



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

AUTOMATIZOVANÁ INVESTIČNÍ STRATEGIE PRO OBCHODOVÁNÍ VYBRANÉ KRYPTOMĚNY

AUTOMATED INVESTMENT STRATEGY FOR TRADING SELECTED CRYPTOCURRENCY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anežka Melzrová, DiS.

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Luhan, Ph.D., MSc

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Studentka:	Bc. Anežka Melzrová, DiS.
Vedoucí práce:	Ing. Jan Luhan, Ph.D., MSc
Akademický rok:	2021/22
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Informační management

Garant studijního oboru Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Automatizovaná investiční strategie pro obchodování vybrané kryptoměny

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Práce je zaměřena na návrh automatizované investiční strategie pro kryptoměnový trh. Přínosy práce jsou orientovány především pro investora se zaměřením na zvýšení ziskovosti, snížení investičního rizika spojeného s volatilitou kryptoměnového trhu a zároveň minimalizace časové náročnosti.

Základní literární prameny:

DVOŘÁK, Roman. Trading strategie. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. 140 s. ISBN 978-80-251-2240-2.

KALISKÝ, B. Bitcoin a ti druzí. 1. vyd. Praha: IFP Publishing, 2018. 133 s. ISBN 978-80-87383-71-1.

LÁNSKÝ, J. Kryptoměny. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2018. 160 s. ISBN 978-80-7400-722-4.

PETŘÍK, T. 1 bitcoin za 10 milionů dolarů. 1. vyd. Brno: Tribun EU, 2020. 155 s. ISBN 978-80-263-1626-8.

REJNUŠ, O. Finanční trhy. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 760 s. ISBN 978-80-247-3671-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Miloš Koch, CSc.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá automatizovanou investiční strategií navrženou pro kryptoměnový trh. Vybraná kryptoměna je charakterizována a zanalyzována. Jsou zhodnoceny existující automatizované investiční strategie a následně je navržena automatizovaná investiční strategie vlastní. Všechny tyto strategie jsou testovány na historických datech vybrané kryptoměny a je vyhodnocen jejich přínos.

Abstract

This master's thesis deals with an automated investment strategy designed for the cryptocurrency market. The selected cryptocurrency is characterized and analyzed. Existing automated investment strategies are evaluated and then a custom automated investment strategy is proposed. All the strategies are tested on historical data of the selected cryptocurrency and their contribution is evaluated.

Klíčová slova

Finanční trh, kryptoměny, altcoiny, automatizovaná investiční strategie, algoritmické obchodování, metoda klouzavých průměrů

Keywords

Financial market, cryptocurrencies, altcoins, automated investment strategy, algorithmic trading, moving average method

Bibliografická citace

MELZROVÁ, Anežka. *Automatizovaná investiční strategie pro obchodování vybrané kryptoměny* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143256>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Jan Luhan.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně.
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 9. května 2022

.....

podpis studenta

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu za odborné podněty a připomínky, které mi během zpracování této práce poskytl. Oponentovi děkuji za odborné posouzení a za případné náměty k této práci. Dále děkuji své rodině a nejbližším za podporu při zpracování této práce.

Obsah

Úvod.....	10
1 Cíle, metody, postupy a struktura práce	11
1.1 Struktura práce	12
2 Teoretická východiska práce	13
2.1 Finanční trhy	13
2.1.1 Peníze.....	13
2.1.1.1 Fiat peníze	14
2.1.2 Členění finančních trhů.....	14
2.1.2.1 Peněžní trh	15
2.1.2.2 Trhy s cizími měnami	15
2.1.2.3 Kapitálový trh	16
2.1.2.4 Trh drahých kovů	16
2.2 Kryptoměny	16
2.2.1 Virtuální měna	16
2.2.2 Kryptoměnový systém	17
2.2.3 Technologická specifika kryptoměn, kryptografie	18
2.2.3.1 Hashovací funkce	19
2.2.3.2 Asymetrická kryptografie	19
2.2.3.3 Blockchain, blok, těžba kryptoměn	20
2.2.4 Historie.....	21
2.2.5 Specifika obchodování kryptoměn	25
2.2.5.1 Kryptoměnové burza	30
2.3 Nástroje pro analýzu trhu.....	32
2.3.1 Fundamentální analýza	33
2.3.1.1 Fundamentální analýza kryptoměn.....	33
2.3.2 Technická analýza.....	36
2.3.2.1 Metoda klouzavých průměrů	37
2.3.2.2 Technická analýza kryptoměn.....	38
2.3.3 Psychologická analýza	39
2.3.3.1 Psychologická analýza kryptoměn	39
2.4 Investiční strategie	40
2.4.1 Investice	41
2.4.2 Obchodování	41
2.4.3 Obchodní strategie	41
2.4.3.1 Automatizovaná (algoritmická) obchodní strategie	42
2.4.3.2 QuantConnect	44
2.4.3.3 Python.....	46
3 Analytická část.....	47

3.1	Fundamentální analýza kryptoměny Solana	47
3.1.1	Popis kryptoměny a aktuální informace	47
3.1.2	White paper	49
3.1.3	Road map a infrastruktura.....	50
3.1.4	Cenová historie	51
3.1.5	Obchodování Solany	54
3.1.6	Komunikace a aktivita	54
3.1.7	Uživatelé, uživatelská přívětivost a hodnota, jakou projekt přináší	54
3.1.8	Investice a partnerství	55
3.1.9	Shrnutí.....	55
3.2	Volba datasetu.....	56
3.3	Analýza dostupných strategií.....	58
3.3.1	Vyhodnocení buy and hold strategie	59
3.3.2	Jednoduchý klouzavý průměr	60
3.3.3	Křížení dvou exponenciálních klouzavých průměrů	61
3.3.4	Ukazatel volatility – ATR.....	64
4	Vlastní návrh.....	67
4.1	Návrh strategie	67
4.1.1	Základní parametry strategie	67
4.1.2	Implementace indikátorů a jejich optimalizace	68
4.1.2.1	Klouzavé průměry	69
4.1.2.2	Trailing stop loss	71
4.1.2.3	Profit target a portfolio management.....	74
4.1.3	Vyhodnocení reportu z platformy Quantconnect.....	77
4.2	Backtesting strategie out of sample na datech Solany	78
4.2.1	Vyhodnocení.....	78
4.2.1.1	Exponenciální klouzavé průměry	80
4.2.1.2	Trailing stop loss	81
4.2.1.3	Profit target.....	82
4.3	Shrnutí a možnosti dalších optimalizací strategie.....	83
4.4	Praktické využití strategie, cílové skupiny	84
	Závěr	85
	Seznam použitých zdrojů.....	86
	Seznam grafů	89
	Seznam obrázků	90
	Seznam tabulek	91
	Seznam příloh	93

Úvod

Ekonomické dění ve světě dokážeme sami ovlivnit jen velmi nepatrně. Můžeme sice spoléhat na svou centrální banku a státní instituce, můžeme maximálně důvěřovat kompetentnímu politickému vedení svého státu, ale stále budeme součástí světa, ve kterém si některé vlády finanční prostředky bezhlavě půjčují¹, ve kterém centrální banky pro podporu ekonomického růstu nadměrně emitují peníze a tím přispívají k inflaci², ve kterém jsou komerční banky ochotny uzavírat hypoteční úvěry s nebonitními klienty³ a ve kterém politické elity ideologicky ignorují vlastní legislativu a úroveň života svých obyvatel⁴.

Odkrývá se zde otázka internetu, světa peněz a současnosti. Můžeme uvažovat, zda lze žít v globální digitalizované ekonomice, a nadále k placení využívat papírové a kovové peníze, které ztrácejí hodnotu inflací a jejichž validita je regionálně omezená, peníze, které je složité přesouvat a které jsou stále pod dohledem centralizujícího úřadu nebo banky. Právě zde, v digitálním světě, je na kryptoměny pohlíženo jako na decentralizované platidlo umožňující pohotové transakce.

Kromě výše uvedeného pohledu na kryptoměny jako na platidlo lze vzít v potaz i přístup investorský. Na kryptoměny můžeme pohlížet jako na „digitální zlato“ – na aktivum, do kterého má význam investovat a diverzifikovat tak investiční portfolio. Ač v dnešní době již mnohé subjekty zvažují investice do kryptoměn za základě fundamentálního rozhodnutí a plánují je držet po dlouhé období, vysoká volatilita cen kryptoměn může být v tomto rozhodnutí překážkou.

K této překážce je možné přistoupit jako k příležitosti a volatilitu využít ve prospěch, což nás může přivádět k myšlence obchodovat kryptoměny na základě automatizované technické analýzy a využít automatizované investiční strategie.

¹ Jako příklad lze uvést Řecko od 80. let 20. století (15).

² Emise peněz neboli navyšování peněžní zásoby bylo jedno preventivních z opatření proti zpomalení ekonomiky v období pandemie covid-19 (24).

³ Půjčování doslova „nezaměstnaným na paláce“ je považováno za hlavní příčinu hypoteční krize v USA kolem roku 2008 (15).

⁴ Kaliský ve své knize „*Bitcoin a ti druzí*“ vydané v roce 2018 v souvislosti s politiky ignorujícími vlastní legislativu a životní úroveň svých obyvatel zmiňuje tehdejší dění ve Venezuele (15). Dnes můžeme v tomto kontextu velmi aktuálně hovořit o dění v Ruské federaci.

1 Cíle, metody, postupy a struktura práce

Hlavním cílem této diplomové práce je aplikovat některé ze známých analytických investičních postupů běžně využívaných pro akciové nebo ETF⁵ investice na investice do kryptoměn. Vzhledem k tomu, že kryptoměny jsou na finančních trzích stále poměrně novým fenoménem, který zde z mého pohledu stále hledá své místo⁶, nepovažuji určení typické a ověřené strategie pro obchodování s kryptoměnami za triviální záležitost.

Mnohé ukazatele spadající pod fundamentální analýzu akciových trhů jsou pro obchodování kryptoměn absolutně nevhodné. Například nemá význam analyzovat společnost vydávající kryptoměnu a její finanční výkazy, protože fundamentem kryptoměny je často pouze open source⁷ projekt, který nemá právní subjektivitu a nelze jej lokalizovat – je to jen komunikační a evidenční protokol. Transformovat fundamentální analýzu na prostředí kryptoměn není vůbec přímočaré, avšak určité metody k tomu již existují (a rovněž budou v této práci zmíněny).

V případě technické analýzy, která se zaměřuje hlavně na vývoj tržní hodnoty kurzů a obchodovaných objemů, je transformace na kryptoměny poněkud přímější. Vzhledem k tomu, že některé dílčí metody technické analýzy jsou velmi vhodné pro zautomatizování, naprogramování technické analýzy v kontextu kryptoměn se může jevit jako možný krok k dosažení vyšších investičních zisků, k redukci ztrát a k větší kontrole nad investičním rizikem.

⁵ ETF („Exchange Traded Funds“ – angl. burzovně obchodované fondy) je označení investičního produktu – derivátu, který na rozdíl od klasických otevřených podílových fondů vydal své akcie, se kterými se obchoduje na burzách podobně jako s běžnými akciemi. Koupí jednoho ETF investor diverzifikuje riziko mezi všechny tituly, ze kterých je dané ETF složeno (22).

⁶ Lze se setkat s různými typy názorů. Někdo věří fundamentu kryptoměn a považuje je za platidlo budoucnosti, jiný za digitální zlato, které má ochránit investorův kapitál před potenciálními krizemi bankovních systémů. Opačné názory kryptoměny odsuzují kvůli absenci investiční historie rozsáhlé alespoň několik desítek let, někteří dokonce odsuzují jejich fundament a považují je za pouhý „kus kódu“ bez vnitřní hodnoty, který lze kdykoliv změnit, a tedy ztratit fundament.

⁷ Open source je označení programů, jejichž zdrojový kód je publikován veřejně, čímž k němu může mít přístup kdokoliv a většinou jej může revidovat, upravovat a dále vylepšovat (21).

1.1 Struktura práce

V teoretické části této diplomové práce budou probrány následující oblasti: finanční trhy, kryptoměny, nástroje pro analýzu trhu, jejich aplikace na kryptoměny a investiční strategie a jejich automatizace.

V analytické části bude vypracována fundamentální analýza zvolené kryptoměny Solana a bude zhodnocen zvolený dataset obsahující historická tržní data této kryptoměny. Dále budou posouzeny konkrétní příklady již existujících automatizovaných investičních strategií. Po aplikaci těchto strategií na trh s kryptoměnou Solana bude posouzena výkonnost těchto strategií.

V návrhové části bude sestavena vlastní strategie za pomoci cloudové platformy Quantconnect. Tato strategie bude implementovat principy zanalyzovaných strategií, bude testována na historických datech, optimalizována a poté spuštěna tzv. „out of sample“, tedy na jiném vzorku historických dat, než na jakém byla stavěna. Výsledky a zhodnocení strategie budou průběžně reportovány. Závěrem budou popsány cílové skupiny, pro něž implementace tohoto typu strategie může být přínosem, a možnosti dalšího rozvoje této strategie.

2 Teoretická východiska práce

V této kapitole představím teoretická východiska, která mi posloužila jako informační podklad pro zpracování analytické i praktické části mé diplomové práce. Na začátku se budu souhrnně věnovat finančním trhům, blíže specifikuji měnu a měnový systém, jak je známe v dnešním světě, a popíšu kryptoměny jako reakci na tento měnový systém. Z konkrétních kryptoměn se zaměřím na tu historicky první – Bitcoin, který se stal vzorem a inspirací pro ostatní kryptoměny. Zmíním také specifika, která se s obchodováním kryptoměn pojí.

Navážu podkapitolou o nástrojích pro analýzu trhu – o fundamentální, technické a psychologické analýze. Ač se jedná o analytické nástroje využívané na klasických finančních trzích, zmíním i aplikaci těchto nástrojů na kryptoměny.

Poté se budu zabývat investičními strategiemi, jejich automatizací, nástrojem QuantConnect, který slouží pro stavbu automatizovaných strategií, a programovacím jazykem Python, který je pro stavbu strategií v nástroji QuantConnect využíván.

2.1 Finanční trhy

Hlavním cílem finančních trhů, tedy subsystému finančního systému je, aby se peněžní prostředky přemísťovaly od přebytkových subjektů, které jich mají aktuálně nadbytek (na straně nabídky), k subjektům deficitním, které jich aktuálně mají nedostatek (na straně poptávky), a to v ideálním případě k těm, u kterých budou tyto prostředky využity nejefektivněji. Finanční trhy umožňují dnešní příjmy formou investic transformovat na vyšší příjmy předpokládané v budoucnosti (26).

2.1.1 Peníze

Peníze jsou základním prostředkem směny a jsou nutným předpokladem fungování finančních trhů. Dnes je fungování všech existujících druhů trhů penězi podmíněno. Peníze ve fyzické formě dnes nemají téměř žádnou hodnotu (jejich hodnota je postavena především na důvěře jejich uživatelů), nicméně vyvinuly se z platidel, které samy o sobě hodnotu měly. Původní peníze fungovaly na principu naturální směny, tento princip ale vyžadoval tzv. oboustrannou shodu potřeb. Později v historii funkci peněz plnily drahé kovy, u nichž byla důvěra založena na jejich vzácnosti a homogenosti, na což vývojově

navázala ražba peněz z drahých kovů. Později se ale ukázalo, že daleko důležitější, nežli fyzická hodnota peněz je, zda lidé v tyto peníze důvěřují. Proto začaly vznikat peníze papírové, které byly směnitelné za zlato, a tím, že byly označeny za zákonné platidlo, je nebylo možné nikým v daném státě odmítnout (26).

Zlatý standard, který garantoval hodnotu papírových peněz hodnotou zlata, se v průběhu 20. století ukázal jako nefunkční, a proto definitivně skončil v roce 1971, kdy prezident Richard M. Nixon zrušil směnitelnost amerického dolaru za zlato. Proto dnes již žádné peníze nemají vnitřní hodnotu a jejich hodnota je čerpána pouze z důvěry v měnový systém, respektive ve schopnosti centrální banky korigovat emisi peněz a dohlížet na dodržování pravidel finančního systému – hovoříme tedy o penězích s nuceným oběhem. Dnes se můžeme pouze domnívat, do jaké míry je důvěra v tyto peníze ovlivněna historicky z důvodu dříve existujícího zlatého standardu a do jaké míry společnost opravdu věří v měnový systém (15).

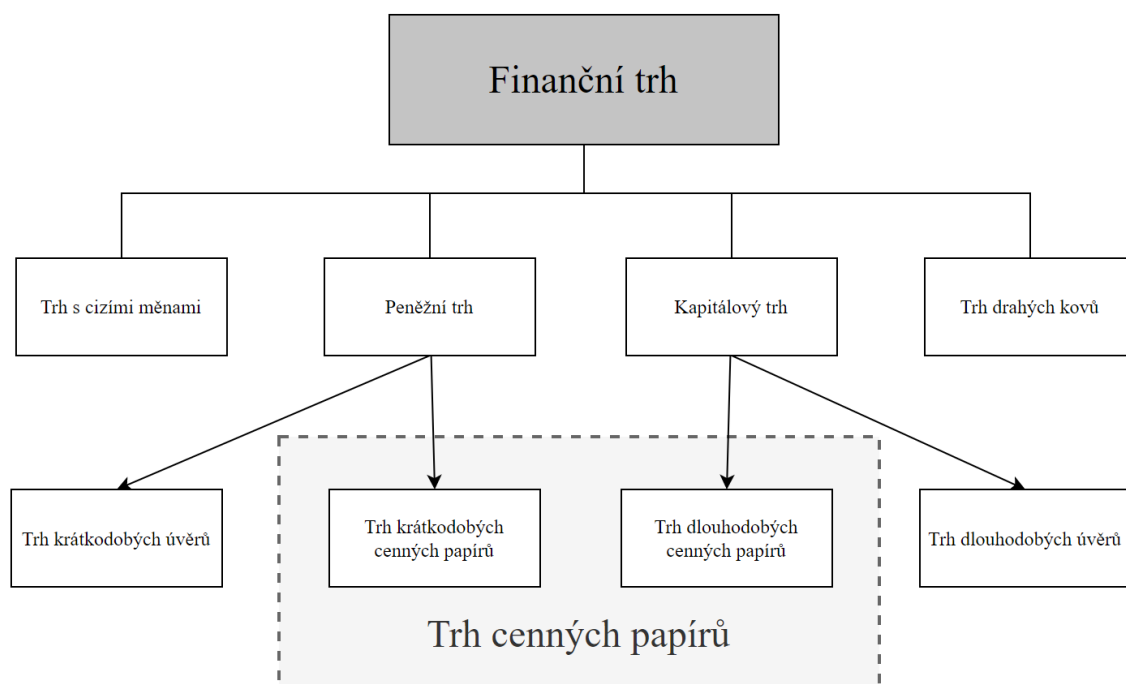
2.1.1.1 Fiat peníze

Z důvodu zrušení zlatého standardu dnes platíme penězi s nuceným oběhem, tedy tzv. fiat penězi. Jedná se o státní peníze, které nejsou ničím kryté přímo (nejsou navázány na žádnou komoditu jako např. na zlato), ani nepřímo (nejsou kryty žádnou jinou měnou, která by zlatem kryta byla). Na rozdíl od peněz krytých zlatem, u kterých bankovky zastávaly roli směnek a stát nemohl vydat více bankovek, nežli kolik měl zlata pod úschovou, jsou vznik, oběh a zajištění dnešních fiat měn řízeny právními normami, které obvykle schvaluje vládnoucí orgán a spravuje je příslušný úřad (centrální banka, např. Česká národní banka). Proto se v případě fiat měn stává, že je stát schopen vydat bankovek daleko více, než je prospěšné pro ekonomiku a uživatele dané měny. Přímým důsledkem neustálého navyšování množství peněz v ekonomice je inflace, která někdy může vyústit do neúnosné míry a vyvinout se v hyperinflaci (15) (23) (26).

2.1.2 Členění finančních trhů

Finanční trhy v klasickém pojetí se nejčastěji člení podle druhů jednotlivých investičních instrumentů, a to na trh s cizími měnami, peněžní trh, kapitálový trh a trh drahých kovů. Trh peněžní se dále dělí na trh krátkodobých cenných papírů a trh krátkodobých úvěrů, a trh kapitálový na trh dlouhodobých cenných papírů a trh dlouhodobých úvěrů. V typické

definici finančních trhů nemají dosud své místo kryptoměny a jsou vnímány spíše jako alternativní investice (26).



Obrázek 1, Členění finančního trhu, převzato a upraveno (26)

2.1.2.1 Peněžní trh

Hlavní charakteristikou peněžního trhu je krátkodobost. Doba splatnosti instrumentů a nástrojů, které se zde obchodují, je zpravidla do jednoho roku. Mezi další charakteristiky peněžního trhu patří menší riziko, nižší výnosy a většinou i poměrně vysoká likvidita. Kromě financování provozního kapitálu podniků a poskytování krátkodobých peněžních úvěrů peněžní trh poskytuje finance pro spekulativní nákupy cenných papírů nebo komodit (26).

2.1.2.2 Trhy s cizími měnami

Trh z cizími měnami se dělí na trh devizový a valutový. Na devizovém trhu se obchoduje s bezhotovostní měnou a tím zároveň dochází k tvorbě jejich kurzů. Spotový devizový trh je neorganizovaný a funguje v pracovní dny 24 hodin denně. Na valutových trzích, které mají spíše maloobchodní charakter, se obchoduje s hotovostí za tzv. valutové kurzy, které se od devizových kurzů odvozují (26).

