** | | 0.003 | 1.0576 | 0.0054 | 1.0047 | 0.0780 | 0.0749 | -0.0498 | |
| 233 | 8.85 | 8.4851 | 0.0319 | 0.3651 | 0.422 | 0.864 | | * | | 0.002 | 0.8639 | 0.0057 | 1.0074 | 0.0652 | 0.0632 | -0.0430 | |
| 234 | 8.78 | 8.4351 | 0.0328 | 0.3425 | 0.422 | 0.811 | | * | | 0.002 | 0.8104 | 0.0060 | 1.0082 | 0.0629 | 0.0613 | -0.0428 | |
| 235 | 8.79 | 8.4480 | 0.0325 | 0.3462 | 0.422 | 0.820 | | * | | 0.002 | 0.8192 | 0.0059 | 1.0081 | 0.0631 | 0.0614 | -0.0426 | |
| 236 | 8.72 | 8.5951 | 0.0301 | 0.1292 | 0.423 | 0.306 | | | | 0.000 | 0.3052 | 0.0051 | 1.0110 | 0.0218 | 0.0206 | -0.0132 | |
| 237 | 8.75 | 8.5750 | 0.0304 | 0.1771 | 0.423 | 0.419 | | | | 0.000 | 0.4186 | 0.0052 | 1.0106 | 0.0302 | 0.0287 | -0.0186 | |
| 238 | 8.79 | 8.4110 | 0.0332 | 0.3835 | 0.422 | 0.908 | | * | | 0.003 | 0.9077 | 0.0061 | 1.0073 | 0.0713 | 0.0698 | -0.0493 | |
| 239 | 8.89 | 8.6769 | 0.0289 | 0.2093 | 0.423 | 0.495 | | | | 0.001 | 0.4945 | 0.0047 | 1.0096 | 0.0338 | 0.0314 | -0.0189 | |
| 240 | 8.91 | 8.6007 | 0.0300 | 0.3116 | 0.423 | 0.737 | | * | | 0.001 | 0.7367 | 0.0050 | 1.0080 | 0.0524 | 0.0496 | -0.0315 | |
| 241 | 8.98 | 8.5247 | 0.0312 | 0.4517 | 0.423 | 1.069 | | ** | | 0.003 | 1.0694 | 0.0054 | 1.0045 | 0.0791 | 0.0761 | -0.0507 | |
| 242 | 9.04 | 8.6295 | 0.0296 | 0.4099 | 0.423 | 0.970 | | * | | 0.002 | 0.9697 | 0.0049 | 1.0053 | 0.0679 | 0.0639 | -0.0398 | |
| 243 | 9.10 | 8.6814 | 0.0288 | 0.4174 | 0.423 | 0.988 | | * | | 0.002 | 0.9875 | 0.0046 | 1.0048 | 0.0674 | 0.0625 | -0.0374 | |
| 244 | 9.15 | 8.7697 | 0.0276 | 0.3817 | 0.423 | 0.903 | | * | | 0.002 | 0.9026 | 0.0043 | 1.0055 | 0.0590 | 0.0531 | -0.0294 | |
| 245 | 9.13 | 8.8562 | 0.0266 | 0.2747 | 0.423 | 0.650 | | * | | 0.001 | 0.6490 | 0.0039 | 1.0077 | 0.0409 | 0.0354 | -0.0177 | |
| 246 | 9.04 | 8.7334 | 0.0281 | 0.3075 | 0.423 | 0.728 | | * | | 0.001 | 0.7270 | 0.0044 | 1.0075 | 0.0484 | 0.0441 | -0.0253 | |
| 247 | 8.92 | 8.6338 | 0.0295 | 0.2889 | 0.423 | 0.684 | | * | | 0.001 | 0.6829 | 0.0049 | 1.0084 | 0.0477 | 0.0448 | -0.0279 | |
| 248 | 8.86 | 8.4801 | 0.0320 | 0.3811 | 0.422 | 0.902 | | * | | 0.002 | 0.9018 | 0.0057 | 1.0069 | 0.0683 | 0.0662 | -0.0452 | |