2.1.2.3 Kapitálový trh

Na kapitálovém trhu se obchodují investiční instrumenty, které mají povahu dlouhodobých finančních investic. Nástroje kapitálového trhu jsou obvykle ve srovnání s nástroji peněžního trhu výnosnější, ale také rizikovější.

Mimo riziko samotných investičních nástrojů můžeme identifikovat další dva faktory navyšující riziko kapitálového trhu:

1. riziko má povahu v čase narůstat,
2. kapitálové investice obvykle v praxi sestávají z vyšší částky investovaných prostředků, než peněžní investice (26).

2.1.2.4 Trh drahých kovů

Na trhu drahých kovů se obchoduje zejména zlato, stříbro, popřípadě i platina a paladium. Tyto drahé kovy považujeme za zvláštní druhy komodit a díky jejich historickému významu a výjimečným vlastnostem je rovněž kategorizujeme jako finanční investiční instrumenty (26).

2.2 Kryptoměny

Kryptoměna je decentralizovaná digitální měna, která funguje nezávisle na centrální autoritě. Nelze ji lokalizovat a nemá právní subjektivitu, protože se reálně jedná o program, jehož součástí je komunikační a evidenční protokol, a který k ověřování přesunu finančních prostředků používá šifrování (15) (17).

Vzhledem k tomu, že se jedná o subkategorii virtuální měny, specifikuji v této sekci o kryptoměnách nejdříve pojem virtuální měna. Poté se zaměřím na kryptoměnový systém, na jeho základní principy fungování, a na technologická specifika kryptoměn. V sekci o historii kryptoměn zmíním zejména Bitcoin, protože se jedná o první kryptoměnu, která byla pro ostatní kryptoměny vzorem a inspirací, a mnohé další kryptoměny vznikly modifikací zdrojových kódů Bitcoinu. Závěrem této podkapitoly definuji specifika kryptoměnového trhu (15) (17).

2.2.1 Virtuální měna

Virtuální měna představuje digitální reprezentaci hodnoty, která není vydána centrální bankou ani orgánem veřejné moci, ale na rozdíl od kryptoměn nemusí nutně splňovat

pravidlo decentralizace. Virtuální měna je akceptována fyzickými nebo právníckými osobami jako platební prostředek, ale není navázána na žádnou fiat měnu. Dochází u ní k elektronickým převodům, může být uložena nebo obchodována. Ač z kategorie virtuálních měn jsou dnes nejvýznamnější kryptoměny, do kategorie virtuálních měn patří také měny vydávané soukromými firmami – centrální autoritou. Tato centrální autorita má právo např. zneplatnit již proběhlé transakce. Jako příklad virtuální měny lze uvést E-gold, Liberty Reserve, WoW Gold, nebo Linden dollars (17).

2.2.2 Kryptoměnový systém

Základní vlastností fungujícího kryptoměnového systému je **decentralizace** – nefiguruje zde žádná centrální autorita a fungování systému je roz distribuováno mezi nezávislé entity. Tímto se kryptoměny liší od svých předchůdců z řad virtuálních měn, které nebylo možné spravovat kompletně decentralizovaně (17).

Čím vyšší je míra decentralizace, tím je nižší pravděpodobnost, že se nějaké entitě podaří porušit některou z dílčích oblastí, které jsou na principu decentralizace založené a které jsou níže popsány. Vzhledem k tomu, že hodnota kryptoměn vychází z jejich reputace, centralizovaným zásahem do kterékoliv z níže specifikovaných oblastí dojde k poklesu její důvěryhodnosti a v důsledku toho i k poklesu hodnoty kryptoměny (17).

Informace o jednotkách kryptoměny a jejich vlastnictví

Uchování informací o jednotkách dané kryptoměny a o jejich vlastnictví se nachází uvnitř systému (tedy mezi jednotlivými entitami tohoto systému) (17).

Prokazování vlastnictví jednotek kryptoměny

Vlastnictví jednotek dané kryptoměny se prokazuje výhradně kryptograficky. Tento způsob prokazování zamezuje pochybnostem o vlastnictví jednotek – vlastníkem je každý, kdo se prokáže předem stanovenou znalostí. Disponuje-li touto znalostí více entit, jedná se z pohledu kryptoměnového systému o nerozlišitelné entity a pokyn k převodu může podat kterákoliv z nich (17).

Podmínky vzniku nových jednotek kryptoměny a jejich vlastnictví

Systém definuje, zda v něm mohou vznikat nové jednotky dané kryptoměny, podmínky jejich vzniku a určení jejich vlastnictví. Na základě této podmínky pak jednotliví

uživatelé subjektivně stanoví, jakou hodnotu pro ně daná kryptoměna má a tím vlastně určí výši poptávky. V rámci této oblasti můžeme hovořit o předvídatelnosti kryptoměny (a to i přes to, že určování vlastnictví nových jednotek nemusí být všeobecně považováno za spravedlivé). U fiat měn není vznik nových jednotek měny exaktně definován a rámcové sliby o vydávání nových jednotek měn mohou být porušeny. Proto také fiat měny nelze ve srovnání s kryptoměnami považovat za předvídatelné⁸ (17).

Změna vlastnictví jednotek kryptoměny (transakce)

System umožní změnu vlastnictví jednotek kryptoměny poté, co entita, která prokáže aktuální vlastnictví těchto jednotek, zadá pokyn k provedení transakce. Tímto systémem poskytuje základní funkčnost digitální měny, tedy funkčnost provádět transakce. Žádná jiná entita, ať už jednotlivec, organizace, stát nebo dokonce např. soud nemá možnost zasahovat do definice vlastnictví jednotek kryptoměny (17).

Řešení kolizí

V případě že dojde k zadání dvou pokynů ke změně vlastnictví stejných jednotek kryptoměny současně, systém provede maximálně jeden z pokynů. Nemožnost současného dvojnásobného utracení jednotek byla dříve např. u virtuálních měn vynucována centralizovaně, ale až u kryptoměn je možné ji zajistit bez zásahů centrální autority (17).

2.2.3 Technologická specifika kryptoměn, kryptografie

Vznik kryptoměn neznamená pouze nové uplatnění technologií sloužících pro vlastnění jmění nebo používání peněz, mění nám ale způsob, jak je možné uchovávat data, a to pomocí blockchainu. V souvislosti se vznikem kryptoměn můžeme také uvažovat, do jaké míry potřebujeme státní a bankovní instituce jako centralizační prvek zajištění bezpečnosti finančního systému (15) (23).

V této sekci budou popsána technická specifika, která jsou s kryptoměnami úzce spjata. Základním z nich je **kryptografie**, tedy nauka zabývající se metodami skrývání významu informací osobám, kterým zasílané informace nebyly adresovány, avšak osobám, kterým

⁸ Zde uvažuji předvídatelnost kryptoměn jako fundamentu, nikoliv předvídatelnost vývoje jejich tržních cen – předvídatelnost vývoje tržních cen by mohla být z určitých úhlů pohledů diskutabilní.

informace určeny byly, kryptografie umožňuje zašifrovanou informaci opět rozšifrovat pomocí tzv. šifrovacích klíčů a tím si ji přečíst (23).

Pojem kryptografie lze vnímat i jako soubor technik, které se k šifrování používají. Kryptografii i samotné šifrování lze základním způsobem dělit na symetrické a asymetrické. Hlavní rozdíl těchto dvou dělení je, že **symetrická kryptografie** používá k šifrování jeden tzv. tajný klíč, který je známý a sdílený pouze mezi skupinou těch, kteří spolu šifrovaně komunikují. Pokud tajný klíč pro šifrovanou komunikaci používá více osob ve skupině, není možné jednoznačně identifikovat autora (odesílatele) informace. **Asymetrická kryptografie** používá klíče dva, tzv. privátní klíč a veřejný klíč, díky jejichž existenci lze u zašifrované informace identifikovat jejího autora (23).

S kryptoměnami je spjata převážně asymetrická kryptografie, a proto bude níže rozebrána podrobněji. Nejprve je ale zapotřebí definovat pojmy **hashovací funkce** a **hash** (23).

2.2.3.1 Hashovací funkce

Hashovací funkce je matematický algoritmus, který dnes v digitálním světě slouží jako klíčový prvek zabezpečení. Pro tento algoritmus platí, že:

- jeho vstup může nabývat různého rozsahu, ale výstup je vždy konstantní délky,
- je jednosměrný (z výstupu této funkce je výpočetně neuvěřitelně těžké zpětně rekonstruovat její vstup),
- nepatrná změna vstupu této funkce způsobí zásadní změny jejího výstupu,
- je výpočetně neuvěřitelné, aby došlo k nalezení kolize, kde by dvěma rozdílným vstupům odpovídal jeden shodný výstup.

Výstup hashovací funkce je běžně označován jako **hash**, který vstupní data hashovací funkce jednoznačně identifikuje (15) (23).

2.2.3.2 Asymetrická kryptografie

Jak již bylo zmíněno výše, asymetrická kryptografie je taková, u níž je možné identifikovat odesílatele zašifrované informace pomocí privátního a veřejného klíče. **Privátní klíč** by měl vždy být ve vlastnictví jedné osoby a **veřejný klíč** je sdílený s ostatními osobami (23).

2.2.3.3 Blockchain, blok, těžba kryptoměn

Blockchain je nová technologie, která vznikla s příchodem Bitcoinu, a je na ní postaven jak Bitcoin, tak i téměř všechny ostatní kryptoměny. Je to datová struktura – decentralizovaná forma databáze (volně překládaná jako „účetní kniha“), která umožňuje přidávání a načítání záznamů, nikoliv ale jejich úpravu a odstraňování. Kopii této databáze uchovává více uzlů v blockchainové síti, které dodržují přesně definovaný protokol. Čím více uzlů blockchainová síť obsahuje, tím je bezpečnější, ale také energeticky náročnější, avšak při vyšší energetické náročnosti se nezvyšuje její rychlost. Proto je tato technologie vhodná tam, kde je bezpečnost důležitější než rychlost, pružnost nebo energetická náročnost (např. pro evidenci transakcí, vlastnictví nebo smluv). V oboru informačních technologií jsou uvažovány, popř. testovány možnosti dalšího využití blockchainu, nebo databází fungujících na podobném principu (15) (23).

Bloky v blockchainu

Jak už ze slova blockchain vyplývá, je to řetězec bloků (block je angl. blok, chain je angl. řetězec), což znamená, že jednotlivé bloky jsou vzájemně provázány. Každý blok se skládá ze dvou částí: záhlaví bloku a seznamu transakcí (23).

Záhlaví obsahuje několik položek, např.:

- ID bloku (pořadové číslo bloku určené podle pořadí jeho vytěžení),
- hash předchozího bloku,
- nonce (23).

Seznam transakcí obsahuje všechny transakce, které byly těžařem přidány do bloku při tzv. těžbě kryptoměn, která bude vysvětlena níže. Jedna takováto transakce mimo jiné obsahuje hlavně údaje o odesílateli transakce (tzv. vstupy) a údaje o příjemci transakce (tzv. výstupy) (23).

Těžba kryptoměn obnáší sloučení transakcí proběhlých na síti dané kryptoměny do seznamu transakcí v bloku. vygenerování a přidání tzv. „nonce“ (náhodně generovaného řetězce znaků) a následné zahashování celého bloku (včetně nonce). Výsledný hash musí mít odpovídající tvar. Pokud daný tvar nemá, dojde k vygenerování nového nonce a k opětovnému zahashování. Je-li požadavek na tvar hashe splněn, blok se zapíše do

blockchainu a těžař obdrží odměnu (kterou tzv. vytěžil). Toto je princip těžby zvaný „proof of work“, na němž je postavena síť Bitcoinu (13).

Principů těžby již dnes existuje více, například v rámci fundamentální analýzy kryptoměny Solana (v podkapitola 3.1) bude popsán princip „proof of stake“ (29).

2.2.4 Historie

Počátkům kryptoměn předcházela ekonomická krize a první pokusy o centralizované virtuální měny, které skončily neúspěšně. Oficiálně je první kryptoměnou Bitcoin a pro ostatní kryptoměny byl vzorem a inspirací, a proto vznik Bitcoinu můžeme současně považovat za vznik kryptoměn. Některé kryptoměny vznikly modifikací zdrojových kódů Bitcoinu (17).

Dodnes není zcela zřejmé, jestli je autorem Bitcoinu osoba nebo skupina osob. Autor původní vědecké publikace totiž vystupuje pod pseudonymem Satoshi Nakamoto, který se svými spolupracovníky nekomunikoval jinak než písemně – elektronicky a nikdy nezveřejnil žádné informace, které by napomohly určit jeho totožnost (17).

Za první oficiální počátek Bitcoinu lze považovat zaregistrování domény bitcoin.org dne 18. srpna 2008. Dne 31. října stejného roku zde Satoshi Nakamoto zveřejnil dokument „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“ (jedná se o první tzv. white paper⁹). V tomto dokumentu popsal význam decentralizovaného systému, ve kterém je dvěma stranám umožněno provést transakci, aniž by ji někdo třetí centralizovaně garantoval a vstupoval do ní (15).

V lednu 2009 byl zveřejněn bitcoinový klient – program, který umožňuje připojení uzlu do bitcoinové sítě, těžbu Bitcoinu a provádění transakcí. Ve stejnou dobu Satoshi Nakamoto vytěžil prvních 50 Bitcoinů. Zároveň vznikl takzvaný „blok genesis“, tedy první blok blockchainu, ve kterém se od této doby dále evidují všechny transakce provedené na bitcoinové síti. Po zveřejnění kódu Bitcoinu se do komunity přidávali první nadšenci, kteří si posílali transakce a síť tak testovali (15).

⁹ White paper je inicializační dokument, jehož cílem je představit hlavní záměr nově vznikající kryptoměny. Právě vydání prvního white paperu v říjnu 2008 považujeme za započetí tradice zveřejňování tohoto dokumentu. Po vzoru Bitcoinu je i u novějších kryptoměn obvyklé zveřejnit white paper v období jejich vzniku (15).

V roce 2010 Satoshi Nakamoto prodal přístupy k doménám Bitcoinu a k úložištím kódu jednomu z klíčových členů komunity – Gavinu Andersenovi a úplně přestal zasahovat do vývoje. Od té doby bylo několikrát (a vždy marně) pátráno po jeho pravé identitě (15).

22. května 2010 proběhl snad nejznámější z prvních nákupů za Bitcoin – za 10 000 Bitcoinů byly nakoupeny dvě pizzy v hodnotě 41 USD. Událost byla zpopularizována médii, a tak si bitcoinová komunita každoročně připomíná tzv. „Bitcoin pizza day“. V červenci stejného roku Jed McCaleb přepracoval burzu, která dříve sloužila pro obchodování s kartami elektronické hry Magic: The Gathering Online, což dalo vzniknout první bitcoinové burze Mt. Gox. V roce 2010 narůstal počet těžařů a spolu s tím se prodlužovala doba, kdy se jednotlivci podařilo vytěžit nový blok. Proto v roce 2010 došlo k založení prvního tzv. těžebního poolu¹⁰ zvaného „Slush Pool“, který založil Čech Marek Palatinus (15).

V roce 2011 zažil Bitcoin svůj první významný cenový nárůst, přilákal mnoho fanoušků, investorů a spekulantů a poprvé se objevil také jako možnost platby v e-shopech (15).

V roce 2012 byl proveden hackerský útok zaměřený na účty bitcoinové směnárny Bitcoinica. Mezi oběťmi byli i uživatelé Slush Poolu a v důsledku toho začal vývoj první hardwarové peněženky Trezor¹¹. Ve stejném roce nastal také první tzv. „halving“¹² (15).

V roce 2013 byli zatčeni zakladatelé ilegálního online tržiště (e-shopu) Silkroad, ve kterém bylo možné nakoupit zboží regulované zákonem (hlavně farmaceutické produkty a drogy) a jako platidlo zde figuroval právě Bitcoin. Spojení tohoto tržiště s Bitcoinem jednoznačně pomohlo Bitcoinu získat na popularitě, ale mnozí si jej díky tomuto incidentu mylně asociují s podporou nelegální činnosti. Vzhledem k tomu, že blockchain Bitcoinu je veřejný, je možné jednoduše trasovat pohyb Bitcoinů souvisejících

¹⁰ Těžaři mohou těžit kryptoměny buď jako jednotlivci, nebo v rámci organizované skupiny, tzv. těžebního poolu. V poolu dochází ke sdružení výpočetního výkonu, takže zde každý těžař sice dostává pouze svůj podíl z příjmu z těžby, ale zato pravidelněji. Navíc v poolu lze lépe plánovat náklady na elektřinu a na investičně náročnější hardware, když běžné počítače již dnes nelze považovat za dostačující pro těžbu kryptoměn (15).

¹¹ Hardwarová peněženka Trezor je produktem české firmy Satoshi Labs, která vstoupila na trh v roce 2014. Hardwarovou peněženku lze vnímat jako pomyslný most mezi virtuálním a reálným světem (15) (30).

¹² Halving znamená půlení odměny za těžbu Bitcoinu, ke kterému dochází jednou za 4 roky. Poslední halving se plánuje na rok 2140, kdy se očekává, že budou vytěženy poslední zlomky z celkového objemu 21 milionů Bitcoinů. Vzhledem k tomu, že množství Bitcoinů je omezené, můžeme jej považovat za deflační (15).

s nezákonnou činností. Ve chvíli, kdy je takovýto Bitcoin identifikován, lze také na burze identifikovat jeho majitele (15).

Koncem roku 2013 došlo také k zhroucení kryptoměnové burzy Mt. Gox. Za důvody tohoto incidentu jsou považovány neschopnost reakce burzy na zvyšující se nároky regulátorů, přílišný nárůst počtu klientů a narůstající počet odhalených chyb v systému, které nebylo možné závčas opravit. Z účtů klientů Mt. Gox se ztratilo 744 000 Bitcoinů. V důsledku toho tržní cena Bitcoinu započala svůj klesající trend, který trval od začátku roku 2014 zhruba do poloviny roku 2015 a burza Mt. Gox tímto byla předurčena k zániku (15).

Během roku 2014 byla v pražských Holešovicích otevřena tzv. Paralelní Polis¹³ – centrum kryptoměnové propagace, vzdělávání a budování bitcoinové komunity (15).

Rok 2015 proběhl ve jménu hledání správných definic a regulujících legislativy na poli oficiálních státních orgánů. Jedním z prvních příkladů je stát New York v USA, který zavedl detailně a jasně definovaný právní rámec pro kryptoměny, tzv. „BitLicense“. Přínosem tohoto právního rámce bylo, že firmy podnikající s kryptoměny musely fungovat pod přísnějším dohledem než mnohé jiné finanční služby, odpůrci kryptoměn tím pádem již nemohli tak jednoduše poukazovat na protiprávnost a rizikovost kryptoměn a pozornost začali kryptoměnám věnovat i konzervativnější investoři. Nevýhodou získání BitLicense, která se v praxi projevila, byla náročnost byrokratická, finanční i bezpečnostní – získání BitLicense vyžadovalo zavedení mnoha nových procesů. Proto tuto licenci získalo jen pár velkých firem, např. kryptoměnová směnárna Coinbase¹⁴. Obecně by se dalo říci, že státy, které se snažily na existenci kryptoměn vydělat formou zdanění, licencí nebo pokut, akorát přiměly firmy podnikající s kryptoměny přesunout se do zemí s přívětivější legislativou. To přineslo státům, které ke kryptoměnám přistupovaly benevolentně, kromě daňových zisků, např. i příliv investic, nové IT experty, nebo reputaci místa, které je otevřeno technologickému pokroku (15).

¹³ Paralelní Polis je projekt umělecké skupiny Ztohoven, jehož cílem bylo (a stále je) zkoumat a hledat paralelní způsoby organizace společnosti (alternativy) a zabezpečit a rozšiřovat prostor svobody, který je ovlivňován státními a korporátními zájmy. Součástí Paralelní Polis je snad první bitcoinová kavárna, coworkingový prostor a přednáškový sál (15).

¹⁴ Coinbase je celosvětově rozšířená burza zprostředkovávající nákup Bitcoinu a několika dalších kryptoměn a související služby (15).

V dosavadní existenci Bitcoinu byly průběžně odhalovány chyby a možnosti jeho zneužití. Ač Bitcoin zůstává založen na stejném technologickém principu, stále probíhá jeho vývoj a vylepšování. Např. v srpnu roku 2010 byla nalezena chyba v kódu Bitcoinu a mimo pravidla těžby bylo vytvořeno 184 miliard Bitcoinů. Díky tomu musela vzniknout nová verze klienta a síť se nakonec podařilo vrátit do stavu, ve kterém byla dodržena všechna pravidla emise. Vícekrát v historii, zejména při historických nárůstech ceny Bitcoinu, řešila bitcoinová síť problémy se zvládnutím náporu množství transakcí a zachováním si rozumné rychlosti a výše poplatků za transakci. Jedno z možných řešení tohoto problému v roce 2016 bylo zvětšení bloku v blockchainu z 1 MB na 2,4 MB (nebo více), které nakonec vyústilo v tzv. „Válku o velikost bloku“. Tím se narazilo na snad hlavní nevýhodu decentralizovaného open-source vývoje: nejednoznačnost v oblasti dalšího směřování (15).