| 249 | 8.93 | 8.5718 | 0.0305 | 0.3547 | 0.423 | 0.839 | | * | | 0.002 | 0.8389 | 0.0052 | 1.0071 | 0.0605 | 0.0577 | -0.0374 | |
| 250 | 9.07 | 8.5753 | 0.0304 | 0.4934 | 0.423 | 1.168 | | ** | | 0.004 | 1.1684 | 0.0052 | 1.0028 | 0.0842 | 0.0801 | -0.0518 | |
| 251 | 9.07 | 8.7340 | 0.0281 | 0.3334 | 0.423 | 0.789 | | * | | 0.001 | 0.7882 | 0.0044 | 1.0069 | 0.0524 | 0.0478 | -0.0274 | |
| 252 | 9.22 | 8.7115 | 0.0284 | 0.5097 | 0.423 | 1.206 | | ** | | 0.003 | 1.2066 | 0.0045 | 1.0016 | 0.0811 | 0.0745 | -0.0435 | |
| 253 | 9.26 | 8.6969 | 0.0286 | 0.5637 | 0.423 | 1.334 | | ** | | 0.004 | 1.3352 | 0.0046 | 0.9995 | 0.0904 | 0.0834 | -0.0493 | |
| 254 | 9.28 | 8.6697 | 0.0290 | 0.6067 | 0.423 | 1.435 | | ** | | 0.005 | 1.4378 | 0.0047 | 0.9978 | 0.0987 | 0.0918 | -0.0555 | |
| 255 | 9.18 | 8.8510 | 0.0267 | 0.3336 | 0.423 | 0.789 | | * | | 0.001 | 0.7885 | 0.0040 | 1.0064 | 0.0497 | 0.0432 | -0.0218 | |
| 256 | 8.93 | 8.6995 | 0.0286 | 0.2344 | 0.423 | 0.555 | | * | | 0.001 | 0.5540 | 0.0046 | 1.0091 | 0.0375 | 0.0345 | -0.0204 | |
| 257 | 9.19 | 8.7609 | 0.0278 | 0.4329 | 0.423 | 1.024 | | ** | | 0.002 | 1.0241 | 0.0043 | 1.0040 | 0.0673 | 0.0607 | -0.0339 | |
| 258 | 9.31 | 8.8314 | 0.0269 | 0.4820 | 0.423 | 1.140 | | ** | | 0.003 | 1.1405 | 0.0040 | 1.0021 | 0.0726 | 0.0635 | -0.0328 | |
| 259 | 9.39 | 8.9052 | 0.0261 | 0.4811 | 0.423 | 1.138 | | ** | | 0.002 | 1.1383 | 0.0038 | 1.0019 | 0.0703 | 0.0592 | -0.0277 | |
| 260 | 9.60 | 8.9517 | 0.0257 | 0.6522 | 0.423 | 1.542 | | *** | | 0.004 | 1.5456 | 0.0037 | 0.9947 | 0.0938 | 0.0768 | -0.0333 | |
| 261 | 9.64 | 9.1041 | 0.0245 | 0.5402 | 0.423 | 1.277 | | ** | | 0.003 | 1.2786 | 0.0034 | 0.9993 | 0.0742 | 0.0538 | -0.0157 | |
| 262 | 9.59 | 8.9902 | 0.0253 | 0.6013 | 0.423 | 1.422 | | ** | | 0.004 | 1.4243 | 0.0036 | 0.9970 | 0.0853 | 0.0680 | -0.0273 | |
| 263 | 9.66 | 8.9700 | 0.0255 | 0.6851 | 0.423 | 1.620 | | *** | | 0.005 | 1.6244 | 0.0036 | 0.9931 | 0.0979 | 0.0792 | -0.0331 | |
| 264 | 9.78 | 9.0296 | 0.0250 | 0.7544 | 0.423 | 1.784 | | *** | | 0.006 | 1.7901 | 0.0035 | 0.9894 | 0.1059 | 0.0820 | -0.0301 | |
| 265 | 9.60 | 9.0334 | 0.0250 | 0.5634 | 0.423 | 1.332 | | ** | | 0.003 | 1.3339 | 0.0035 | 0.9985 | 0.0788 | 0.0608 | -0.0221 | |
| 266 | 9.26 | 8.7320 | 0.0281 | 0.5300 | 0.423 | 1.254 | | ** | | 0.003 | 1.2550 | 0.0044 | 1.0007 | 0.0835 | 0.0762 | -0.0437 | |
| 267 | 9.06 | 8.6521 | 0.0293 | 0.4124 | 0.423 | 0.976 | | * | | 0.002 | 0.9756 | 0.0048 | 1.0051 | 0.0675 | 0.0631 | -0.0387 | |
| 268 | 8.85 | 8.4172 | 0.0331 | 0.4326 | 0.422 | 1.024 | | ** | | 0.003 | 1.0244 | 0.0061 | 1.0058 | 0.0802 | 0.0784 | -0.0553 | |
| 269 | 8.80 | 8.8612 | 0.0266 | -0.0592 | 0.423 | -0.140 | | | | 0.000 | -0.1397 | 0.0039 | 1.0103 | -0.0088 | -0.0076 | 0.0038 | |
| 270 | 8.83 | 8.2983 | 0.0352 | 0.5307 | 0.422 | 1.257 | | ** | | 0.006 | 1.2582 | 0.0069 | 1.0032 | 0.1050 | 0.1038 | -0.0770 | |
| 271 | 8.67 | 8.3761 | 0.0338 | 0.2941 | 0.422 | 0.696 | | * | | 0.002 | 0.6959 | 0.0064 | 1.0098 | 0.0557 | 0.0547 | -0.0393 | |
| 272 | 8.64 | 8.2316 | 0.0365 | 0.4119 | 0.422 | 0.976 | | * | | 0.004 | 0.9759 | 0.0074 | 1.0078 | 0.0844 | 0.0838 | -0.0637 | |
| 273 | 8.56 | 8.2192 | 0.0368 | 0.3389 | 0.422 | 0.803 | | * | | 0.002 | 0.8024 | 0.0075 | 1.0099 | 0.0699 | 0.0694 | -0.0529 | |
| 274 | 8.39 | 8.0458 | 0.0402 | 0.3422 | 0.422 | 0.811 | | * | | 0.003 | 0.8110 | 0.0090 | 1.0113 | 0.0773 | 0.0773 | -0.0621 | |
| 275 | 8.30 | 8.0102 | 0.0410 | 0.2945 | 0.422 | 0.698 | | * | | 0.002 | 0.6978 | 0.0093 | 1.0128 | 0.0678 | 0.0677 | -0.0549 | |
| 276 | 8.25 | 7.8177 | 0.0450 | 0.4313 | 0.421 | 1.024 | | ** | | 0.006 | 1.0239 | 0.0113 | 1.0111 | 0.1095 | 0.1094 | -0.0927 | |
| 277 | 8.20 | 8.0209 | 0.0407 | 0.1804 | 0.422 | 0.428 | | | | 0.001 | 0.4271 | 0.0092 | 1.0147 | 0.0413 | 0.0412 | -0.0333 | |
| 278 | 8.37 | 8.1500 | 0.0381 | 0.2178 | 0.422 | 0.516 | | * | | 0.001 | 0.5155 | 0.0081 | 1.0130 | 0.0466 | 0.0464 | -0.0362 | |
| 279 | 8.43 | 8.2099 | 0.0369 | 0.2239 | 0.422 | 0.531 | | * | | 0.001 | 0.5299 | 0.0076 | 1.0124 | 0.0464 | 0.0461 | -0.0353 | |
| 280 | 8.31 | 8.1126 | 0.0389 | 0.1976 | 0.422 | 0.468 | | | | 0.001 | 0.4679 | 0.0084 | 1.0136 | 0.0431 | 0.0430 | -0.0339 | |
| 281 | 8.34 | 8.2470 | 0.0362 | 0.0948 | 0.422 | 0.225 | | | | 0.000 | 0.2242 | 0.0073 | 1.0136 | 0.0192 | 0.0191 | -0.0144 | |
| 282 | 8.21 | 8.4185 | 0.0331 | -0.2038 | 0.422 | -0.483 | | | | 0.001 | -0.4820 | 0.0061 | 1.0111 | -0.0377 | -0.0369 | 0.0260 | |