Rok 2017 začal nárůstem ceny Bitcoinu cca na 20tinásobek své hodnoty. S tím souvisel jeho další nárůst na popularitě, vznik stovek nových kryptoměn a tokenů¹⁵ (tzv. altcoinů) a fenomén nazvaný FOMO¹⁶. Při nárůstech objemu obchodů v tomto roce se Bitcoin dočasně stal nepoužitelným pro běžné platební transakce z důvodu zahlcení jeho sítě. Potvrzení jedné transakce se protáhlo na hodiny a její cena vystoupala k desítkám až stovkám korun. V roce 2018 již existovala řešení, která navýšila kapacitu bitcoinové sítě (15).

Spolu s dramatickým nárůstem ceny Bitcoinu v roce 2017 je spojeno několik dalších významných událostí. Jim (a samozřejmě i mnoha dalším) můžeme vděčit, že přispěly k vývoji kryptoměn do dnešní podoby.

- Víra v revolučnost blockchainu, při které se objevovaly tendence skoro až podobné internetové bublině (např. společnost produkující nápoje Long Island Iced Tea Corp. začala zamýšlet investice do kryptoměn, přejmenovala se na Long Blockchain Corp. a tím na burze NASDAQ získala na své hodnotě).

¹⁵ Token je pojem označující takovou kryptoměnu, která vznikla na platformě jiné kryptoměny a využívá síť a blockchain této platformy. Dnes to umožňují například platformy kryptoměny Ethereum a Solana, v rámci jejichž sítě lze vytvořit jiné kryptoměny (tokeny) (15) (28).

¹⁶ FOMO (Fear Of Missing Out – angl. strach z promeškání) je investičně-psychologický jev, který definuje emotivní chování na finančních trzích. V praxi se tohoto jevu i zneužívá za účelem dosažení popularity určité (nejčastěji podvodné) kryptoměny. Více bude vysvětlen v sekci „Specifika obchodování kryptoměn“ (15).

- Zprvu klasické finanční instituce skutečně považovaly kryptoměny za pouhou investiční bublinu a snažily se aktivně zamezit zájmu svých klientů o toto aktivum. Na druhou stranu ale byly samy ochotny investovat do projektů souvisejících s kryptoměnami a blockchainem.
- Koncem roku 2017 vznikly futures kontrakty¹⁷, v čemž je možné sledovat počátek otevřenějšího přístupu finančních institucí ke kryptoměnám a první náznak zařazení kryptoměn mezi legitimní investiční nástroje. I přes to, že podkladovým aktivem těchto kontraktů byly kryptoměny a obchodovala se jejich budoucí hodnota, samotné vyrovnání dvou stran stále probíhalo v dolarech (nebo jiných fiat měnách), což bylo pro konzervativní investory stále přijatelnější řešení, než kdyby probíhalo v kryptoměnách.
- Japonsko uznalo Bitcoin jako legální platidlo, v důsledku čehož se Bitcoin/japonský jen stal nejobchodovanějším krypto/fiat měnovým párem. Růst Bitcoinu (i v té době již existujících altcoinů) pomohl informovaným obyvatelům Zimbabwe a Venezuely při vyrovnávání se s ekonomickou krizí. Zároveň by se dalo říct, že profit byl oboustranný: zvýšený zájem obyvatel těchto dvou zemí zpětně pomohl kryptoměnám získávat na jejich hodnotě (15).

V současnosti můžeme z velké části pouze spekulovat o budoucím vývoji Bitcoinu (i vývoji kryptoměn obecně) a o jeho dlouhodobém vlivu naší společnost. V dnešní době je možné sledovat jeho význam ve funkci „digitálního zlata“ – když v některém státě poklesne hodnota jeho národní měny, lidé se obrací k Bitcoinu za účelem uchování hodnoty, nebo spekulace (15).

2.2.5 Specifika obchodování kryptoměn

Stejně jako každý jiný trh i ten kryptoměnový vykazuje svá specifika. S kryptoměnovým trhem je neodmyslitelně spjata vysoká volatilita a níže uvedené faktory k této volatilitě jednoznačně přispívají. Již v úvodu je nutno zmínit vysokou rizikovost obchodování kryptoměn. Proto by se investoři měli na kryptoměnovém trhu chovat zodpovědně, učit

¹⁷ Futures kontrakt v pojetí finančních trhů je termínový derivátový instrument, jehož prostřednictvím si dvě strany předem stanoví, v jaký termín a za jakou cenu příslušné podkladové aktivum zobchodují. Kupující tohoto derivátu je povinen v okamžiku vypršení kontraktu koupit podkladové aktivum, prodávající kontraktu naopak toto aktivum prodat. Z právního hlediska je však partnerem každé ze dvou protistran burza, protistrany reálně spolu nepřijdou do kontaktu (26).

se obchodovat pouze s malými částkami, riskovat pouze takový kapitál, který je pro ně zbytný a eliminovat obchodování pod vlivem emocí. Zejména začátečníci mohou mít tendenci k tzv. overtradingu¹⁸ (15).

Objem trhu a nízká nebo nejasná likvidita

Na trhu s kryptoměny se obchodují poměrně nízké objemy a z toho důvodu jednorázový velký obchod může mít za následek zásadnější růst/pokles nabídky nebo poptávky. Navíc kryptoměnový trh ve srovnání s klasickými trhy (např. akciovým) není zdaleka tak objemný (15).

Vysoký růst hodnoty

Na rozdíl od akciových, realitních nebo komoditních trhů kryptoměny vznikly s velmi nízkou počáteční investicí, kterou bylo vytvoření jejich kódu a následný provoz ve formě klienta běžícího decentralizovaně v podobě uzlů. Díky tomu některé kryptoměny mohly zažít cenový růst až o stovky či tisíce procent. Samozřejmě současná hodnota úspěšných kryptoměn vyžadovala další zásadní investice, aby vznikla současná infrastruktura (15).

Nutno zmínit, že historicky se cena nejvíce změnila během krátkodobých exponenciálních růstů, po kterých velmi často následovala korekce téměř na původní úroveň (15).

Kaliský ve své publikaci „Bitcoin a ti druzí“ předpokládá, že celkový růst kryptoměn bude spíše zpomalovat, což zdůvodňuje následujícími faktory:

- technická omezení (škálování počtu transakcí),
- regulační omezení (aby mohl vstoupit institucionální kapitál, bude nutná regulace, rigidní regulace může zpomalit dynamiku růstu),
- ekonomicko-politické aspekty (při fungujícím systémech fiat měn a relativně stabilních ekonomik nebude ve společnosti dostatečná motivace k používání kryptoměn),
- uživatelské požadavky (čím širší veřejnost má být do užívání kryptoměn zainteresována, tím vyšší požadavky jsou kladeny na jednoduchost, uživatelskou

¹⁸ Overtrading (angl. „přeobchodování“) znamená příliš časté obchodování za cenu vysokých nákladů za vynaložený čas a poplatky (15).

přívětivost, a bezpečnost nástrojů – programů, směnárén, burz, peněženek, trezorů apod.) (15).

Spekulativní hodnota

Spekulativní hodnotu na burze vykazují mnohé z kryptoměn, které jsou spolu se službami a produkty, které jsou na ně navázány v raném stadiu vývoje. Tržní cena kryptoměny tedy může odrážet spekulaci na budoucí hodnotu, a nikoliv její aktuální reálnou hodnotu. Tento nárůst může přilákat neinformované obchodníky a spekulanty, čímž tato kryptoměna může ještě více získávat na hodnotě (15).

Mnoho legitimních projektů navázaných na kryptoměny v budoucnu z různých důvodů nenajde své uplatnění. Na rozdíl od nemovitostí, komodit nebo firem je u kryptoměnových projektů obtížné jejich reálnou hodnotu vyčíslit (15).

Obchodní hodiny 24 hodin denně, 7 dní v týdnu

Kryptoměnové burzy obchodují 24 hodin denně, 7 dní v týdnu a neřídí se žádným omezením provozu, což od obchodníka vyžaduje časové nasazení, schopnost pouštět obchody a zabezpečit se vůči ztrátě (např. snížením pozic, nebo příkazem typu stop loss¹⁹). Další alternativou může být automatizovaná investiční strategie (15).

Kapitálová asymetrie

Investor, který obchodoval existující kryptoměny při cenách roku 2014 (nebo i dříve), vlastní pravděpodobně mnohonásobně větší objem určité kryptoměny. Tím získává značnou výhodu oproti investorovi, který na trh vstupuje až nyní, byť se srovnatelnými náklady (15).

Představu tohoto velkého nepoměru mohou doplnit následující 2 grafy. První z nich zobrazuje cenu Bitcoinu v USD od 29. 4. 2013 do 23. 4. 2022. V prvním grafu se zároveň nachází červený rámeček, který specifikuje časový rozsah druhého grafu: od 29. 4. 2013 do 31. 12. 2016. Zatímco v prvním grafu svislá osa stupňuje ceny po desítkách tisíc USD (globálního maxima v hodnotě 67 566,83 USD bylo dosaženo dne 8. 11. 2021), svislá osa

¹⁹ Stop loss bariéra označuje bod, ve kterém se investor rozhodne aktivně přijmout řízenou ztrátu v rámci své investiční strategie. Jinými slovy se jedná o prodejní příkaz s takovou úrovní ztráty, která je ještě pro investora přípustná (18).

v druhém grafu stupňuje hodnoty pouze po dvou stech USD (lokálního maxima v hodnotě 1 151,17 USD bylo v tomto období dosaženo dne 4. 12. 2013) (9).



Graf 1, Historie cen Bitcoinu v USD od 29. 4. 2013 do 23. 4. 2022 (9)



Graf 2, Historie cen Bitcoinu v USD od 29. 4. 2013 do 31. 12. 2016 (9)

Znalostní asymetrie

Na rozdíl od tradičních trhů je na kryptoměnovém trhu výrazně vyšší podíl drobných, neprofesionálních investorů. Mimo to na tradičních trzích budou zkušenější investoři

obchodovat proti velkému procentu institucionálních investorů se zkušenostmi na podobné úrovni, zatímco u kryptoměn z jejich technické podstaty vyplývá, že bude mít výhodu úzká skupina programátorů (popř. obecně inženýrů), u kterých se předpokládá, že jsou schopni lépe analyzovat kryptoměny, do kterých investují a mají možnosti je aktivně upravovat (15).

Informační asymetrie

Informační asymetrie pramení z nižší regulace kryptoměnového trhu. Do jisté míry jsou zde možné i praktiky, které by v případě tradičních trhů byly sankcionovány (např. tzv. insider trading²⁰), ze kterého profituje jen úzká skupina informovaných na úkor davu drobných investorů (15).

FOMO, FUD a reakce na zprávy

FOMO (Fear Of Missing Out – angl. strach z promeškání), FUD (Fear, Uncertainty, Doubt – angl. strach, nejistota, pochybnost) a citlivost trhu na zprávy z médií a sociálních sítí jsou investičně-psychologické jevy, které v kombinaci s krátkodobou a poměrně divokou historií kryptoměn mohou mít tendenci vyústit v emoční nebo někdy až psychoticky motivované chování kryptoměnových investorů na trzích. Takovému chování podléhají nejčastěji nezkušení investoři, kteří kvůli informacím zprostředkovaným médii a sociálními sítěmi podléhají dojmu, že jim uniká jedinečná příležitost zbohatnout. Často proto emotivně nakupují, když je cena vysoká, a když cena klesne, tak se začnou bát, že „přijdou o všechno“, a emotivně prodávají. Tyto jevy byly pozorovatelné jak u Bitcoinu, tak i u ostatních kryptoměn (altcoinů) (15).

V praxi se těchto jevů i zneužívá – dosažení popularity určité (obvykle podvodné) kryptoměny je možné si na sociálních sítích předplatit. Poté co kryptoměna vzroste na popularitě i na ceně, podvodní obchodníci prodají svůj (často majoritní) podíl a daná kryptoměna je odsouzena k zániku. Takovýto princip se v praxi nazývá „pump and dump“ (15).

²⁰ Insider trading znamená obchodování na základě neveřejně dostupných informací. V případě tradičních trhů je takové obchodování na finančních trzích trestné (15).

Tempo změn

Na poli kryptoměn se na denní bázi objevují různé aktuality a nové projekty a je téměř nemožné zachovat si neustálý přehled o aktuálních trendech (15).

Rozpad na podkategorie

Ač kryptoměny mohou být lidmi intuitivně vnímány jako jeden homogenní typ komodity, svět kryptoměn je světem technologií s širokým rozsahem aplikací: zahrnuje podkladové protokoly, vývojářské a komunikační nástroje, platformy na kontrakty a tokeny, aj. Kryptoměnové projekty poskytují řešení pro různá odvětví (např. finance, marketing, hry, hazard, internet věcí, cenné papíry, registry, aj.). Tímto na jednu stranu vznikají nové možnosti pro investice či spekulace, na druhou stranu dále rostou nároky na orientaci a správné vyhodnocení kvality projektů (15).

2.2.5.1 Kryptoměnové burza

I přes to, že kryptoměnové projekty jsou často spojeny s nějakou přidanou hodnotou, Kaliský za klíč k úspěchu kryptoměn považuje jejich zalistování na renomované burze. Samotné zalistování kryptoměny nebo jen spekulace, že kryptoměna bude zalistována, se obvykle pojí s raketovým nárůstem její ceny, a kvůli tomu je obvykle (zejména u větších nebo známějších burz) spojeno s vysokými náklady pro její vydavatele (15).

Situace s kryptoměnovými burzami je z důvodu velkého rozvoje trhu podobně dynamická, jako situace s kryptoměny. Velikost burz je určována dle objemu na nich provedených transakcí, bohužel jsou ale tyto burzy schopny pomocí promyšlených transakcí jejich objem zkreslovat, a v některých případech také hýbat s cenou (15).

Kaliský mezi základní požadavky na kryptoměnové burzy řadí její známost širokou veřejností, čehož důsledkem je dostatek solventních uživatelů na straně nabídky i na straně poptávky, a tím pádem i minimalizace problémů s likviditou. Dalším požadavkem je pak bezpečnost a s tím spojené nízké riziko vykradení a regulačních postihů. Při výběru burzy by měl investor pohlížet na výběr kryptoměn, likviditu, výši poplatků, dostupné měnové páry (ať už sestávají ze dvou kryptoměn, nebo kryptoměny a fiat měny), způsoby zadání obchodních příkazů, existenci pokročilých analytických nástrojů, nebo možnost

obchodování přes API²¹. Pro někoho může být výhodou možnost nastavení českého jazyka (15) (23).

Mezi nejznámější burzy patří např. Coinbase, Binance, Kraken a Bitfinex, z nichž bude blíže specifikována burza Binance. Kryptoměny se ale dnes dají směnit i u platformě, které byly původně navrženy pro jiné účely, jako je např. Revolut, nebo eToro (15) (23).

Binance

Binance je od roku 2018 největší kryptoměnovou burzou na světě, a to jak z hlediska návštěvnosti, tak z hlediska objemu obchodů. Vznikla v roce 2017 v Číně, zaměřovala se především na čínský trh a původně neobchodovala měnové páry mezi kryptoměnami a fiat měnami, ale páry pouze kryptoměnové. Své sídlo postupně přesouvala z Číny do Japonska, poté na Tchaj-wan a následně na Maltu, která je jejím aktuálním sídlem. Zaměření burzy Binance na Čínu změnilo čínské protikryptoměnové regulace a nyní se společnost zaměřuje na kryptoměnovou/blockchainovou komunitu po celém světě, kterou je obecně přijímána. Umožňuje obchodovat mnohé měnové páry napříč krypto i fiat měnami (včetně české Koruny) za příznivý poplatek. Dostupná je formou webového rozhraní a přes mobilní aplikaci a podporuje i český jazyk (15) (30).

Nejen že společnost Binance provozuje špičkovou světovou kryptoměnovou burzu, ale pokrývá kryptoměnový/blockchainový ekosystém jako celek. Umožňuje obchodovat přes 220 aktiv (kryptoměn, coinů, tokenů apod.), včetně altcoinů, které jsou na ostatních velkých směnárnách a burzách stěží dostupné. Součástí nabídky je nativní token²² Binance Coin (BNB), který je nejvíce využíván pro placení poplatků v ekosystému burzy, což vede ke snížení celkových nákladů za pořízení kryptoměn. Token Binance USD (BUSD) je tzv. stable coin²³ burzy Binance kopírující hodnotu amerického dolaru (30).

²¹ API (application programming interface, angl. aplikační programové rozhraní) je rozhraní, které slouží k zajištění komunikace mezi dvěma platformami, které si vzájemně vyměňují data – rozšířeně se využívá při poskytování datových služeb v celé řadě oblastí. V obchodních platformách je pomocí API možné obchodovat formou automatizovaných strategií (14) (15).

²² Nativní token je vlastní digitální měna konkrétního blockchainu, např. blockchain Ethereum byl primárně navržen pro kryptoměnu Ethereum. Tato kryptoměna je tedy nativní token (nazývaný také jako coin). Tento blockchain ale hostuje i další kryptoměny ve formě tokenů (4).

²³ Stable coin je typ kryptoměn, které jsou navrženy tak, aby si držely stabilní tržní hodnotu. To umožňuje kryptoměnovým obchodníkům držet na blockchainu aktivum s nízkou volatilitou, aniž by museli opustit kryptoměnový prostor. Hodnota každého stable coinu je navázána na hodnotu reálného aktiva a digitálně toto aktivum reprezentuje. Jako příklady stable coinů, které kopírují americký dolar lze uvést právě Binance USD (BUSD), dále Tether (USDT), USD Coin (USDC), aj. (4) (30).

Mimo klasický spotový trh zde existuje množství nástrojů jako je obchodování na páku, kryptoměnové deriváty, možnost spoření pro ty, kdo preferují dlouhodobé držení kryptoměn před jejich aktivním obchodováním, možnost vzít si krypto půjčku zajištěnou vlastními kryptoměnami na burze Binance, nebo platební karta Binance Card od VISA pro ty, kdo chtějí kryptoměny využívat jako platidlo (10) (30).

Na Binance je k dispozici softwarová peněženka Trust Wallet, ale je uchovávání nakoupených kryptoměn v hardwarové peněžence je považováno za bezpečnější řešení. Je zde také možné zapojit se do těžby kryptoměn typu proof of work v tzv. „Binance poolu“, nebo u kryptoměn typu proof of stake do tzv. stakingu²⁴. Výhodou je možnost vytvoření API, pomocí kterého je možné se skrze různé programovací jazyky připojit k serverům platformy Binance, což je využitelné pro algoritmické obchodování. Platforma Binance také umožňuje stažení tržních dat a jejich využívání nezávisle na této platformě (10) (30).

Součástí vlastnictví Binance je webová stránka coinmarketcap.com sloužící pro analýzu kryptoměn. Sleduje vývoj jejich cen po jejich zalistování na burzách a kromě aktuálních i historických údajů nabízí širokou paletu analytických nástrojů a ukazatelů (9) (30).

2.3 Nástroje pro analýzu trhu

Před realizací investic by měla probíhat analýza, která sestává z různých analytických metod. Tyto metody se jednotlivě nebo ve vhodné kombinaci používají pro rozhodování, zda zrealizovat konkrétní obchod, či nikoliv – zda vstoupit do pozice, vystoupit z pozice, nebo aktuální pozici neměnit. Existují tři základní přístupy k této analýze a každý z nich má svůj specifický význam. Jsou to:

1. **Fundamentální analýza** – dlouhodobá analýza, která se zabývá otázkou „co obchodovat“,
2. **Technická analýza** – považovaná za krátkodobou analýzu, která se zaměřuje na to, „kdy obchodovat“,

²⁴ Staking je možný pouze u takových kryptoměn, jejíž systém hlasování o prokázání jejího vlastnictví a systém pro vytváření bloků je typu proof of stake. Uživatel držím prostředků určité kryptoměny typu proof of stake v kryptoměnové peněžence podporuje operace na blockchainové síti, a tím navyšuje své množství této kryptoměny (4).

3. **Psychologická analýza** – krátkodobá analýza, která se zabývá tím, „jak se bude na finančních trzích rozhodovat většina“ (26).

2.3.1 Fundamentální analýza

Fundamentální analýza je velmi komplexní analýzou, která se v investiční praxi používá při přípravě zásadních investičních rozhodnutí. Sestává z kombinace mnoha druhů dílčích analytických metod, které se aplikují buď jednotlivě, nebo ve vhodné kombinaci. Je založena na předpokladu, že vnitřní hodnota (teoretická cena) obchodovaného aktiva se liší od jeho aktuální tržní ceny (kurzu), za něž je obchodována. Pokud je vnitřní hodnota analyzovaného aktiva vyšší než jeho tržní cena, je toto aktivum považováno za podhodnocené – v opačném případě za nadhodnocené (26).

Význam fundamentální analýzy spočívá ve stanovení vnitřní hodnoty obchodovaného aktiva pomocí rozboru vhodné kombinace indikátorů. Porovnáním nalezené vnitřní hodnoty obchodovaného aktiva a jeho tržní ceny získáme podklad pro rozhodnutí, zda spekulovat na pokles nebo na růst ceny tohoto aktiva. V této práci se dále zaměřím na aplikaci principů fundamentální analýzy na kryptoměny (15) (26).

2.3.1.1 Fundamentální analýza kryptoměn

Za úplný základ fundamentální analýzy kryptoměn Kaliský považuje odhalení podvodných projektů, projektů s nízkým potenciálem a získání klíčových informací o zdrojích a kvalitě týmu, který za analyzovanou kryptoměnou stojí. Dále zmiňuje absenci existence firmy v pozadí vývoje kryptoměny, což je zde obvyklé – jen občasně za vývojem kryptoměny figuruje nadace, start up, nebo malá firma, která ale téměř nikdy nezpřístupní k dispozici svou účetní závěrku (která je např. u akciových investic stěžejní). Kaliský rovněž definoval několik níže uvedených kritérií, kterými je vhodné se v rámci fundamentální analýzy řídit (15) (26).