| 283 | 8.00 | 7.9723 | 0.0417 | 0.0277 | 0.422 | 0.066 | | | | 0.000 | 0.0657 | 0.0097 | 1.0163 | 0.0065 | 0.0065 | -0.0053 | |
| 284 | 7.89 | 7.7819 | 0.0458 | 0.1095 | 0.421 | 0.260 | | | | 0.000 | 0.2595 | 0.0117 | 1.0180 | 0.0282 | 0.0282 | -0.0241 | |

Output Statistics

| Obs | Dependent Variable | Predicted Value | Std Error Mean Predict | Residual | Std Error Residual | Student Residual | -2 -1 0 1 2 | Cook's D | RStudent | Hat Diag H | Cov Ratio | DFFITS | DFBETAS | |
|-----|--------------------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|------------------|-------------|----------|----------|------------|-----------|---------|-----------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | | Intercept | Objem [mid \$]log |
| 285 | 7.79 | 7.9597 | 0.0420 | -0.1696 | 0.422 | -0.402 | | 0.001 | -0.4017 | 0.0098 | 1.0154 | -0.0400 | -0.0400 | 0.0329 |
| 286 | 7.69 | 8.0012 | 0.0411 | -0.3095 | 0.422 | -0.734 | * | 0.003 | -0.7334 | 0.0094 | 1.0125 | -0.0716 | -0.0715 | 0.0581 |
| 287 | 7.90 | 7.6584 | 0.0485 | 0.2420 | 0.421 | 0.575 | * | 0.002 | 0.5743 | 0.0131 | 1.0177 | 0.0662 | 0.0660 | -0.0576 |
| 288 | 7.81 | 7.8370 | 0.0446 | -0.0234 | 0.421 | -0.056 | | 0.000 | -0.0554 | 0.0111 | 1.0178 | -0.0059 | -0.0059 | 0.0050 |
| 289 | 7.89 | 7.9933 | 0.0413 | -0.1070 | 0.422 | -0.254 | | 0.000 | -0.2534 | 0.0095 | 1.0157 | -0.0248 | -0.0248 | 0.0202 |
| 290 | 7.87 | 7.9997 | 0.0412 | -0.1344 | 0.422 | -0.319 | | 0.000 | -0.3184 | 0.0094 | 1.0154 | -0.0311 | -0.0311 | 0.0253 |
| 291 | 7.92 | 8.1681 | 0.0378 | -0.2470 | 0.422 | -0.585 | * | 0.001 | -0.5846 | 0.0079 | 1.0123 | -0.0523 | -0.0521 | 0.0404 |
| 292 | 7.76 | 8.0589 | 0.0400 | -0.2982 | 0.422 | -0.707 | * | 0.002 | -0.7065 | 0.0089 | 1.0122 | -0.0669 | -0.0669 | 0.0535 |
| 293 | 7.74 | 7.9882 | 0.0414 | -0.2433 | 0.422 | -0.577 | * | 0.002 | -0.5763 | 0.0096 | 1.0140 | -0.0566 | -0.0566 | 0.0461 |
| 294 | 7.54 | 7.9884 | 0.0414 | -0.4438 | 0.422 | -1.053 | ** | 0.005 | -1.0528 | 0.0096 | 1.0089 | -0.1034 | -0.1034 | 0.0843 |
| 295 | 7.46 | 7.5784 | 0.0503 | -0.1194 | 0.421 | -0.284 | | 0.001 | -0.2833 | 0.0141 | 1.0204 | -0.0339 | -0.0337 | 0.0298 |