White paper

White paper je dokument, jehož tradici založil Satoshi Nakamoto, když dne 31. října 2008 zveřejnil první white paper „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“. Jedná se o inicializační dokument, který má představit problém, kterým se tato kryptoměna bude zabývat, řešení tohoto problému, technologické řešení a jeho podobu, realizující tým, zdroje pro realizaci, apod. V pozdějších fázích existence dané kryptoměny funkci white

paperu obvykle nahradí příspěvky na blogu, fórech, sociálních sítích a webové stránky, které informují o dosažení průběžných cílů (15).

Při analýze Kaliský doporučuje:

- vyhledat existující recenze, komentáře a diskuse k white paperu,
- kriticky rozlišit, zda white paper srozumitelně uvádí do problematiky, nebo zda má charakter pouhého marketingového letáku a je plný slov jako „revoluční“, „disruptivní“, „jedinečný“, aj.,
- zvážit, zda dává smysl použít k řešení problému blockchain a vytvářet novou měnu/token,
- ověřit absenci centrální autority, která by o projektu rozhodovala.

S posouzením relevance může napomocť porovnání s white papery již úspěšně zavedených projektů (Bitcoin, Ethereum, Cardano, atd.) (15).

Aktuální informace

Při vyhodnocování by si měl investor udělat přehled, jakými komunikačními kanály jsou zprostředkovány aktuální informace o kryptoměně, jakou mají kvalitu a jak jsou srozumitelné. Měl by zjistit, zda webová stránka projektu srozumitelně popisuje, co je jeho podstatou. Investor by měl posoudit, zda jsou z webu zřejmé následující informace o kryptoměně:

- jestli se jedná o coin či token,
- jaký algoritmus kryptoměna používá,
- jaká je její měnová zásoba,
- jak je kryptoměna distribuována – jakou formou vznikají nové jednotky kryptoměny,
- zda je projekt decentralizován,
- komu je projekt určen,
- jak vývojový tým motivuje k zapojení do provozu (15).

Road map a infrastruktura

V rámci tohoto bodu je vhodné si zodpovědět následující otázky:

- Jaký je vývojový harmonogram analyzované kryptoměny (road map), v jaké je fázi a jak se ho daří naplňovat?
- Jaké peněženky a klienti existují a jak fungují?
- Existují na projektu nějaké problémy (např. chyby nebo krádeže) a jak se k nim vývojový tým postavil?
- Narůstá počet uzlů (infrastruktura) a počet a objem transakcí?
- Kolik má uživatelů případná decentralizovaná aplikace²⁵? (15).

Cenová historie

Pokud je kryptoměna zalistovaná na burze, kromě identifikace dané burzy je vhodné zaměřit se na cenovou historii, konkrétně posoudit následující aspekty:

- zda cena analyzované kryptoměny kopíruje cenu jiné kryptoměny (hlavně Bitcoinu),
zda na kryptoměně existují podezřele velké nárůsty a poklesy, zejména mimo období, kdy mají kryptoměny všeobecně růstový trend (podezření na princip pump and dump),
- zda a jak cena reaguje na zprávy o pokroku ve vývoji,
- jak se vyvíjí cena po korekci trhu (když kryptoměny obecně dočasně ztratí popularitu),
- jaké jsou denní zobchodované objemy,
- kdo drží velké objemy a jak jsou tyto objemy rozloženy (lze zjistit z pohledu do blockchainu) (15).

Komunikace a aktivita

Vytvořit fundamentální představu o kryptoměně pomůže také existence komunity a informace o formě komunikace (informační kanály a jejich aktivita) a obsahu komunikace (adekvátní reakce týmu na dotazy a požadavky komunity, organizace meetupů a hackatonů, zájem o vyhledávání chyb uživateli dané kryptoměny, aj.) (15).

²⁵ Decentralizované aplikace poskytují služby podobné těm, které nabízejí konvenční aplikace. Narozdíl od nich ale využívají technologii blockchainu, který ukládá data na velkém počtu uzlů (zúčastněných počítačů), čímž je eliminována potřeba centralizovaných zprostředkovatelů pro správu dat. Tímto se služba stává decentralizovanou. První kryptoměnou, která byla navržena pro tvorbu decentralizovaných aplikací, je Ethereum (8).

Uživatelé, uživatelská přívětivost a hodnota, jakou projekt přináší

V dnešní době již samotné vytvoření nové kryptoměny znamená jen minimální přidanou hodnotu. Proto je potřeba dívat se na tuto kryptoměnu očima cílové skupiny (jejího uživatele) a uvažovat, jestli nové řešení pro uživatele znamená dostatečnou výhodu pro to, aby kryptoměnu začal používat (15).

Investice a partnerství

Tento bod navazuje na bod minulý. V rámci něj by měl investor zjistit informace, jestli a jak jsou do projektu zapojeny firmy z oboru. Posoudit, zda tyto firmy projekt podporují a propagují, nebo zda v nějaké fázi vývoje vystoupily (např. po zalistování na burze a využití iniciálního růstu ceny) (15).

2.3.2 Technická analýza

Technická analýza slouží k analýzám jednotlivých investičních aktiv za účelem predikce vývoje jejich budoucích kurzů, včetně správného načasování – tedy určení okamžiku, ve kterém bude daného kurzu dosaženo. Pro tyto predikce technická analýza používá publikované tržní údaje, jimiž jsou tržní hodnoty analyzovaného investičního aktiva a objemy zrealizovaných obchodů (popřípadě další druhy veřejně dostupných informací). V technické analýze již není důležité hledat příčiny hodnot těchto tržních údajů (15) (26).

Důležitým předpokladem technické analýzy je, že lidské chování je ve své podstatě neměnné, a tedy že i v chování investorů je možné sledovat opakující se reakce. Na základě toho, že se historie změn v tržních cenách opakuje, je cílem technické analýzy pomocí časových řad identifikovat vývojové trendy tržních cen a následně z nich predikovat budoucí vývoj tržní ceny daného aktiva. Dalším předpokladem technické analýzy je, že se fundamentální aspekty na organizovaných trzích plně odrážejí v tržní ceně. Proto zde jako rozhodující faktory, ze kterých lze pro kompletní analýzu vycházet, figurují tržní nabídka a poptávka. Kdybychom optikou technického přístupu nahlíželi na fundamentální analýzu, nebudeme ji považovat za příliš spolehlivou metodu (15) (26).

Původně technická analýza, hlavně ta ve formě tzv. grafické analýzy, obnášela pracné vyhodnocování jednotlivých grafů člověkem. Dnes je díky stále se rozvíjející výpočetní technice a rozmanitým programovým možnostem vypracování této analýzy čím dál dostupnější. Navíc se možnosti technické analýzy pomocí výpočetní techniky stále

rozšiřují o nové indikátory, nové doplňkové grafy, či další matematické a statistické modely. S tímto se zároveň rozšiřují možnosti, jak na trzích indikovat odpovídající signály. Kaliský však upozorňuje, že větší množství užitých indikátorů nutně nemusí zajistit větší úspěch v obchodování a klade důraz na vhodné použití indikátorů (nebo jejich kombinaci), zejména pak ale na jejich vhodnou interpretaci (15) (26).

Technická analýza se skládá z grafické analýzy a analýzy založené na technických indikátorech, přičemž obě jsou založeny na stejných veličinách – vývoji kurzů v čase, a vývoji objemů obchodů.

Grafickou analýzu charakterizují následující části:

1. vytváření různých typů grafů na základě časových řad kurzů obchodovaných aktiv a dosažených objemů obchodů,
2. analýza vzestupných (tzv. býčích) a sestupných (tzv. medvědích) trendů,
3. vizuální analýza grafických formací v grafech za účelem predikce budoucích změn cenových trendů (26).

Analýzu založenou na technických indikátorech, tedy matematických funkcích, lze klasifikovat do čtyř podkategorií:

1. klouzavé průměry,
2. pásmová analýza,
3. oscilátory,
4. cenově objemové a objemové indikátory (26).

Automatizovaná obchodní strategie v návrhové části této práce bude využívat metodu klouzavých průměrů, a proto nyní bude tato metoda rozepsána podrobněji.

2.3.2.1 Metoda klouzavých průměrů

Klouzavý průměr je statistický výpočet, který Rejnuš považuje za nejvýznamnější a v investiční praxi za nejvyužívanější oblast metod. Pro tuto metodu podobně jako pro metody grafické analýzy platí, že čím delší sledované období vypočtený klouzavý průměr obsáhne, tím by výsledné údaje měly být spolehlivější. Hlavní předností klouzavých průměrů je díky jejich schopnosti zahladit prudké výkyvy kurzů identifikace trendů. Jejich hlavním negativem je zpoždění, se kterým na aktuální vývoj kurzů reagují. Proto

by měla délka klouzavých průměrů odpovídat investičnímu horizontu, jelikož právě tato délka má na zpoždění přímý vliv²⁶. V praxi se pro získání nákupních/prodejných signálů nejčastěji používá kombinace **klouzavého průměru s kurzem**, nebo **kombinace více klouzavých průměrů**. Jako vhodný doplňující faktor může posloužit údaj o objemu obchodů – když růst nebo pokles tržních cen doprovází vzrůst objemu obchodů, potvrzuje to trend (14) (26).

Níže specifikuji varianty výpočtů klouzavých průměrů, obvykle využívané v praxi:

1. **Jednoduchý klouzavý průměr** – v praxi velmi často používán zejména kvůli jeho jednoduchému výpočtu. Spočívá v tom, že se např. každý den vypočítá průměr uzavíracích cen posledních deseti dní. V tomto případě mají hodnoty každého z deseti analyzovaných dní stejnou váhu.
2. **Vážený klouzavý průměr** – každému kurzu, ze kterého se provádí výpočet, připadá určitá „váha“ přiřazená lineárně podle stáří daného kurzu. Touto váhou je hodnota kurzu vynásobena ještě před vypočtením samotného průměru, přičemž nejvyšší váhu má nejaktuálnější kurz. Na stejném příkladu klouzavého průměru spočteného z deseti uzavíracích cen by se tedy nejstarší známý kurz násobil číslem 1, nejnovější číslem 10 a průměr by byl vytvořen z těchto deseti násobků.
3. **Exponenciální klouzavý průměr** je variantou váženého klouzavého průměru, u kterého jsou váhy přiřazovány jednotlivým kurzům exponenciálně. Opět zde platí, že čím je kurz aktuálnější, tím vyšší váha je mu přiřazena.
4. **Variabilní klouzavý průměr** – varianta exponenciálního klouzavého průměru se dvěma vyrovnávajícími konstantami, kde se druhá z nich mění v čase podle volatility analyzovaného aktiva. I zde mají nejvyšší váhu nejaktuálnější data.
5. **Triangulární klouzavý průměr** – nejvyšší váhu mají kurzy nacházející se časově „uprostřed“ a nejnižší váhu má nejaktuálnější a nejstarší kurz (26).

2.3.2.2 Technická analýza kryptoměn

U obecné technické analýzy jsou určujícími faktory, ze kterých lze pro kompletní analýzu vycházet, tržní nabídka a poptávka. Ty pak určují tržní cenu obchodovaného aktiva.

²⁶ Pro analýzu dlouhodobých trendů je vhodné použít např. 200denní klouzavý průměr, pro střednědobé trendy např. 50denní, a pro krátkodobé trendy lze použít několikadenní klouzavý průměr (26).

Technická analýza kryptoměn se ve své podstatě neliší od technických analýz jiných obchodovaných aktiv. Na kryptoměny je možné aplikovat jak grafickou analýzu, tak analýzu pomocí technických indikátorů. Hojně se zde používá i výše popsaná metoda klouzavých průměrů (15).

2.3.3 Psychologická analýza

Psychologická analýza je postavena na předpokladu, že trh je pod vlivem masové psychologie. Tento vliv působí na účastníky trhu a tím ovlivňuje úroveň tržních cen investičních aktiv. Lze tedy říci, že vývoj tržních cen v budoucnu závisí na impulzech, které ovlivňují chování davu (ať už k prodejm nebo k nákupům) (26).

Keynes v rámci své „spekulativní rovnovážné hypotézy“ definoval pojem „spekulace“ jako investiční rozhodování, které je založeno na **prognózování kolektivní psychologie**. Toto chování tzv. investičního publika zapříčiňuje stále jednodušší přístup nezkušeným investorům k investování a je značně ovlivněno kolektivní psychologií velkého počtu neinformovaných jednotlivců, jejichž investiční chování se někdy může vyvinout až do davové psychózy. Důsledkem toho jsou nadměrné reakce trhů na takové události, které mají pomíjivý charakter, nebo jsou z pohledu fundamentu téměř nevýznamné (26).

Volně lze psychologickou analýzu definovat jako „investiční rozhodování na základě předpokladu, jak se bude na finančních trzích rozhodovat většina“. Vzhledem k tomu, že většina účastníků této „kolektivní investiční hry“ preferuje krátký investiční horizont, je psychologická analýza považována za krátkodobou analýzu (26).

2.3.3.1 Psychologická analýza kryptoměn

V kontextu psychologické analýzy kryptoměn Kaliský zmiňuje tzv. **analýzu sentimentu**, která se zabývá určováním „nálady na trhu“. Konstatuje, že i přes to, že klíčovou schopností obchodníka by měla být dobrá kontrola emocí, je kryptoměnový trh obzvláště náchylný na davové chování a emocemi motivované přehnané reakce. K metodám kryptoměnové analýzy sentimentu řadíme **srovnání longů a shortů**²⁷ nebo **analýzu médií a sociálních sítí** (15).

²⁷ **Long pozice** otevírá investor tehdy, když spekuluje na **růst ceny** investičního aktiva. Optimistický tržní výhled rostoucích cen se také nazývá jako **býčí trh**.

Srovnání longů a shortů

V rámci srovnání longů a shortů je doporučeno zjistit informace o počtu otevřených pákových obchodů. V případě, že majorita trhu spekuluje na růst (tedy plánuje otvírat long pozice), investoři mají tendenci si půjčit fiat měnu, za kterou nakoupí kryptoměnu. Pokud naopak na trhu panuje nálada spojená s očekávaným poklesem hodnoty kryptoměn (a více se tedy bude vstupovat do short pozic), investoři se rozhodnou raději půjčit kryptoměnu, za kterou nakoupí fiat měnu (15).

Analýza médií a sociálních sítí

Kryptoměnový trh je velmi mladý a malý trh, který je specifický svými velkými nárůsty a pády cen. S tímto trhem se pojí představy o rychlém zbohatnutí, ale i dramatické scénáře s velkými ztrátami. Vyznačuje se také vysokou citlivostí na mediální zprávy, které Kaliský nazval mikro-soubojem mezi zaujatými obchodníky pokoušejícími se vyzdvihnout zájem o kryptoměny a konzervativci upozorňujícími na nedůvěryhodnost kryptoměn kvůli absenci dlouhodobější historie (15).

Analýza sentimentu zejména na sociálních sítích je náročná na filtrování faktických informací od emočně zabarvených subjektivních názorů plných nadšení i hrůzy a od všudypřítomného trollování²⁸ (15).

2.4 Investiční strategie

V této podkapitole zmíním základní pojmy úzce související se samotnou stavbou investiční strategie, jako je například investice, obchodování, nebo obchodní strategie. Z kategorie obchodních strategií se budu detailněji zabývat automatizovanými obchodními strategiemi a nástrojem QuantConnect, který se rozšířeně pro jejich stavbu používá. Závěrem popíšu programovací jazyk Python, protože automatizovaná strategie, která je výstupem praktické části této práce, je naprogramována v tomto jazyce.

Do **short pozice** investor naopak vstupuje tehdy, když očekává **pokles ceny** investičního aktiva. Pokles trhu se také přezdívá jako **medvědí trh** (18).

²⁸ Trollování, trolling je nepříjemnou součástí diskusí na internetu, které se projevuje nevybíravými útoky, nebo soustavným pokoušením se o rozvrat diskuse nemístnými příspěvky, např. vulgárními, na první pohled scestnými, mimo téma apod. Dílčím aspektem trollování je soustavné šíření dezinformací a fake news (31).

2.4.1 Investice

Investice lze definovat jako vkládání nynějších prostředků do takových aktivit, u kterých se očekává, že by měly v budoucnu přinést požadovaný výnos. Jedná se o záměrné obětování určité dnešní hodnoty za účelem získání vyšší hodnoty v budoucnu, s čímž se nutně pojí podstoupení určitého rizika, že plánované budoucí hodnoty nemusí být s jistotou dosaženo (26).

Investice je realizována provedením **obchodu** – nákupem investičních aktiv (finančních nebo reálných investičních instrumentů) a jejich budoucím prodejem. Na finančních trzích platí, že finanční a reálné investice jsou komplementy²⁹, a vzájemně si tedy nekonkurují. Pomocí investice lze realizovat výnos následujícími dvěma způsoby (nebo jejich kombinací):

1. zakoupením investičního aktiva investor získá nárok na výnosy, plynoucí z jeho držby (např. ve formě dividendy),
2. po zakoupení investor očekává růst ceny tohoto aktiva v čase a plánuje toto aktivum v budoucnu prodat za cenu vyšší (26).

2.4.2 Obchodování

Obchodování je základní činností na finančních trzích a sestává z nákupu, prodeje nebo výměny investičních aktiv. Obecným cílem obchodování je realizace výnosu, kterého je dosaženo nákupem aktiva za nižší cenu, než za jakou je následně prodáno (obvykle v rámci relativně krátké doby). Ať už je obchodování prováděno jednotlivcem nebo globální institucí; přímo nebo nepřímo prostřednictvím makléře (6).

2.4.3 Obchodní strategie

Obchodní strategie je systematická metodika nákupu a prodeje investičních aktiv. Sestává z předem stanovených pravidel a kritérií, na základě kterých je uskutečňováno rozhodnutí o realizaci obchodu. Její nutností je stanovení objektivních kritérií a analýz a jejich důsledné dodržování. Obchodní strategie by měla být upravována podle toho, jak se mění podmínky na trhu, a měla by reflektovat cíle investora (14).

²⁹ Komplementy jsou statky, které se navzájem doplňují. To znamená, si vzájemně nekonkurují, naopak vzrůst poptávky po konkrétním statku má tendenci zvýšit poptávku i po jeho komplementu (5).

Obchodní strategie dělíme na diskreční a automatizované. Při **diskrečních strategiích** jsou nejčastěji využívány postupy grafické analýzy. Navzdory tomu, že by zde měla být předem jasně definována pravidla, je tato strategie náročná na psychologii a zkušenosti. Vzhledem k tomu, že diskreční strategie vyžadují manuální zadávání obchodních příkazů investorem, vyžaduje tato strategie větší časové nasazení obchodníka (11).

Alternativou jsou **automatizované** (nebo také algoritnické) **strategie**, v nichž jsou jednotlivé obchodní příkazy i analytické postupy definovány pomocí předem vytvořeného programu. Ze dvou subkategorií technické analýzy (tedy grafické analýzy a analýzy založené na technických indikátorech) je vhodnější stavět automatické obchodní strategie algoritmizováním technických indikátorů (11) (26).

2.4.3.1 Automatizovaná (algoritnická) obchodní strategie

V případě, že se investor rozhodne obchodovat na základě technické analýzy a nechce při tom sledovat vývoj kurzů v reálném čase, je možné investiční strategii zautomatizovat. Tehdy hovoříme o automatizovaném (nebo také algoritnickém) obchodování. I přes to, že by dobrý investor obchodující na základě technické analýzy měl mít schopnost nenechat se ovlivnit emocemi, a že by při obchodování v reálném čase měl vyloučit investiční rozhodnutí provedená pod vlivem stresu, nikdy nebude natolik pohotový, přesný a racionální, jako program, který se za všech okolností řídí předem nadefinovanými podmínkami. Zaňka ve svém kurzu automatizovaného obchodování tento jev výstižně shrnuje, že „automatizovaná strategie nikdy nemůže nahradit člověka, ale zároveň nikdy nemůže nahradit člověka“. Automatizace strategie může pro investora znamenat přínosy, musí ale být, jako každý jiný nástroj, použita vhodným způsobem (11) (32).

Dnes existuje mnoho možností, jak si takovou strategii opatřit:

1. zakoupení strategie,
2. využití strategie volně dostupné na internetu,
3. naprogramování strategie (čemuž je věnována návrhová část této práce),
4. využití nástrojů, ve kterých si investor pouze navolí trh, typ obchodů, technické indikátory a tržní podmínky pro uskutečnění nákupu nebo prodeje,

5. využití nástrojů generujících strategie na principu umělé inteligence³⁰ (11) (32).

Kurz automatizovaného obchodování zprostředkovaný platformou Quantconnect (popsáno níže) definuje základní kroky automatizovaného obchodování, které jsou popsány v následujících bodech (25).

1. Výzkum

Prvním krokem je výzkum, sestávající z provedení analýzy o investovaných aktivech, jehož cílem je zjistit a revidovat fakta, principy a teorie o investičním aktivu. Sestává ze zkoumání veřejných záznamů o investičním aktivu, o společnosti nebo o daném odvětví. Výsledkem je obvykle rozhodnutí, zda do takového aktiva investovat, či nikoliv. V této práci je zrealizován v podkapitole 3.1 formou fundamentální analýzy kryptoměny Solana (14).

2. Návrh a programování

Druhý krok spočívá v návrhu a v programování jednoznačně definovaných investičních pravidel. Tato pravidla definují například:

- velikost obchodních pozic a způsob jejich vymezení,
- signály k vstupu do obchodních pozic a parametry realizující nákup aktiva,
- signály k výstupu z obchodních pozic a parametry uzavření obchodu,
- omezení systému (např. časové omezení),
- ochranná opatření (14).

3. Backtesting

Backtesting (angl. zpětné testování) je obecná metoda testování strategie na historických datech. Její prostřednictvím získáme informaci o úspěšnosti strategie v minulosti. Je to vhodný způsob zjištění potenciálu vytvořené strategie bez rizika ztráty finančních prostředků. Fungující backtesting je sice pro obchodníka předpoklad spolehlivosti strategie do budoucna, nicméně testování na historických datech nikdy nebude mít tak vysokou vypovídající hodnotu, jako obchodování v reálném čase či obchodování na demo

³⁰ Umělou inteligencí se rozumí simulace lidské inteligence ve strojích, které jsou naprogramovány tak, aby napodobovaly určité předem definované lidské jednání. Takto naprogramovaný stroj vykazuje vlastnosti spojené s lidskou myslí, například učení nebo řešení problémů (14).

účtu, protože historické výnosy nikdy nejsou spolehlivou zárukou výnosů budoucích (14) (25) (32).

4. Optimalizace

Optimalizace je proces zlepšování algoritmu změnou indikátorů technické analýzy, úpravou jejich parametrů stávajících indikátorů, nebo změnou aktiva s vyššími očekávanými výnosy. Účelem optimalizace je snížení nákladů nebo zvýšení efektivity strategie. Vzhledem k tomu, že optimalizace jednoho faktoru může vyžadovat kompromisy v jiných faktorech, existuje zde riziko tzv. „přeoptimalizace“. Pokud je optimalizací dosaženo příznivých výsledků, může být strategie nasazena na demo účet nebo na účet investující v reálném čase s reálným kapitálem. K optimalizaci dochází při stavbě strategie, ale i při obchodování na demo nebo reálném účtu (14).

5. Obchodování na demo účtu

Obchodování na demo účtu představují simulovaný obchod, který umožňuje testovat obchodování v reálném čase, avšak bez riskování skutečných peněz. Účelem obchodování na demo účtu je posouzení, zda má význam pomocí definované strategie obchodovat na reálném účtu (14).

6. Obchodování na reálném účtu

Při obchodování na reálném účtu dochází k automatickému zadávání nákupních a prodejních příkazů na základě naprogramované strategie, jakmile jsou splněny její podmínky. Zde se obchoduje v reálném čase, s reálnými penězi (14).

7. Monitorování

Naprogramovaná strategie nasazená na reálný účet je prakticky schopná obchodovat bez nutnosti zásahu člověka. Průběh obchodování je ale třeba monitorovat, automatizované strategie jsou tak stále pod dohledem za účelem ujištění, že splňují investora očekávání (14).

2.4.3.2 QuantConnect

QuantConnect je globální společnost sídlící v Seattlu v USA založená v roce 2011, která poskytuje cloudovou službu pro navrhování algoritmických obchodních strategií, pro jejich zpětné testování a pro následné nasazení na obchodní účet u podporovaných burz

a brokerů. Seznam těchto burz a brokerů je zprostředkován formou následujícího obrázku (25).



Obrázek 2, Brokeři a burzy podporované platformou QuantConnect (25)

Stavět automatizované strategie pomocí služby Quantconnect je možné pro akcie, dluhopisy, forex, futures, opce, CFDs i kryptoměny, a to v jazycích Python a C#. Zpětné testování je umožněno na datech, která jsou platformou zprostředkována formou několika desítek datasetů. Některé jsou dostupné zdarma, jiné jsou zpoplatněny částkou dosahující hodnoty maximálně několika desítek amerických dolarů (25).

Pro užívání vývojového prostředí platformy Quantconnect je vyžadováno vytvoření účtu v několika jednoduchých krocích:

1. Vložení jména, emailu a hesla do přihlašovacího formuláře na webové stránce platformy a potvrzení údajů.
2. Po obdržení emailu je vyžadováno potvrzení emailové adresy.
3. Následně je uživatel vyzván k vyplnění dotazníku sestávajícího z jednoduchých otázek. Tyto otázky mají za úkol zjistit primární cíl a úroveň znalostí nového uživatele (25).

Uživateli služby QuantConnect mohou být jak velké organizace (např. hedgeové fondy, makléřské společnosti), tak jednotlivci, jímž platforma od začátku roku 2018 umožňuje pomocí tzv. Alpha Streams vyhledávat a licencovat strategie prostřednictvím API. QuantConnect komunita tak má možnost poskytnout své licencované algoritmické strategie obchodním firmám, pomáhat jim hledat obchodní signály a tím vydělávat (25).

2.4.3.3 Python

Z dvou programovacích jazyků podporovaných platformou QuantConnect bude v praktické části využit Python. Je to univerzální, moderní a velmi populární programovací jazyk, který má celou škálu využití – od vývoje a testování softwaru, přes automatizaci, skriptování a web development, až po datovou analytiku a strojové učení. Vzhledem k tomu, že je poměrně snadné si jej osvojit, je využíván i ne-programátory (např. odborníky ve financích nebo ve vědě) a slouží hlavně pro zautomatizování mnoha typů úkolů vykonávaných na každodenní bázi (např. pro organizaci financí) (10).

Univerzálnost a všestranná využitelnost jazyka Python vychází z existence nespočetně mnoha knihoven, tedy souboru funkcí, procedur, tříd, objektů, a konstant. Tyto knihovny obsahují již naprogramovaná řešení celé řady běžných problémů, které lze při vyvíjení programů jednoduše použít. Každá knihovna byla vytvořena za konkrétním účelem (např. knihovna math se zaměřuje na matematické funkce) a jazyk Python také jednoduše umožňuje navrhovat a opakovaně využívat knihovny vlastní. Platforma Quantconnect využívá například knihovny numpy, pandas, tensorflow, scikit-learn, nltk, keras, aj. (12) (25) (27).

3 Analytická část

Tato kapitola je zaměřena na analýzu konkrétních oblastí, které budou v praktické části využity. Budou posouzeny fundamentální aspekty zvolené kryptoměny – altcoinu Solana, dále budou zhodnoceny datasety dostupné v platformě Quantconnect, které poskytují historická data tržních cen a objemů obchodů kryptoměnových párů. V poslední sekci této kapitoly budou představeny a zanalyzovány některé základní investiční strategie, které jsou pro investory dostupné online. Tyto strategie nebo jejich části budou využity a zoptimalizovány v navazující kapitole 4.

3.1 Fundamentální analýza kryptoměny Solana

Cílem práce je automatizovaná investiční strategie, která bude obchodovat kryptoměnu Solana. Proto jsou v této podkapitole popsány závěry vyplývající z fundamentální analýzy této kryptoměny. V některých oblastech je Solana porovnána s Bitcoinem, který můžeme považovat za průkopníka mezi kryptoměny.

3.1.1 Popis kryptoměny a aktuální informace

Solana je poměrně novým altcoinem, který velmi rychle vstoupil do sektoru decentralizovaných aplikací. Lze jej považovat za nejrychleji rostoucí ekosystém v oblasti kryptoměn. Vyznačuje se rychlostí transakcí a nízkými transakčními poplatky. Jejím cílem je usnadnit vytváření decentralizovaných aplikací, v čemž má konkurovat stávajícím platformám. Například Bank of America tvrdí, že by Solana mohla získat část podílu na nyní dominantnější decentralizované síti Ethereum a přezdívá Solanu „Visou³¹ ve světě digitálních aktiv“. Na poli decentralizovaných aplikací spuštěných na její síti Solana je v září 2021 evidováno již 332 decentralizovaných aplikací. K tomuto datu je však dominantní Ethereum s 2 841 decentralizovanými aplikacemi (8) (13) (28).

Jedná se o kryptoměnu, která byla nově navržena včetně jejího blockchainu – jedná se tedy o coin, nikoliv o token. Za jejím zrodem stojí společnost Solana Labs, v jejímž čele stojí generální ředitel Anatoly Yakovenko. Ten je zároveň autorem white paperu Solany. Projekt byl založen již v roce 2017 společností Solana Labs, ale oficiálně byl spuštěn až

³¹ Visa je společnost, která provozuje největší globální síť elektronických plateb a platebních karet. Na svém webu uvádí, že je schopna provést až 56 000 transakcí za vteřinu (33).

v březnu 2020. Platforma CoinMarketCap eviduje historii tržních cen od dubna roku 2020 (8) (9) (28).

Solana upřednostňuje rychlost před decentralizací. Využívá principu **škálovatelnosti**³², čímž se stává konkurenceschopnou v počtu zpracovaných plateb za sekundu. Udává se, že blockchain Solany je schopen zpracovat až 65 000 transakcí za sekundu s průměrnými poplatky 0,00025 USD za transakci. Pro porovnání např. Ethereum (před dokončením aktualizace na verzi 2.0) dokáže za sekundu zpracovat přibližně 30 transakcí s průměrným poplatkem 4,50 USD za transakci (8).

Ke konci března 2022 web solana.com eviduje přes 65 bilionů provedených transakcí a každou sekundu je provedeno kolem 2 000 nových transakcí s minimálními náklady na transakci (28).

Na úkor škálovatelnosti je Solana oproti např. Bitcoinu nebo Ethereum považována za méně decentralizovanou a její blockchain za méně bezpečný. Z toho důvodu na sítích těchto kryptoměn někdy docházelo k přetížení, čehož důsledkem bylo mimořádné dočasné navýšení transakčních poplatků (8) (13).

Přínosem blockchainu Solany je mimořádná rychlost vytváření bloků. Nový blok se vytvoří každých 400 milisekund, zatímco u ostatních kryptoměny čas odpovídá minimálně několika jednotkám sekund (8).

Proof of history

Architektura Solany je založená na konsenzuálním protokolu „**proof of history**“ (angl. důkaz historie), jenž představuje jedinečný způsob k procesu ověřování transakcí (ověřování pořadí a časového průběhu událostí). Ekosystém Solana **spoléhá pouze na jediný řetězec**, na rozdíl od jiných blockchainových ekosystémů, které volí sdílení transakční zátěže přes více interoperabilních blockchainů. Systém jednotného časového značení transakcí zajišťuje, že všechny validátory (počítače, které ověřují transakce v blockchainu) mají jednotný přehled o tom, v jakém pořadí jsou v blockchainu prováděny nové aktivity. Tento systém je v podstatě typem konsenzuálního mechanismu,

³² Škálovatelnost lze popsat jako schopnost vyhovět neustále rostoucímu počtu uživatelů, a to ve třech aspektech: odbavení co největšího počtu transakcí, za co nejkratší čas a s co nejmenšími poplatky (13).

ve kterém mají účastníci sítě za úkol analyzovat platnost transakcí. Musí se shodnout na jediné historii událostí, a proto se celý koncept nazývá **proof of history** (29).

Proof of stake

Princip proof of history kombinuje s konsenzuálním protokolem „**proof of stake**“ (angl. důkaz podílu), což je mechanismus konsenzu kryptoměn, sloužící pro zpracování transakcí a vytváření nových bloků v blockchainu. Slouží k ověřování záznamů v distribuované databázi a udržování její bezpečnosti a řeší otázku integrity kryptoměny tím, že zabraňuje uživatelům vydávání dodatečných mincí (8) (14).

Při používaném mechanismu proof of stake dochází k ověřování transakcí (tzv. stakingu) na základě počtu mincí, které uživatelé nechali uzamknout (uzamčené mince nelze dočasně obchodovat). Protokol řídící tento mechanismus konsenzu pak náhodně vybere uživatele a udělí mu právo navrhnout a přidat do blockchainu novou sadu potvrzených transakcí (14).

Pomocí kombinace mechanismů proof of history a proof of stake dosáhla společnost Solana rychlosti transakcí, aniž by musela implementovat produkty druhé vrstvy, jako jsou postranní řetězce (8).

3.1.2 White paper

White paper Solany má podobně jako white paper kryptoměny Bitcoin formu odborné publikace srozumitelně představující problematiku, popisující technologické řešení a jeho podobu a obsahující reference na odborné zdroje. Rovněž otevřeně komunikuje problematiska témata jako právní odpovědnost, hrozby a případné hackerské útoky. Společnosti Altlift však komunikaci problematiských témat nepovažuje za dostatečnou (1) (20) (29).

Dokument do hloubky popisuje návrh nového druhu architektury vysoce výkonného blockchainu, založeného na principu proof of history, který Solanu odlišuje od ostatních konkurentů na platformě decentralizovaných aplikací (29).

Dále white paper popisuje celkový návrh systému, jeho architekturu včetně jejích výkonnostních limitů a principy proof of history, proof of stake a proof of replication, pomocí kterého se dokazuje správnost údajů formou replikace. V dokumentu je také

popsán princip smart kontraktů³³, pomocí kterých je možné vytvářet decentralizované aplikace (29).

Vzhledem k aktuálně dostupným informacím o kryptoměně Solana, popsáným v sekci 3.1.1 lze konstatovat, že se realizačnímu týmu daří uskutečňovat původní vytyčené cíle projektu.

3.1.3 Road map a infrastruktura

Portál Gfinity informuje, že od února 2022, kdy byla spuštěna beta verze projektu Solana, zbývá dokončit již pouze jednu položku mainnetu³⁴. Portál však vznáší podezření o značném zpomalení vývoje v posledních měsících.

Upozorňuje také na skutečnost, že dosud nedošlo ke spuštění oficiální verze Solany, ale stále je dostupná pouze beta verze. Jeden z moderátorů Solany však formou sociální sítě Reddit komunikoval, že *"Beta" znamená, že se stále vyvíjí, zatímco hlavní funkce jsou stoprocentně funkční! ...* (3).

Mimo to portál Gfinity informuje o následujících záměrech společnosti Solana Labs, kterou reprezentuje generální ředitel Anatoly Yakovenko. Jedním z nich je příprava ekosystému Solana na 1 miliardu uživatelů. V tom společnosti mají významně napomoc finance ve výši 314 USD, které společnost získala v červnu minulého roku prostřednictvím soukromého prodeje tokenů (3).

Vývojový harmonogram je k dispozici na webu messari.io, poslední příspěvek, který je zde dostupný, byl zveřejněn v roce 2020. Informuje o plánovaném upgradu své sítě z verze Mainnet Beta na plnou verzi mainnetu na přelomu roků 2020 a 2021. S touto verzí má být zaveden inflační plán, který je dostupný [zde](#), na fóru webu Solana. Tento poslední příspěvek také informuje o dvou hlasovacích obdobích v roce 2020, týkajících se inflačního plánu. Akt hlasování lze považovat za indikátor absence centrální autority, její existenci však nelze potvrdit ani vyloučit (19) (28).

³³ Smart contract (angl. chytrý kontrakt, chytrá smlouva) složí k tomu, aby dvě strany mohly prostřednictvím blockchainu přijímat závazky, aniž by se musely znát nebo si důvěřovat. Mimo to je možné pomocí smart kontraktu odstranit potřebu zprostředkovatele, což výrazně snižuje provozní náklady. Smart kontrakty se stávají populární až v souvislosti s blockchainem a kryptoměnami, ale tento koncept poprvé popsal americký kryptograf Nick Szabo již v roce 1994 (4).

³⁴ Mainnet je pojem označující okamžik, kdy je protokol blockchainu plně vyvinut a nasazen (4).

3.1.4 Cenová historie

Platforma CoinMarketCap uchovává data o cenové historii kryptoměny Solana od 10. 4. 2020 (tedy pár týdnů po jejím spuštění). Právě od tohoto data do 25. 3. 2022 je v následujícím grafu zobrazen cenový vývoj Solany vyjádřený v amerických dolarech. Dne 25. 3. 2022 se cena Solany pohybovala kolem 98,37 USD, objemy obchodů za posledních 24 hodin dosahovaly hodnoty 2 205 153 694 USD a cena Solany za posledních 24 hodin klesla o 3,96 %. V aktuálním žebříčku CoinMarketCap řadícím kryptoměny podle jejich tržní kapitalizace je Solana na 9. místě s tržní kapitalizací v hodnotě 31 973 878 710 USD. Má cirkulující nabídku 324 932 806 mincí (9).

Maximální nabídka jednotek Solany se značně liší v závislosti na zdroji informace. Nadace Solana Foundation oznámila, že do oběhu bude uvolněno celkem 489 milionů tokenů SOL, avšak web Altlift mluví o 500 milionech SOL. Portál CoinMarketCap prezentuje, že celková zásoba již vytvořených mincí po odečtení mincí, které byly tzv. „spáleny“³⁵ dosahuje výše 511 616 946 SOL (1) (9) (14).



Graf 3, Historie cen Solany v USD od 10. 4. 2020 do 25. 3. 2022 (9)

³⁵ Protokol tzv. „spálí“ (zničí) část transakčních poplatků, které vybere, aby udržel omezenou nabídku SOL oproti své emisi (1).

Pro srovnání uvádím také graf vývoje ceny Bitcoinu v amerických dolarech za stejné období, tedy od 10. 4. 2020 do 25. 3. 2022. Cena Bitcoinu se dne 25. 3. 2022 pohybuje kolem 44 381,07 USD, zobchodované objemy za posledních 24 hodin odpovídají hodnotě 30 565 333 719 USD. Za posledních 24 hodin se Bitcoin propadl o 0,89 %. V žebříčku podle tržní kapitalizace je Bitcoin aktuálně na 1. místě s tržní kapitalizací ve výši 842 965 673 179 USD. V oběhu je nyní celkem 18 993 812 mincí BTC a maximální nabídka Bitcoinu je 21 000 000 mincí BTC (9).



Graf 4, Historie cen Bitcoinu v USD od 10. 4. 2020 do 25. 3. 2022 (9)

Následující tabulka přehledně shrnuje hodnoty cenové historie Solany a Bitcoinu.

Tabulka 1, Srovnání cenových a objemových hodnot Bitcoinu a Solany ke dni 25. 3. 2022 (9)

Kryptoměna	Solana	Bitcoin
Značka	SOL	BTC
Orientační cena ke dni 25. 3. 2022	98,37 USD	44 381,07 USD
Objemy obchodů za posledních 24 hodin	2 205 153 694 USD	30 565 333 719 USD
Pohyb ceny v % za posledních 24 hodin	-3,96 %	-0,89 %
Tržní kapitalizace	31 973 878 710 USD	842 965 673 179 USD
Aktuální nabídka mincí	324 932 806	18 993 812
Maximální nabídka mincí	489 000 000	21 000 000

Při porovnání dvou grafů výše v této sekci lze spatřit podobný cenový trend obou analyzovaných kryptoměn, ale Solana na události trhu reaguje mnohonásobně citlivěji. Na základě následujících tvrzení lze Solanu považovat v porovnání s Bitcoinem za mnohonásobně volatilnější kryptoměnu:

- Lokálního minima ve druhém pololetí roku 2021 dosáhla Solana dne 20. 7. 2021 ve výši 23,49 USD za 1 SOL.
- Na Bitcoinu lze ve stejném období definovat lokální minimum ve výši 29 807,35 USD za 1 BTC, jehož bylo dosaženo taktéž 20. 7. 2021.
- Na Solaně bylo dosaženo globálního maxima o necelé 4 měsíce později, dne 6. 11. 2021, v hodnotě, 258,93 USD za 1 SOL. Tato hodnota předčila výše zmíněné lokální minimum **více než 10krát**.
- Globálního maxima bylo na Bitcoinu dosaženo ve stejném období. Dne 8. 11. 2021 se cena pohybovala kolem 67 566,83 USD, což je **pouze zhruba 2,25krát vyšší cena** oproti jeho lokálnímu maximu (9).

Podobných závěrů bychom dosáhli po definici lokálního minima a lokálního maxima v prvním pololetí roku 2021:

- 1. 1. 2021 se cena Solany pohybuje kolem 1,842 USD a lokální maximum sledujeme 18. 5. 2021 v hodnotě kolem 55,91 USD. **Lokální maximum odpovídá třicetinasobku lokálního minima.**
- 1. 1. 2021 se cena Bitcoinu pohybuje kolem 29 374,15 USD a lokálního maxima je dosaženo dne 13. 4. 2021 kolem hodnoty 63 503,46 USD, což je pouze **více než dvojnásobek** (9).

Z výše uvedeného lze v bodech shrnout následující skutečnosti:

- Cenové trendy Solany zásadně nevybočují od cenových trendů Bitcoinu, avšak Solana je mnohonásobně volatilnější.
- Mimo reakce na události kryptoměnového trhu zde neexistují signifikantní cenové nárůsty a poklesy, u kterých by bylo sledováno podezření z principu pump and dump.

- Po korekcích trhu kryptoměna nevykazuje známky zániku, naopak chování tržních cen po korekcích odpovídá validní kryptoměně figurující na kryptoměnovém trhu.
- Aktuální zobchodované objemy Solany za posledních 24 hodin dosahují cca jedné čtrnáctiny objemů zobchodovaných na Bitcoinu – Solana je již dnes velmi rozšířenou kryptoměnou.
- U Solany je známá maximální nabídka mincí, avšak dostupné údaje se liší.
- Celková zásoba již vytvořených mincí po odečtení mincí, které byly spáleny, aktuálně přesahuje maximální nabídku emitovaných jednotek Solany.

3.1.5 Obchodování Solany

Portál CoinMarketCap doporučuje kryptoměnu Solana obchodovat například prostřednictvím burzy Binance, protože zde má Solana k září 2021 nejvyšší objem obchodů měnového páru SOLUSDT dosahující 753 103 225 USD. Následuje burza Coinbase s objemem obchodů 343 872 841 USD. Mezi další možnosti obchodování Solany patří např. platformy FTX, Bilaxy a Huobi Global (9).