| 296 | 7.30 | 7.9625 | 0.0419 | -0.6606 | 0.422 | -1.567 | *** | 0.012 | -1.5707 | 0.0098 | 1.0004 | -0.1563 | -0.1563 | 0.1282 |
| 297 | 7.15 | 7.5543 | 0.0509 | -0.4007 | 0.421 | -0.953 | * | 0.007 | -0.9524 | 0.0144 | 1.0152 | -0.1152 | -0.1146 | 0.1016 |
| 298 | 7.10 | 7.3559 | 0.0554 | -0.2602 | 0.420 | -0.620 | * | 0.003 | -0.6189 | 0.0171 | 1.0215 | -0.0816 | -0.0807 | 0.0736 |
| 299 | 7.08 | 7.2090 | 0.0588 | -0.1338 | 0.420 | -0.319 | | 0.001 | -0.3184 | 0.0193 | 1.0256 | -0.0446 | -0.0439 | 0.0408 |
| 300 | 7.05 | 7.3277 | 0.0561 | -0.2801 | 0.420 | -0.667 | * | 0.004 | -0.6665 | 0.0175 | 1.0215 | -0.0890 | -0.0879 | 0.0804 |
| 301 | 6.95 | 7.6473 | 0.0488 | -0.7005 | 0.421 | -1.665 | *** | 0.019 | -1.6693 | 0.0133 | 1.0019 | -0.1935 | -0.1929 | 0.1685 |
| 302 | 6.92 | 7.4236 | 0.0538 | -0.5028 | 0.420 | -1.197 | ** | 0.012 | -1.1974 | 0.0162 | 1.0136 | -0.1534 | -0.1520 | 0.1374 |
| 303 | 7.01 | 7.5476 | 0.0510 | -0.5375 | 0.421 | -1.278 | ** | 0.012 | -1.2792 | 0.0145 | 1.0106 | -0.1552 | -0.1543 | 0.1370 |
| 304 | 7.07 | 7.3003 | 0.0567 | -0.2299 | 0.420 | -0.548 | * | 0.003 | -0.5469 | 0.0179 | 1.0229 | -0.0738 | -0.0729 | 0.0669 |
| 305 | 7.11 | 7.0764 | 0.0619 | 0.0317 | 0.419 | 0.076 | | 0.000 | 0.0755 | 0.0214 | 1.0284 | 0.0112 | 0.0109 | -0.0103 |
| 306 | 7.02 | 7.0165 | 0.0633 | 0.005485 | 0.419 | 0.013 | | 0.000 | 0.0131 | 0.0224 | 1.0295 | 0.0020 | 0.0019 | -0.0018 |
| 307 | 6.93 | 6.8430 | 0.0675 | 0.0831 | 0.418 | 0.199 | | 0.001 | 0.1985 | 0.0254 | 1.0324 | 0.0320 | 0.0311 | -0.0299 |
| 308 | 6.93 | 6.7849 | 0.0689 | 0.1405 | 0.418 | 0.336 | | 0.002 | 0.3357 | 0.0264 | 1.0330 | 0.0553 | 0.0537 | -0.0518 |
| 309 | 6.89 | 7.0081 | 0.0635 | -0.1178 | 0.419 | -0.281 | | 0.001 | -0.2809 | 0.0225 | 1.0291 | -0.0426 | -0.0417 | 0.0395 |
| 310 | 6.81 | 6.7407 | 0.0699 | 0.0727 | 0.418 | 0.174 | | 0.000 | 0.1738 | 0.0272 | 1.0345 | 0.0291 | 0.0282 | -0.0273 |
| 311 | 6.78 | 7.0168 | 0.0633 | -0.2382 | 0.419 | -0.569 | * | 0.004 | -0.5680 | 0.0224 | 1.0273 | -0.0859 | -0.0840 | 0.0795 |
| 312 | 6.73 | 6.8063 | 0.0684 | -0.0758 | 0.418 | -0.181 | | 0.000 | -0.1809 | 0.0260 | 1.0332 | -0.0296 | -0.0287 | 0.0277 |