3.1.6 Komunikace a aktivita

Projekt Solana dnes komunikuje formou webu solana.com. Na tomto velmi propracovaném webu informuje uživatele o projektech postavených na jejím blockchainu a o novinkách formou blogových článků a podcastů. Na pravidelnější bázi pořádá odborné vícedenní konference ve světových metropolích. S ekosystémem Solana se také pojí hned několik aktivně spravovaných profilů na sociálních sítích Twitter, Discord, Reddit, Telegram, Youtube, GitHub aj. Web bohužel oficiálně neinformuje o vývojovém týmu a o osobách podílejících se na tvorbě projektu, tyto informace jsou dostupné pouze formou třetích stran (28).

3.1.7 Uživatelé, uživatelská přívětivost a hodnota, jakou projekt přináší

Uživateli této kryptoměny, jsou podle Bank of America spotřebitelské případy použití, konkrétně například mikroplatby, platby NTF tokenů a hraní her. Projekt Solana dnes již konkuruje stávajícím platformám decentralizovaných aplikací, jako je např. Ethereum. Závazkem Solany vůči uživatelům je stále udržet poplatky co nejnižší (8).

Díky principu proof of stake se uživatelé Solany mohou stát validátory transakcí. Svůj záměr stát se validátory v této síti prokazují tím, že uzamknou určitý obnos kryptoměny. Na tomto principu validování transakcí fungují i blockchainy kryptoměn Cardano nebo Polkadot (8).

3.1.8 Investice a partnerství

O partnerských projektech Solany informuje web Katoch Tubes v článku ze dne 2. 5. 2022. Článek považuje Solanu za jeden z nejpreferovanějších blockchainů pro vytváření blockchainových projektů, jako jsou smart kontrakty a decentralizované aplikace (16)

Jako konkrétní příklady partnerství lze uvést:

- Blockchainový projekt Audius se potýká s problémem, který mu má pomoci vyřešit škálování, které je součástí blockchainu Solany (16)
- Projekt Serum je vysokorychlostní, neúřední, decentralizovaná burza postavená na blockchainu Solana, což je výsledkem spolupráce Solana Foundation a přední kryptoměnové burzy FTX (Alameda research) (1) (16).
- Spolupráce se společností Chainlink, jejíž cílem je projekt, který má propojit blockchain s reálným světem. Používá základní prvky k provádění chytrých smluv a jejím cílem je uživatelům poskytovat data v reálném čase, jako je například předpověď počasí nebo ceny akcií (16).
- Decentralizovaná kryptografická burza Orca je postavena na blockchainu Solana (1).

3.1.9 Shrnutí

Solana se dnes už prezentuje jako projekt na velmi vysoké úrovni a její ekosystém je přijímán napříč autoritami v kryptoměnovém světě. Má kolem sebe rozšířenou a stále aktivní komunitu. Díky inovativnímu návrhu postaveném na principu proof of stake, díky rychlosti projektu a díky odborné prezentaci projektu na webu, je do jisté míry možné vyloučit, že Solana zapadne do kryptoměnového průměru, kde bude pod tlakem konkurence postupně ztrácet na popularitě i na ceně. Vytknout lze Solaně nižší míru decentralizace a prezentace vývojového týmu pouze v neoficiálních zdrojích.

Fundamentální analýza Solany byla ke dni 22. 11. 2021 profesionálně zpracována českou společností Altlift. Tato společnost kladně hodnotí četnost finančních prostředků a podporovatelů a velikost komunit na sociálních sítích. Za největší riziko považuje nedostatečnou decentralizaci, kterou odborně rozebírá z více úhlů pohledů a její míru srovnává s jinými kryptoměny. Podotýká, že transparentnější komunikace ze strany členů týmu by mohla napomoci k zvýšení důvěryhodnosti. V této fundamentální analýze bohužel nejsou v některých částech zřejmé zdroje, ze kterých zpracovávající společnost získávala informace (např. ohledně incidentu z 14. 9. 2021, kdy byla síť Solana mimo provoz kvůli tzv. DDoS útoku³⁶) (1).

3.2 Volba datasetu

Nutným předpokladem pro stavbu automatizované strategie je existence historických dat. Ta jsou v platformě Quantconnect zprostředkována formou datasetů. V tabulce níže jsou uvedeny datasety, které poskytují tržní data kryptoměn. V druhém sloupci jsou uvedeni jejich poskytovatelé – CryptoSlam!³⁷ a CoinAPI³⁸. V posledním sloupci je zmíněno, zda dataset umožňuje obchodovat kryptoměnu Solana alespoň v rámci jednoho měnového páru.

Tabulka 2, Datasety platformy Quantconnect poskytující data kryptoměn, dostupné ke dni 25. 3. 2022 (25)

Název datasetu	Poskytovatel datasetu	Dataset poskytuje měnový pár obchodující Solanu
NFT Sales	CryptoSlam!	ano
FTX Crypto Price Data	CoinAPI	ano
Bitfinex Crypto Price Data	CoinAPI	ano
Binance Crypto Price Data	CoinAPI	ano
Kraken Crypto Price Data	CoinAPI	ano
FTX US Crypto Price Data	CoinAPI	ano
Coinbase Pro Crypto Price Data	CoinAPI	ne

³⁶ Kybernetický útok DDoS (Distributed Denial-of-Service, angl. distribuované odepření služby) se projevuje tak, že útočník zaplaví cílové zařízení (informační systémy nebo jiné síťové zdroje) nadměrným a nežádoucím internetovým provozem. Ten má zabránit legitimním uživatelům v přístupu k očekávaným službám či zdrojům (14).

³⁷ CryptoSlam! je agregátor dat z odvětví NFT (tzv. non-fungible token, angl. nezaměnitelný token), který primárně nabízí analýzu NFT projektů, poskytuje údaje o jejich hodnotách, vzácnosti, historii aktivit, uvádí nejoblíbenější sbírky atd. (25).

³⁸ CoinAPI je platforma zprostředkovávající data kryptoměnových trhů v reálném čase ze stovek kryptoměnových burz. Prostřednictvím API zaručuje rychlý přístup k jednotným a spolehlivým datům z kryptoměnových trhů (7) (25).

Pro návrh strategie byl zvolen dataset „Binance Crypto Price Data“, který poskytuje data z burzy Binance a je zprostředkovaný platformou CoinAPI. Zpřístupnění tohoto datasetu a současné nastavení burzy Binance a jejích obchodních podmínek se v kódu strategie provádí pomocí příkazu níže. Parametr „AccountType“ definuje, zda účet podporuje obchodovat na úvěr („Margin“), nebo nikoliv („Cash“).

```
self.SetBrokerageModel(BrokerageName.Binance, AccountType.Cash)
```

Data o cenách a zobchodovaných objemech jsou v tomto datasetu dostupná od 14. 7. 2017 a jejich cloudové využití na platformě Quantconnect není zpoplatněno. Data jsou dostupná na frekvenci od tickových dat³⁹ až po denní data. Z nabízených 1 651 měnových párů jich 12 pokrývá kryptoměnu Solana a tyto jsou uvedeny v tabulce níže. V dalším sloupci je vysvětlena zkratka druhé měny, která spolu se Solanou tvoří pár.

Tabulka 3, Měnové páry datasetu Binance obsahující Solanu (25)

Měnový pár	Druhá měna	Měnový pár	Druhá měna
SOLAUD	Australský dolar	SOLEUR	Euro
SOLBIDR	kryptoměna BIDR	SOLGBP	Britská libra
SOLBNB	Binance coin	SOLRUB	Ruský rubl
SOLBRL	Brazilský real	SOLTRY	Turecká lira
SOLBTC	Bitcoin	SOLUSDC	USD Coin
SOLBUSD	Binance USD	SOLUSDT	Tether

V návrhové části této práce bude pro stavbu strategie využit měnový pár BTCBUSD (pár obchodující Bitcoin a Binance USD), a to z důvodu poměrně krátké cenové historie kryptoměny Solana. Denní data tohoto měnového páru jsou ve zvoleném datasetu dostupná od 19. 9. 2019 a ve všech strategiích obchodujících pár BTCBUSD bude za účelem této práce nastaveno obchodní období od tohoto data do 25. 4. 2022 (25).

³⁹ Ticková data (neboli živá data) jsou taková, která zaznamenávají každý pohyb, který na trhu nastal (32).

Pro tzv. „out of sample“⁴⁰ testování se využije pár SOLBUSD, jehož denní data zvolený dataset poskytuje od 10. 4. 2020. V této práci se bude tento měnový pár ve všech strategiích obchodovat od 10. 4. 2020 do 25. 4. 2022 (25).

Z důvodu vyloučení vlivů způsobených rozdílnými platformami (jako jsou například odchylky cen, rozdílné zobchodované objemy, možné rozdílné poplatky, aj.) bylo žádoucí veškeré strategie testovat na datasetu jedné konkrétní burzy, a to i na úkor kratší cenové historie.

3.3 Analýza dostupných strategií

V této podkapitole budou uvedeny investiční strategie, ze kterých bude čerpáno v návrhové části. První uvedená strategie je zaměřená na sledování trendů a využívá jednoduchý klouzavý průměr. Další analyzovanou strategií je strategie pracující s křížením dvou klouzavých průměrů.

Tyto strategie jsou porovnávány primárně se strategií buy and hold⁴¹, která nevyužívá žádné indikátory. Vyhodnocení buy and hold strategie zde bude zmíněno ještě před první analyzovanou strategií pracující s jedním klouzavým průměrem.

Z důvodu rozvíjejícího se trhu s kryptoměny je potřeba upozornit na omezenější nabídku strategií, které by byly cíleně vytvořeny pro obchodování kryptoměn. Dostupnější jsou strategie, které byly původně postaveny pro jiná investiční aktiva. Aplikace takovéto strategie na kryptoměnový trh je možná po několika úpravách, které jsou u každé analyzované strategie konkrétně vyjmenovány.

Vyhodnocení strategií probíhá formou mnoha ukazatelů. Ty nejvýznamnější z nich jsou popsány níže a budou dále v této práci pravidelně využívány při vyhodnocování analyzovaných i navrhovaných strategií.

Total equity prezentuje celkový objem portfolia k poslednímu dni strategie vyjádřený v měně účtu (v případě této diplomové práce se jedná o BUSD).

⁴⁰ Out of sample testování je testování strategie na jiném vzorku historických dat, než na jakém byla stavěna. Slouží hlavně pro validování výsledků backtestu. Opakem je testování tzv. „in sample“, když se strategie testuje na stejných datech, pro jaká byla postavena (2).

V této práci tedy jako in sample data figurují data Bitcoinu a jako out of sample data Solany.

⁴¹ Buy and hold (angl. kup a drž) je pasivní investiční strategie, při které je investiční aktivum nakoupeno a je drženo po dlouhé časové období, bez ohledu na volatilitu cen tohoto aktiva (14).

Total trades představuje celkový počet zrealizovaných obchodů (nákupů i prodejů investované kryptoměny) za testované období.

Average loss v procentech vyjadřuje průměrnou ztrátu za všechny uzavřené pozice.

Ukazatel **Drawdown** prezentuje největší pokles portfolia (nejhlubší propad) v procentech.

Net profit představuje procentuální nárůst nebo pokles portfolia za celou dobu obchodování.

Win rate informuje o podílu obchodů, které byly uzavřeny v zisku.

Total fees je suma všech poplatků, které byly za dobu obchodování vynaloženy na uskutečnění obchodů a byly odečteny od celkové hodnoty portfolia.

3.3.1 Vyhodnocení buy and hold strategie

Vyhodnocení této konkrétní strategie zde figuruje za účelem možného rozeznání případných přínosů pozdějších implementací technických indikátorů.

Strategie typu buy and hold obchodující při velikosti účtu 100 000 BUSD nakoupí dne 10. 4. 2020 celkem 105 027,84 SOL za cenu 0,9488 BUSD a vyhodnotí stav obchodního účtu ke dni 25. 4. 2022. K tomuto dni je objem portfolia více než 100násobný – jeho hodnota odpovídá 10 042 511,94 BUSD. Hodnota ukazatele net profit dosahuje 9 942,5 %. Hodnota maximálního propadu se rovná 74,6 %. Vzhledem k tomu, že zatím nedošlo k žádnému prodání investiční kryptoměny, nelze v tomto případě vyhodnocovat ztráty. Více údajů zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 4, Vyhodnocení strategie buy and hold na kryptoměně Solana

Strategy	Buy and hold
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 10 042 511,94
Total trades	1
Average loss	0,0 %
Drawdown	74,6 %
Net profit	9 942,5 %
Win rate	0,0 %
Total Fees	\$ 99,58

3.3.2 Jednoduchý klouzavý průměr

Tato strategie je získaná z knihovny strategií na platformě Quantconnect⁴² a funguje na principu jednoduchého klouzavého průměru. Původně byla navržena pro pět burzovně obchodovaných fondů (dále jen ETF) definovaných tickery SPY, EFA, BND, VNQ a GSG, které mají v tomto portfoliu stejnou váhu. Testované období je od 1. 5. 2007 do současnosti. Takto dlouhé období umožňuje využívat 210denní klouzavý průměr. Pokud se tržní hodnota daného ETF nachází nad tímto klouzavým průměrem, dojde k nákupu, v opačném případě je ETF prodáno. Velikost účtu odpovídá 100 000 USD (25).

Pro otestování této strategie na kryptoměnovém páru SOLBUSD byly provedeny drobné změny v kódu v metodě „Initialize“ (v nastavení vstupních parametrů strategie). Ostatní části kódu zůstávají nezměněny.

1. Definice testovaného období:

```
self.SetStartDate(2020, 4, 10)
self.SetEndDate(2022, 4, 25)
```

2. Nastavení brokera podporujícího zvolený kryptoměnový pár:

```
self.SetBrokerageModel(BrokerageName.Binance, AccountType.Cash)
```

3. Nastavení výchozí měny účtu na Binance USD:

```
self.SetAccountCurrency("BUSD")
```

4. Nahrazení stávajících pěti ETF jedním měnovým párem:

```
self.symbols = ["SOLBUSD"]
```

5. Změna příkazu pro přidání investičního aktiva z AddEquity na AddCrypto:

```
self.AddCrypto(symbol, Resolution.Daily)
```

Vyhodnocení strategie

Pomocí této strategie s jednoduchým klouzavým průměrem bylo provedeno celkem 22 obchodů, z nichž pouze 25 % pozic bylo uzavřeno v zisku. Objem portfolia vzrostl jen něco přes 83krát – portfolio nyní dosahuje 8 382 759,37 BUSD. Procentuální hodnota profitu dosahuje 8 282,8 %, což je o 1 659,7 % méně než v případě strategie buy and hold.

⁴² Strategie je ke stažení z odkazu <https://www.quantconnect.com/tutorials/strategy-library/asset-class-trend-following> (25).

Hodnota maximálního propadu si oproti buy and hold strategii zlepšila o pouhých 1,8 % a odpovídá hodnotě 72,8 %. Proto nelze protnutí ceny Solany hodnotou 210denního klouzavého průměru považovat za přínosný signál pro uzavření obchodu. To může být důsledkem poměrně krátkého časového horizontu, po který mohla být strategie spuštěna. Nastavení kratšího úseku pro výpočet klouzavého průměru by mohlo být přínosnější. Následující tabulka představuje komplexnější přehled hodnotících ukazatelů.

Tabulka 5, Vyhodnocení strategie s jedním klouzavým průměrem na kryptoměně Solana

Strategy	Simple Moving Average
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 8 382 759,37
Total trades	22
Average loss	-7,1 %
Drawdown	72,8 %
Net profit	8 282,8 %
Win rate	25,0 %
Total Fees	\$ 10 201,50

3.3.3 Křížení dvou exponenciálních klouzavých průměrů

Konkrétní strategie používající křížení dvou klouzavých průměrů je dostupná v diskusním fóru platformy QuantConnect⁴³. Strategie původně obchoduje jediné aktivum – ETF „S&P 500“ (SPY) v období od 1. 1. 2009 do 28. 5. 2020 s velikostí účtu 100 000 USD. Využívá 15denní a 30denní exponenciální klouzavý průměr (25).

Pro otestování této strategie na kryptoměnovém páru SOLBUSD dochází k následujícím drobným změnám v kódu v metodě „Initialize“ (v nastavení vstupních parametrů strategie):

1. Změna testovaného období:

```
self.SetStartDate(2020, 4, 10)
self.SetEndDate(2022, 4, 25)
```

2. Nastavení brokera podporujícího zvolený kryptoměnový pár:

⁴³ V odkazu <https://www.quantconnect.com/forum/discussion/1013/moving-average-cross-in-python/p1> je zmíněná strategie dostupná. Verze kódu odpovídající aktuálnímu python prostředí je k dispozici v komentáři z května 2020 (25).

```
self.SetBrokerageModel(BrokerageName.Binance, AccountType.Cash)
```

3. Nastavení jiné než výchozí měny účtu:

```
self.SetAccountCurrency("BUSD")
```

4. Změna příkazu pro přidání investičního aktiva z AddEquity na AddCrypto a přidání páru „SOLBUSD“:

```
self.AddCrypto("SOLBUSD", Resolution.Daily)
```

5. Nahrazení „SPY“ na všech místech v kódu symbolem „SOLBUSD“, např:

```
self.SetHoldings("SOLBUSD", 1.0)
```

Dále je potřeba přizpůsobit podmínku v metodě „OnData“ (viz ukázka kódu níže), protože u kryptoměn může být rozdílný povolený počet desetinných míst pro provádění transakcí, pro držení kryptoměn a pro výpočet výše poplatků (jak je tomu např. u burzy Binance). Proto nemusí při použití příkazu `self.Liquidate()` v tomto příkladu dojít k prodání celého portfolia do posledního zbytku, ale pouze k prodání částky v tomto případě zaokrouhlené na 2 desetinná místa dolů⁴⁴. Proto nemůže spolehlivě fungovat původní podmínka porovnávací proměnnou „holdings“ s hodnotou 0, která fungovala při obchodech celými kusy akcií/ETF, ale je nutné nastavit tuto hodnotu na 0,01:

```
holdings = self.Portfolio["SOLBUSD"].Quantity
if holdings <= 0.01: #nakup
if holdings > 0.01: #prodej
```

Z podobného důvodu také u kryptoměn spolehlivě nefunguje následující podmínka, která zjišťuje, zda je nyní **nezainvestováno** (tedy jestli výše investice odpovídá hodnotě 0) a která je pro akciová nebo ETF portfolia hojně využívána:

```
if not self.Portfolio.Invested:
```

Všeobecně je vhodné tuto podmínku nahradit například podmínkou zjišťující množství konkrétního aktiva (v tomto případě SOLBUSD):

```
if self.Portfolio["SOLBUSD"].Quantity <= 0.01:
```

⁴⁴ Informace o dvou desetinných místech byla získána z výpisu zobrazeného po prvním provedeném backtestu. Počet desetinných míst se může lišit základě brokera a obchodovaného páru (25).

Portfolio s nulovými investicemi je zaručeno pouze před prvním nákupem kryptoměny. V ostatních případech již na účtu s investovanou kryptoměnou pravděpodobně zůstane zanedbatelné, avšak nenulové množství.

Vyhodnocení strategie

Strategie, která využívá křížení dvou exponenciálních klouzavých průměrů o délce 15 a 30 dní jako signál k obchodu, se jeví jako znatelně vhodnější řešení než strategie předchozí. Hlavní rozdíly těchto dvou strategií jsou následující:

1. signál k obchodu spočívající v křížení jednoho klouzavého průměru a tržní ceny je nahrazen křížením dvěma klouzavých průměrů,
2. indikátor jednoduchého klouzavého průměru je nahrazen exponenciálním klouzavým průměrem,
3. délka klouzavého průměru je oproti předchozí strategii zkrácena na 15 a 30 dní.

Tyto změny přispěly k pozitivním výsledkům. Proběhlo zde pouze 16 obchodů, což je o 6 obchodů méně oproti předchozí strategii, ale pouze 38 % pozic bylo uzavřeno v zisku. Objem portfolia vzrostl na cca 155násobek své původní hodnoty, což je cca o 55 % více, než čeho bylo dosaženo u strategie buy and hold. Portfolio tedy nyní dosahuje 15 503 233,40 BUSD, net profit je roven 15 403,2 %. Drawdown se snížil na 64 %, což je oproti strategii buy and hold zlepšení o 10,6 % a oproti předchozí strategii s jedním klouzavým průměrem je to zlepšení o 8,8 %. Další náhled poskytne následující tabulka.

Tabulka 6, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Solana

Strategy	Exponential Moving Average Cross
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 15 503 233,40
Total trades	16
Average loss	-14,0 %
Drawdown	64,0 %
Net profit	15 403,2 %
Win rate	38,0 %
Total Fees	\$ 100 988,22

3.3.4 Ukazatel volatility – ATR

Ukazatel volatility (average true range, angl. průměrné skutečné rozpětí, dále jen ATR) je ukazatel technické analýzy, který měří volatilitu trhu. Byl vytvořen k přesnějšímu měření denní volatility aktiva pomocí jednoduchých výpočtů. ATR neurčuje směr ceny. Je běžnou součástí podmínek realizujících prodej aktiva, nehledě na podmínky nákupu tohoto aktiva (14).

Hodnota ukazatele ATR se obvykle se počítá jako 14denní jednoduchý klouzavý průměr, kde pro každý den je použita největší hodnota ze tří následujících:

- rozdíl aktuálního maxima a aktuálního minima,
- absolutní hodnota rozdílu aktuálního maxima a závírací ceny předchozího dne,
- absolutní hodnota rozdílu aktuálního minima a závírací ceny předchozího dne (14).

Jednou z rozšířených variant použití ATR je umístění trailing stop loss⁴⁵ pod nejvyšší hodnotu, které aktivum dosáhlo od vstupu do obchodu. Vzdálenost mezi nejvyšším maximem a úrovní stopové ceny je definována jako násobek ATR. Například od nejvyššího maxima dosažené od vstupu do obchodu je pro vypočtení stopové ceny možné odečíst trojnásobek hodnoty ATR (14).

Strategie „BTC Breakout trend follower with a volatility-adjusted trailing stop“⁴⁶ obchodující Bitcoin používající ATR uzavírá pozice pomocí stop lossu založeného na volatilitě (na základě hodinového ATR). Po otevření pozice je nastaven počáteční stop loss a aktivační úroveň nad úrovní aktuální ceny. Pokud cena uzavře pod úrovní stop loss, pozice je uzavřena. Pokud cena uzavře nad aktivační úrovní, je nastaven nový klouzavý stop loss s širším rozpětím. Všechny úrovně jsou založeny na ATR (25).

Strategie využívá dataset burzy Coinbase, který neobchoduje kryptoměnu Solana. Proto je před spuštěním potřeba provést následující drobné úpravy strategie:

1. Změnit brokera podporujícího zvolený kryptoměnový pár:

⁴⁵ Trailing stop loss je variantou příkazu stop loss, tato varianta ale omezuje maximální ztrátu, zatímco možný zisk je neomezený. Blíže bude trailing stop loss vysvětlen k podsekcí 4.2.1.2 (18).

⁴⁶ Strategie ke stažení je z odkazu <https://www.quantconnect.com/forum/discussion/10713/sharing-btc-breakout-trend-follower-with-a-volatility-adjusted-trailing-stop/p1> (25).


```
self.SetBrokerageModel(BrokerageName.Binance, AccountType.Cash)
```

2. Nastavit jinou než výchozí měnu účtu:

```
self.SetAccountCurrency("BUSD")
```

3. Změnit kryptoměnový pár (parametr „tickerSymbol“) na „SOLBUSD“ v parametrech strategie.

4. Pro jednotnost změnit velikost účtu na 100 000 BUSD:

```
self.initCash = 100000
```

5. Změnit testované období:

```
self.SetStartDate(2020, 4, 10)
```

```
self.SetEndDate(2022, 4, 25)
```

6. Podobně jako u předchozí analyzované strategie i zde pomocí příkazu `self.Liquidate()` nedojde k prodání celého portfolia do posledního zbytku. Proto metoda `self.Portfolio.Invested` zjišťující stav portfolia funguje nespolehlivě a musí být na dvou místech v kódu nahrazena.

Původní podmínky:

```
if( self.Portfolio.Invested ):  
if not self.Portfolio.Invested:
```

Nové podmínky:

```
if self.Portfolio["SOLBUSD"].Quantity > 0.01:  
if self.Portfolio["SOLBUSD"].Quantity <= 0.01:
```

Vyhodnocení strategie

Pomocí této strategie se podařilo zhodnotit portfolio více než 11krát – k poslednímu dni dosahovalo hodnoty 11 294 529,04 BUSD. Výkonností tedy je tato strategie poměrně podobná buy and hold strategii, která portfolio zhodnotila 10krát. Net profit zde dosáhl hodnoty 11 194,5 %, u buy and hold strategie to bylo 9 942,5 %.

Tato strategie vyniká v ukazatelích win rate, který dosahuje 80 %, a drawdown, který v porovnání se strategií buy and hold klesl o 22,7 % na 51,9 %. Horších výsledků tato strategie dosahuje v průměrné ztrátě, která má hodnotu -20,4 %.

Tabulka 7, Vyhodnocení strategie s principem stop loss a ukazatelem ATR na kryptoměně Solana

Strategy	ATR
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 11 294 529,04
Total trades	20
Average loss	-20,4 %
Drawdown	51,9 %
Net profit	11 194,5 %
Win rate	80,0 %
Total Fees	\$ 55 901,00

4 Vlastní návrh

V této kapitole budou představeny konkrétní postupy, které byly použity při zpracování návrhu investiční strategie. Strategie bude z důvodu krátké historie kryptoměny Solana stavěna, testována a optimalizována na historických datech Bitcoinu, aby mohla být validována na out of sample datech kryptoměny Solana.

Součástí této kapitoly budou i praktické ukázky postupů a prezentace dosažených výsledků. Poté bude shrnuto praktické využití a přínos strategie a závěrem budou zváženy možnosti dalšího rozvoje – kam dále potenciálně může stavba této nebo podobných strategií směřovat.

4.1 Návrh strategie

Ač neexistuje přesný popis dílčích kroků, ze kterých navrhování automatizované investiční strategie sestává, v této práci bylo postupováno následovně:

1. nastavení základních parametrů strategie,
2. aplikace zvoleného indikátoru, který slouží jako signál k nákupu nebo k prodeji,
3. volba hodnot vstupních parametrů pro zvolený indikátor,
4. vyhodnocení aplikace nového indikátoru,
5. doplnění dalšího indikátoru do strategie (tedy opakování kroků 2, 3 a 4, dokud není strategie považována za kompletní).

4.1.1 Základní parametry strategie

Základní parametry této strategie jsou definovány v metodě „Initialize“, viz ukázka kódu níže. Tato metoda je volána pouze jednou, a to při spuštění backtestu. Časové rozmezí strategie je nastaveno od 19. 9. 2019 do 25. 4. 2022 (dřívější data nejsou dostupná). Strategie obchoduje prostřednictvím API burzy Binance, využívá její dataset a obchoduje pouze s vlastními prostředky (nikoliv na úvěr). Výchozí měnou účtu je Binance USD, kryptoměna kopírující hodnotu amerického dolaru. Velikost účtu je nastavena na 100 000 BUSD. Pro stavbu strategie jsou použita data Bitcoinu (měnový pár BTCBUSD), jehož symbol je uložen do proměnné `self.crypto`.

```
def Initialize(self):  
    self.SetStartDate(2019, 9, 19)  
    self.SetEndDate(2022, 4, 25)
```

```

self.SetBrokerageModel(BrokerageName.Binance, AccountType.Cash)
self.SetAccountCurrency("BUSD")
self.SetCash(100000)
self.crypto = self.AddCrypto("BTCBUSD", Resolution.Daily).Symbol

```

4.1.2 Implementace indikátorů a jejich optimalizace

Z dostupných indikátorů jsou použity dva klouzavé průměry, u kterých se využívá jejich vzájemného křížení, jakožto signálu k nákupu nebo k prodeji. Poté je do strategie implementován tzv. „trailing stop loss“, který udává signál k prodeji investované kryptoměny, pokud cena kryptoměny vyjádřená v BUSD od jejího nákupu klesne o předem definovanou procentuální částku. Následně je přidán tzv. „profit target“⁴⁷, pomocí kterého je určen moment, kdy je část portfolia prodána, pokud je dosaženo zisku v předem definované procentuální výši.

Indikátory představeny v odstavci výše, jsou postupně do strategie integrovány a strategie je po každé změně otestována a vyhodnocena. Vyhodnocení je vždy porovnáno buď se strategií předcházející hodnocené strategii, s výstupy strategií zmíněných v analytické části, nebo se strategií typu „buy and hold“.

Vyhodnocení strategie buy and hold

Tato strategie nepoužívá žádné indikátory, pouze nakoupí Bitcoin za Binance USD dne 19. 9. 2019 a prezentuje výsledky ke dni 25. 4. 2022. Takováto strategie je schopna zhodnotit portfolio o 269,4 % a maximální drawdown dosahuje hodnoty 53,5 %. Z toho lze usoudit, že se jedná o méně volatilní kryptoměnu, než je Solana.

Tabulka 8, Vyhodnocení buy and hold strategie na kryptoměně Bitcoin

Strategy	Buy and hold
Traded pair	BTCBUSD
Total equity	\$ 369 416,26
Total trades	1
Average loss	0,0 %
Drawdown	53,5 %
Net profit	269,4 %
Win rate	0,0 %
Total Fees	\$ 99,56

⁴⁷ Profit target je předem stanovený cenový bod, při jehož dosažení je vystoupeno z obchodní pozice se ziskem. Blíže se jím budu zabývat v podsekcí 4.1.2.3 (14).

4.1.2.1 Klouzavé průměry

Na křížení dvou klouzavých průměrů stojí základ této strategie. Pro jejich výpočet je zapotřebí rozšířit metodu „Initialize“ o proměnné `self.ma_long` a `self.ma_short`. Těm je přiřazena výstupní hodnota metody `self.SMA` (pokud se jedná o jednoduchý klouzavý průměr), nebo výstupní hodnota metody `self.EMA` (pokud je použit exponenciální klouzavý průměr). Druhý parametr metody definuje počet dní, pro které je hodnota klouzavého průměru vypočítána (zde pro 19 a pro 10 dní).

```
self.ma_long = self.EMA(self.crypto, 19, Resolution.Daily)
self.ma_short = self.EMA(self.crypto, 10, Resolution.Daily)
```

Na začátek metody „OnData“, která se zde volá s periodou jednoho dne, je třeba vložit:

- podmínku zjišťující, zda jsou oba klouzavé průměry již dopočítány za celé stanovené období,
- proměnnou `holdings` určující jednotky investované kryptoměny,
- proměnnou `price`, zjišťující aktuální cenu kryptoměny:

```
if not self.ma_long.IsReady:
    return
holdings = self.Portfolio[self.crypto].Quantity
price = self.Securities[self.crypto].Price
```

V metodě „OnData“ následuje podmínka, která slouží k uskutečnění nákupu nebo prodeje. Je definována následujícími pravidly:

- pokud je klouzavý průměr za krátké období větší než klouzavý průměr za dlouhé období, pak proved' nákup (později v této práci budu tuto část nazývat jako „nákupní podmínka“),
- pokud je klouzavý průměr za krátké období menší nebo roven klouzavému průměru za dlouhé období, pak proved' prodej (později v této práci budu tuto část nazývat jako „prodejní podmínka“),
- v ostatních případech vystup z této metody.

Tato pravidla mohou v kódu vypadat například následovně:

```
if holdings <= 0.01:    #nakupni podminka
    if self.ma_short.Current.Value > self.ma_long.Current.Value:
        self.SetHoldings(self.crypto, 1.0)
elif holdings > 0.01:  #prodejni podminka
    if self.ma_short.Current.Value <= self.ma_long.Current.Value:
        self.SetHoldings(self.crypto, 0)
```

```
else:  
    return
```

Kromě křížení dvou klouzavých průměrů byla rovněž testována úspěšnost strategie při užití pouze jednoho klouzavého průměru, jehož hodnota byla porovnávána s aktuální cenou aktiva. V takovém případě se v podmínce pro nákup i prodej proměnná `self.ma_short.Current.Value` nahradí proměnnou `price`.

Vyhodnocení strategie s klouzavými průměry

Pro nalezení co možná nejoptimálnějšího výsledku byla strategie testována na různých kombinacích parametrů, a to na:

- použití jednoho nebo dvou klouzavých průměrů,
- záměně indikátorů jednoduchého a exponenciálního klouzavého průměru,
- iterativním hledání vhodné kombinace délek klouzavých průměrů.

Nejlepšího výsledku bylo dosaženo křížením dvou exponenciálních klouzavých průměrů o délce 10 a 19 dní (je však přípustné, že je možné najít ještě vhodnější kombinaci těchto parametrů). Pomocí této strategie bylo obchodováno celkem 26krát a 62 % pozic bylo uzavřeno se ziskem. Portfolio se zhodnotilo o 666,9 % (oproti 269,4 % v případě strategie buy and hold). Na konci obchodovaného období byla velikost tohoto portfolia oproti portfoliu předchozímu (buy and hold strategie) více než dvojnásobná – portfolio nyní dosahuje 766 914,09 BUSD. Drawdown se snížil na 32,8 % z původních 53,5 % odpovídajících strategii buy and hold – tedy více než o 20 %. Další ukazatele jsou k dispozici v následující tabulce.

Tabulka 9, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Bitcoin

Strategy	Moving Average Cross
Traded pair	BTCBUSD
Total equity	\$ 766 914,09
Total trades	26
Average loss	-8,7 %
Drawdown	32,8 %
Net profit	666,9 %
Win rate	62,0 %
Total Fees	\$ 12 493,64

Vzhledem k přínosům, které můžeme pozorovat při užití zvolené kombinace technických indikátorů – exponenciálních klouzavých průměrů o délce 10 a 19 dní, je tato strategie použita jako základ vlastního návrhu. V rámci této sekce bude dále popsán její rozvoj.

4.1.2.2 Trailing stop loss

Trailing stop loss je variantou stop loss příkazu, ale na rozdíl od něj omezuje maximální ztrátu, zatímco potenciální zisk je neomezený. Toho je dosaženo tak, že stopová cena (cena, při které se má vystoupit z obchodní pozice) je předem stanovena pevnou částkou nebo procentem pod aktuální úroveň ceny. Pokud aktuální cena v čase vzroste, vzroste současně s ní i stopová cena. Pokud ale aktuální cena v čase klesá, stopová cena zůstává na stávající úrovni. Pokud je tato cena proražena směrem dolů, investiční aktivum je prodáno (14) (18).

V této strategii byl trailing stop loss stanoven procentuální sazbou, aby při spuštění na jiné kryptoměně, jejíž tržní ceny se pohybují v jiném rozmezí, strategie fungovala na stejné bázi.

Úprava prodejní podmínky strategie vychází z principu trailing stop loss. Tato úprava provedena **ve dvou variantách**:

1. prodejní podmínka byla založena pouze na principu trailing stop loss,
2. prodejní podmínka kombinovala trailing stop loss i křížení klouzavých průměrů z předchozí strategie.

V obou variantách je nutné přidat na konec metody „Initialize“ dvě nové proměnné. Do proměnné `self.max_price` bude průběžně ukládána maximální tržní cena investovaného aktiva dosažená od koupě tohoto aktiva, proměnná `self.stop_loss` ukládá zvolenou procentuální hodnotu, o kterou se může tržní cena investovaného aktiva odchýlit od své maximální hodnoty (od proměnné `self.max_price`) směrem dolů. V kódu to může být nadefinováno například následovně:

```
self.stop_loss = 0.09
self.max_price = 0
```

Metoda „OnData“ je pro obě varianty shodně rozšířena o podmínku, která slouží k pravidelné kontrole dosažení případného nového maxima tržní ceny:

```
if self.max_price < price:
```

```
self.max_price = price
```

V nákupní podmínce nově dochází k aktualizaci proměnné `self.max_price`, do které je vložena aktuální cena, za kterou byl uskutečněn nákup kryptoměny. Toto je taktéž shodné pro obě varianty.

```
if holdings <= 0.01:
    if self.ma_short.Current.Value > self.ma_long.Current.Value:
        self.SetHoldings(self.crypto, 1.0)
        self.max_price = price
```

Prodejní podmínka se liší v závislosti na zvolené variantě.

Podmínka příslušící první variantě, která je založena **pouze na principu trailing stop loss**, odpovídá následujícímu tvaru:

```
elif holdings > 0.01:
    if price <= self.max_price * (1 - self.stop_loss):
        self.SetHoldings(self.crypto, 0)
```

Pokud je **trailing stop loss kombinován s křížením klouzavých průměrů**, prodejní podmínka má následující podobu:

```
elif holdings > 0.01:
    if self.ma_short.Current.Value <= self.ma_long.Current.Value
    or price <= self.max_price * (1 - self.stop_loss):
        self.SetHoldings(self.crypto, 0)
```

Vyhodnocení přínosu principu trailing stop loss

Pro nalezení co možná nejlepšího výsledku byly iterativně zaměřovány hodnoty proměnné `self.stop_loss`. Z testovaných hodnot vycházela na použitých datech nejlépe hodnota 9 % (`self.stop_loss = 0.09`). Jinými slovy, pro uskutečnění prodeje musí cena aktiva klesnout o 9 % ze své maximální hodnoty sledované od nákupu aktiva. Následuje vyhodnocení obou zmíněných variant.

1. Varianta prodejní podmínky s principem trailing stop loss

Co se týká ziskovosti a maximálního propadu, byla tato varianta velmi srovnatelná s předchozí strategií, která byla postavená pouze na klouzavých průměrech. Nynější portfolio dosáhlo 758 869,01 BUSD, net profit byl 658,9 %, ziskových bylo 56 % uzavřených pozic a maximální drawdown byl 35,1 %. (Tyto ukazatele v předchozí strategii odpovídaly hodnotám 766 914,09 BUSD pro velikost portfolia, 666,9 % pro net profit, 62 % pro win rate a 32,8 % pro maximální drawdown. Takového výkonu bylo ale

dosaženo pomocí 54 uzavřených obchodů (tedy více než dvojnásobku) s 2,6krát vyššími poplatky, které odpovídaly částce 33 004,75 BUSD. Konkrétní hodnoty sledovaných ukazatelů jsou k dispozici v následující tabulce. Lze shrnout, že užití samotného příkazu trailing stop loss této strategii nepřineslo žádné zásadní pozitivní ani negativní změny.

Tabulka 10, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující trailing stop loss na kryptoměně Bitcoin

Strategy	Trailing stop loss
Traded pair	BTCBUSD
Total equity	\$ 758 869,01
Total trades	54
Average loss	-6,8 %
Drawdown	35,1 %
Net profit	658,9 %
Win rate	56,0 %
Total Fees	\$ 33 004,75

2. Varianta prodejní podmínky kombinující trailing stop loss a křížení klouzavých průměrů

Zkombinování křížení klouzavých průměrů a trailing stop lossu v prodejní podmínce již nepřineslo zlepšení zásadních rozměrů, ale i přes to byla tato strategie na Bitcoinu nejprofitabilnější. Ze všech dosud hodnocených strategií obchodujících Bitcoin tato strategie dosazuje nejvyššího procentuálního zisku ve výši 699,8 %, portfolio bylo zhodnoceno téměř 8krát a průměrná ztráta je dosud na nejnižší úrovni -5,2 %. Maximální drawdown je na 34 % (lepší hodnoty dosahuje pouze strategie využívající samotné klouzavé průměry, a to 32,8 %). Strategie celkem provedla 62 obchodů a z uzavřených pozic bylo 58 % ziskových. Výše zmíněné a další hodnoty znázorňuje tabulka níže.

Tabulka 11, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující jak trailing stop loss, tak křížení klouzavých průměrů na kryptoměně Bitcoin

Strategy	Trailing stop loss and moving average combination
Traded pair	BTCBUSD
Total equity	\$ 799 848,89
Total trades	62

Average loss	-5,2 %
Drawdown	34,0 %
Net profit	699,8 %
Win rate	58,0 %
Total Fees	\$ 35 560,44

4.1.2.3 Profit target a portfolio management

Profit target představuje předem stanovenou cenovou úroveň, při jejíž dosažení je vystoupeno z obchodní pozice se ziskem. Profit target je v praxi používán k řízení rizika a může být stejně jako trailing stop loss definován fixní nebo procentuální částkou (14).

Portál Investopedia definuje pojem **portfolio management** jako umění a vědu o výběru skupiny investic a dohledu nad ní. V těchto investicích mají být zohledněny investorovy dlouhodobé finanční cíle a jeho tolerance k riziku. Součástí portfolio managementu je určování velikosti otevíraných a uzavíraných obchodních pozic (14).

Tyto dva obchodní principy byly zkombinovány při dalším rozšiřování strategie. Takováto úprava sice sníží výkonnost strategie, ale vzhledem k tomu, že část portfolia bude pravidelně uzavírána v zisku, lze očekávat menší propady portfolia.

Úroveň profit targetu je opět stanovena dynamicky pomocí procentuální částky (podobně jako je nastaven trailing stop loss). Metoda „Initialize“ je rozšířena o následující proměnné:

- `self.profit_target` slouží k nastavení procentuální hodnoty, o kterou musí investice vzrůst, aby byla její část prodána se ziskem,
- proměnná `self.portfolio_sell_rate` nastavuje velikost této části investice, která je v zisku prodána,
- proměnná `self.buy_price` slouží pro průběžné ukládání nákupní ceny obchodované kryptoměny,
- proměnná `self.profit_target_sold` nese informaci, zda od doby nákupu již došlo k prodání části portfolia pomocí podmínky uplatňující profit target.

```
self.profit_target = 0.11
self.portfolio_sell_rate = 0.5
self.buy_price = 0
self.profit_target_sold = False
```

V metodě „OnData“ je nákupní podmínka rozšířena o přiřazení hodnoty dvěma nově vytvořeným proměnným:

```
self.buy_price = price
self.profit_target_sold = False
```

Prodejní podmínka v této metodě je rozšířena o následující blok kódu.

```
elif price >= self.buy_price * (1 + self.profit_target) and
self.profit_target_sold == False:
    self.SetHoldings(self.crypto, 1 - self.portfolio_sell_rate)
    self.profit_target_sold = True
```

Vyhodnocení přínosu profit targetu

Pro nalezení co možná nejlepšího výsledku byly iterativně testovány hodnoty proměnné `self.profit_target` a `self.portfolio_sell_rate` (hodnoty těchto dvou proměnných reprezentují první dva sloupce v tabulce níže). První (šedě zvýrazněný) řádek této tabulky zobrazuje hodnoty, které odpovídají předchozí vyhodnocené strategii, využívající křížení klouzavých průměrů a trailing stop loss.

Proměnná `self.portfolio_sell_rate` je nastavena na konstantní hodnotu 0,5, a proto vždy při dosažení zisku dojde k prodeji poloviny investice. Testované hodnoty parametru `self.profit_target` jsou odstupňované od 0,01 do 0,36. Při hodnotách vyšších než 0,36 již nedochází k zmenšení hodnoty maximálního propadu (ukazatele drawdown).

Z dat v tabulce lze vyvodit, že nižší profit target má tendenci redukovat drawdown, avšak také snižuje úroveň výnosů. Naopak vyšší profit target má tendenci více zachovávat původní zisk, ale také nijak neoptimalizovat drawdown. Nejvíce, resp. nejméně vyhovující hodnoty pro drawdown a net profit jsou v tabulce zvýrazněny zelenou, resp. červenou barvou.

Pro vyhodnocení strategie byl použit kompromis, zvýrazněný v tabulce žlutě. Profit target ve výši 0,11 částečně optimalizuje drawdown (o 5,2 % oproti předchozí strategii), ale neredukuje zisky tak zásadně (pouze o 135,2 %).

Tabulka 12, Iterativní hledání optimálního nastavení pro Profit Target

Profit Target	Portfolio Sell Rate	Drawdown	Net Profit	Total Trades
-	-	34,0 %	699,8 %	62
0,01	0,5	25,6 %	283,8 %	83
0,02	0,5	26,1 %	299,3 %	83
0,03	0,5	26,0 %	353,8 %	83
0,04	0,5	25,5 %	333,2 %	82
0,05	0,5	25,2 %	345,5 %	81
0,06	0,5	28,8 %	360,4 %	80
0,07	0,5	28,8 %	411,0 %	79
0,08	0,5	28,8 %	430,2 %	79
0,09	0,5	28,8 %	445,4 %	78
0,10	0,5	28,8 %	508,2 %	78
0,11	0,5	28,8 %	564,6 %	78
0,12	0,5	33,0 %	552,6 %	77
0,13	0,5	33,0 %	587,2 %	77
0,14	0,5	33,0 %	573,5 %	76
0,15	0,5	33,0 %	516,7 %	74
0,16	0,5	33,0 %	495,1 %	73
0,17	0,5	33,0 %	550,8 %	73
0,18	0,5	33,0 %	573,3 %	73
0,19	0,5	33,0 %	584,8 %	72
0,20	0,5	33,0 %	591,6 %	72
0,21	0,5	33,0 %	603,2 %	72
0,22	0,5	33,0 %	621,2 %	72
0,23	0,5	33,0 %	621,2 %	72
0,24	0,5	33,0 %	552,5 %	70
0,25	0,5	33,0 %	579,4 %	70
0,26	0,5	33,0 %	591,9 %	70
0,27	0,5	33,0 %	601,5 %	70
0,28	0,5	33,0 %	626,4 %	70
0,29	0,5	33,0 %	633,5 %	69
0,30	0,5	33,0 %	637,7 %	69
0,31	0,5	33,0 %	657,8 %	69
0,32	0,5	33,0 %	657,8 %	69
0,33	0,5	33,0 %	615,5 %	68
0,34	0,5	33,0 %	638,6 %	68
0,35	0,5	33,0 %	648,6 %	68
0,36	0,5	33,0 %	652,6 %	68

Výsledné ukazatele této strategie odpovídaly hodnotám uvedeným v tabulce níže ve sloupci Profit target. Pro porovnání je zde uveden i třetí sloupec s daty příslušícími strategii buy and hold.

Strategie používající profit target zhodnotila portfolio o 80 % více než buy and hold strategie, portfolio tedy nyní dosáhlo výše 664 634,06 BUSD. Zhodnocení bylo oproti strategii buy and hold více než dvojnásobné (net profit odpovídá 564,6 %) a maximální propad klesl o 24,7 % na hodnotu 28,8 %.

Díky kombinaci podmínek včetně aplikace profit targetu je 72 % pozic uzavřeno jako ziskových. Profit target však oproti předchozí strategii nijak neovlivnil průměrnou ztrátu, která stále zůstává na hladině -5,2 %.

Tabulka 13, Porovnání strategie užívající dva exponenciální klouzavé průměry, trailing stop loss a profit target se strategií buy and hold obchodující kryptoměnu Bitcoin

Strategy	Profit target	Buy and hold
Traded pair	BTCBUSD	BTCBUSD
Total equity	\$ 664 634,06	\$ 369 416,26
Total trades	78	1
Average loss	-5,2 %	0,0 %
Drawdown	28,8 %	53,5 %
Net profit	564,6 %	269,4 %
Win rate	72,0 %	0,0 %
Total Fees	\$ 28 543,84	\$ 99,56

Návrh této strategie, která kombinuje klouzavé průměry, procentuálně nastavený trailing stop loss a profit target, bude následně otestována na out of sample datech altcoinu Solana.

4.1.3 Vyhodnocení reportu z platformy Quantconnect

Výsledný report této strategie aplikované na Bitcoinu je dostupný v příloze 1, Strategy with profit target – BTCBUSD. Tento report byl vygenerován z platformy Quantconnect a informuje o průběhu strategie v čase. Některé grafy jsou následně popsány.

Graf „Cumulative Returns“ přehledně prezentuje, jak portfolio svou hodnotou dokázalo v čase překonat cenu Bitcoinu a jak bylo prodáno aktivum při započítání největších cenových propadů Bitcoinu.

Z grafu „Monthly Returns“ je viditelné, že nejziskovějším měsícem, ve kterém se portfolio zhodnotilo o 29,3 % je leden roku 2021. Celkem 13 měsíců (označených zelenou barvou) je považováno za ziskové. Nejztrátovějším měsícem je květen 2021, ve kterém portfolio kleslo o 12,3 % a 9 měsíců (označených červenou barvou nebo odstíny oranžové) lze považovat za ztrátové. Ostatní (žlutě zbarvené) měsíce dosáhly pouze mírného zisku nebo mírné ztráty, jichž je zde celkem 10.

Další ukazatele jsou dostupné v příloze 1.

4.2 Backtesting strategie out of sample na datech Solany

Out of sample testování je testování strategie na jiném vzorku historických dat, než na jakém byla stavěna. Slouží hlavně pro validování výsledků backtestu provedeného na původních (in sample) datech (2).

V této práci, jejíž cílem bylo navrhnout strategii pro altcoin Solana, bylo zapotřebí použít in sample data jiné kryptoměny, protože Solana má příliš krátkou cenovou historii na to, aby její data byla schopná pokrýt in sample a out of sample testování.

Pro spuštění navržené strategie na vybraných out of sample datech je nutné pouze změnit obchodovaný pár z BTCBUSD na SOLBUSD a změnit počáteční datum strategie z 19. 9. 2019 na 10. 4. 2020.

4.2.1 Vyhodnocení

I přes to, že cenové trendy Solany i Bitcoinu jsou velmi podobné (jak bylo zanalyzováno v rámci fundamentální analýzy Solany v sekci 3.1.4), nelze po tomto otestování jednoznačně říci, že je vhodné stavět strategii na jiném kryptoměnovém titulu, než pro který má v budoucnu sloužit. Solana je oproti Bitcoinu mnohonásobně volatilnější, a proto některé obchodní podmínky v navržené strategii nestačily pohotově reagovat na změny cen.

Následující tabulka prezentuje výsledky navržené strategie ve sloupci Profit target a porovnává je s hodnotami strategie buy and hold v posledním sloupci, jejíž vyhodnocení je také dostupné v podkapitole 3.3.13.3.

Navržená strategie dokázala portfolio zhodnotit přibližně 5krát méně než strategie buy and hold – při backtestu navržené strategie portfolio dosáhlo hodnoty 1 958 678,48 BUSD, oproti 10 042 511,94 BUSD dosažených pomocí buy and hold strategie. Net profit dosahuje 1 858,7 %, což je oproti strategii buy and hold méně než pětina. Pozitivní dopad měla strategie alespoň na maximální drawdown, který klesl o 18,2 %, z hodnoty 74,6 % na 56,4 %.

63 % prodejních obchodů Solany bylo uzavřeno v zisku, na Bitcoinu dokázala tato strategie uzavřít v zisku 72 % prodejních obchodů.

Tabulka 14, Porovnání strategie užívající dva exponenciální klouzavé průměry, trailing stop loss a profit target se strategií buy and hold obchodující kryptoměnu Solana

Strategy	Profit target	Buy and hold
Traded pair	SOLBUSD	SOLBUSD
Total equity	\$ 1 958 678,48	\$ 10 042 511,94
Total trades	127	1
Average loss	-9,9 %	0,0 %
Drawdown	56,4 %	74,6 %
Net profit	1 858,7 %	9 942,5 %
Win rate	63,0 %	0,0 %
Total Fees	\$ 88 709,52	\$ 99,58

Strategie se špatně vypořádala s iniciálním nárůstem ceny Solany z čehož lze vyvodit závěr, že altcoin zabíhající se na kryptoměnovém trhu není vhodný pro automatizovanou strategii. Lépe je zvolit déle běžící, zavedenou a více ustálenou kryptoměnu. Ze závěrů nelze jednoznačně posoudit, jestli je tato strategie vhodná pro budoucí obchodování Solany. Také nelze jednoznačně říci, že i přes podobné cenové trendy (zanalyzované v sekci 3.1.4) je vhodné nastavit parametry strategie na určité kryptoměně a pak strategii aplikovat na jinou kryptoměnu.

Strategie nyní vyžaduje optimalizaci parametrů zvolených indikátorů, opětovný backtest a před případným nasazením na reálný účet je nutné dosáhnout pozitivních výsledků vycházejících z dlouhodobějšího testování na demo účtu.

Přínosné může být separátní otestování každého technického indikátoru zvlášť na historických datech několika kryptoměn. Tím je možné alespoň částečně rozlišit, který z použitých indikátorů lze s větší spolehlivostí použít napříč kryptoměnovými tituly a který byl vyhovující pouze pro Bitcoin. Proto následně budou na Solaně separátně rozebrány implementované indikátory, podobně jako v podkapitole 4.1 na datech Bitcoinu při navrhování strategie.

4.2.1.1 Exponenciální klouzavé průměry

Podoba strategie, která byla nadefinována v podsekcí 4.1.2.1, se po backtestu na datech Solany jeví jako validní metoda. Dvojice exponenciálních klouzavých průměrů s délkami 10 a 19 dní dokázala zhodnotit portfolio více než 200krát, což je 2x více, než se podařilo zhodnotit pomocí buy and hold strategie. I přes to, že ziskových bylo pouze 45 % prodejních obchodů a průměrná ztráta odpovídala -12,5 %. Maximální propad se od pouhého držení Solany zredukoval o 12,3 % na 62,3 %. Více informací poskytuje následující tabulka.

Tabulka 15, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Solana

Strategy	Moving Average Cross
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 20 622 138,11
Total trades	22
Average loss	-12,5 %
Drawdown	62,3 %
Net profit	20 522,1 %
Win rate	45,0 %
Total Fees	\$ 159 856,61

Samotné křížení dvou exponenciálních klouzavých průměrů s délkami 10 a 19 dní se nyní po otestování na datech Bitcoinu a Solany, může potenciálně jevit jako vhodné řešení pro kryptoměny, vyžaduje to však potvrzení na dalších kryptoměnových párech. Nutno podotknout, že tato kombinace délek klouzavých průměrů nebyla v případě Solany

nejvýnosnější nalezenou variantou (o něco lepších výsledků dosahovala například blízká kombinace délek 10 a 18 dní). Svými výsledky je ji ale možné označit za jednu z nejvýnosnějších.

4.2.1.2 Trailing stop loss

V případě užití principu trailing stop loss na tak volatilní kryptoměnu, jako je Solana, se realita rozchází s definicí, která říká, že trailing stop loss určí úroveň maximální přípustné ztráty, ale neovlivní potenciální zisky (18).

To lze doložit v následujícím vyhodnocení dvou variant strategií, které trailing stop loss využívají. Výše parametru trailing stop loss je i zde definována sazbou 9 %, podobně jako tomu bylo u stavby strategie na Bitcoinu.

1. Varianta prodejní podmínky s principem trailing stop loss

Po 100 uzavřených obchodech je portfolio zhodnoceno pouze méně než 5krát a net profit je roven 4 705,7 %. U strategie buy and hold jsou tyto hodnoty více než 2krát vyšší, u křížení exponenciálních klouzavých průměrů více než 4krát vyšší.

Oproti strategii s klouzavými průměry se průměrná ztráta snížila o 1,7 %, maximální propad zvětšil o 6,2 % a podíl ziskových uzavřených obchodů klesl o 3 %.

Nutno podotknout, že v případě velmi dynamické Solany má trailing stop loss i takovou vlastnost, že připravuje investora o výnosy. Přesto lze připustit, že pomocí iterativního zaměňování hodnoty parametru trailing stop loss je možné dojít k lepším výsledkům.

Tabulka 16, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující trailing stop loss na kryptoměně Solana

Strategy	Trailing stop loss
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 4 805 698,29
Total trades	100
Average loss	-10,8 %
Drawdown	66,5 %
Net profit	4 705,7 %
Win rate	42,0 %
Total Fees	\$ 208 990,42

2. Varianta prodejní podmínky kombinující trailing stop loss a křížení klouzavých průměrů

Tato varianta byla sice pozitivně ovlivněna klouzavými průměry, ale pouze mírně. Portfolio se podařilo zhodnotit celkem 6krát a net profit vystoupal na 5 956,3 %. Ostatní hodnoty byly velmi podobné předchozí variantě používající pouze stop loss pro prodej. Další ukazatele prezentuje následující tabulka.

Tabulka 17, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující jak trailing stop loss, tak křížení klouzavých průměrů na kryptoměně Solana

Strategy	Trailing stop loss and moving average combination
Traded pair	SOLBUSD
Total equity	\$ 6 056 302,09
Total trades	104
Average loss	-10,4 %
Drawdown	66,5 %
Net profit	5 956,3 %
Win rate	46,0 %
Total Fees	\$ 219 910,65

4.2.1.3 Profit target

Strategie rozšířená o profit target se shoduje s finální strategií, jejíž vyhodnocení je dostupné začátkem sekce 4.2.1. Zde bude rozebrána hlavně příloha 2, Strategy with profit target – SOLBUSD, vygenerovaný z platformy Quantconnect.

Z grafu „Cumulative Returns“ je patrné, jak portfolio nedokázalo pomocí strategie překonat cenu Solany. Sice bylo aktivum prodáno při započetí největších cenových propadů, tato vlastnost však investora také průběžně připravovala o vyšší zisky.

Z grafu „Monthly Returns“ je možné potvrdit výrazně vyšší volatilitu Solany oproti Bitcoinu, protože procenta ziskových i ztrátových měsíců dosahují výrazně vyšších hodnot.

Další ukazatele jsou dostupné v příloze 2.

4.3 Shrnutí a možnosti dalších optimalizací strategie

Kapitola 4 byla věnována návrhu automatizované strategie obchodující kryptoměny. Strategie pro obchodování Solany byla stavěna na historických datech Bitcoinu, a to z důvodu její relativně krátké existence – Solana je obchodována až od dubna roku 2020.

V rámci fundamentální analýzy bylo zjištěno, že tyto dvě kryptoměny mají podobné trendy cenového vývoje. Proto bylo v rámci stavby strategie otestováno, zda lze strategii obchodující Bitcoin aplikovat i na obchodování Solany, což se ukázalo jako možné pouze u některých indikátorů.

Burza Binance poskytuje pro investice do Bitcoinu (měnový pár BTCUSD) data až od 19. 9. 2019. Proto byla data dostupná pouze pro kratší časové období, což bylo při stavbě strategie značně omezující. I přes to bylo pro Bitcoin možné navrhnout strategii, která překonala strategii buy and hold vyššími zisky, menšími propady a vyšší kontrolou nad investičními riziky. Zpětné testování této strategie na Solaně však nebylo tak úspěšné. Vyhodnocení tohoto backtestu proto bylo zkoumáno detailněji.

V navržené strategii lze nalézt několik míst pro zlepšení a případný další rozvoj. V tomto návrhu byly všechny parametry indikátorů hledány manuálně a iterativně. Tudíž lze předpokládat, že hledání hodnot indikátorů automatizovaně povede k optimálnějším výsledkům.

Možného zlepšení by se dalo dosáhnout pomocí propracovanějšího portfolio managementu – odstupňováním profit targetu a trailing stop lossu. Díky tomu by docházelo k prodeji portfolia po částech podle předem určených podmínek. Stejně tak nákup kryptoměny může být odstupňován a podle předem definovaných podmínek se kryptoměna může nakupovat po menších částkách.

Zajímavé může být posouzení výsledků, jakých by strategie dosahovala pomocí užití jiných technických indikátorů nebo uváženého zahrnutí shortových obchodů⁴⁸. Potenciálním přínosem může také být testování v reálném čase na demo účtu, nebo po pečlivém uvážení na reálném účtu.

⁴⁸ Shortové obchody jsou součástí takových strategií, které spekulují na pokles ceny aktiva. Jedná se o pokročilé strategie, a proto by je měli provádět pouze zkušení obchodníci a investoři (14).

4.4 Praktické využití strategie, cílové skupiny

Tato diplomová práce nebyla koncipována pro potřeby konkrétní analyzované společnosti. Přínosem může být pro cílové skupiny, jež lze charakterizovat některými z následujících vlastností:

- zajímají se o investice do alternativních aktiv,
- disponují s volným kapitálem, který mají v plánu zhodnocovat v delším časovém horizontu,
- volný kapitál, kterým disponují, nedosahuje takové výše, aby s ním bylo možné vytvořit např. vyvážené akciové portfolio⁴⁹,
- rozhodli se zajistit proti investičnímu riziku diverzifikací portfolia,
- samotné držení nebo pravidelné nakupování kryptoměn považují za příliš rizikové a chtějí být proti tomuto riziku alespoň zčásti zajištěni,
- tradiční investování považují za málo výnosné a alespoň část portfolia chtějí investovat dynamičtěji, vědomi si souvisejícího rizika.

Těmito cílovými skupinami mohou být investiční fondy, firmy i podnikající či nepodnikající fyzické osoby. Každý z těchto subjektů by měl případné nasazení strategie na reálný účet pečlivě zvážit, obchodovat pouze na vlastní zodpovědnost a brát v potaz legislativu konkrétního státu, ve kterém je rezidentem, nebo ve kterém se nachází sídlo fondu nebo společnosti. Minulé výnosy nikdy nejsou stoprocentní zárukou výnosů budoucích. Proto je zde stejně jako na všech ostatních volatilních trzích doporučeno riskovat pouze takový kapitál, o který si investor může dovolit přijít, ze začátku obchodovat pouze s malými částkami a eliminovat obchodování pod vlivem emocí.

⁴⁹ Kryptoměnové obchody zpravidla nejsou omezeny na celé mince. Minimální velikost obchodu na krypto burzách se běžně pohybuje kolem několika málo desítek amerických dolarů, záleží však na konkrétním měnovém páru (4).

Závěr

V této diplomové práci jsem se zabývala jak kryptoměnami, tak klasickými finančními trhy, a přiblížila možnosti, jak tyto dvě oblasti zkombinovat ve prospěch investora.

V teoretické části byly představeny kryptoměny z pohledu technického, historického, obchodního a částečně i filozofického. Rovněž byly vymezeny finanční trhy, nástroje pro analýzu trhu a jejich možnou aplikaci na kryptoměny, a dále základní pojmy a principy automatizovaného investování.

Analytická část byla zaměřena na tři oblasti: zpracování fundamentální analýzy kryptoměny Solana, představení datasetů platformy Quantconnect poskytujících historická data kryptoměn a zhodnocení, zda existující strategie navržené i pro jiná aktiva znamenají přínos pro kryptoměnové trhy.

V návrhové části byl popsán proces stavby automatizované investiční strategie pomocí platformy Quantconnect. Prováděné změny byly průběžně analyzovány a výsledky reportovány. In sample data představovala data Bitcoinu, jako out of sample data posloužila data Solany. Použité ukazatele technické analýzy byly testovány separátně i ve vzájemné kombinaci a bylo posouzeno, jak tyto ukazatele reagují při změně vstupních dat.

Rovněž byly popsány možnosti dalšího rozvoje tohoto typu strategie. Závěrem byly definovány charakteristiky možných cílových skupin, pro něž nasazení této automatizované strategie obchodující kryptoměny může být přínosem.

Seznam použitých zdrojů

- (1) Solana – Fundamental Analysis. *Altlift* [online]. 23.11.2021 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.altlift.cz/en/solana-fundamental-analysis/>
- (2) Out-of-sample testování a optimalizace v TradeStation. *AOS trading* [online]. [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: <https://aostrading.cz/out-of-sample-testovani-optimalizace-tradestation/>
- (3) BARSBY, Oliver. Solana Roadmap: What New Updates Are Coming To Solana?: What's in store for Solana?. *Gfinity* [online]. 10. 3. 2022 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.gfinitysports.com/cryptocurrency/solana-roadmap-new-updates-sol-mainnet-full-release-date-latest-news/>
- (4) *Binance* [online]. [cit. od 2022-01-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.binance.com/>
- (5) BRČÁK J. a B. SEKERA. Mikroekonomie. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010. 261 s. ISBN 978-80-7380-280-6.
- (6) Co je obchod?. *Capital.com* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://capital.com/cs/obchod-definice>
- (7) *CoinAPI* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.coinapi.io/>
- (8) *CoinDesk* [online]. [cit. od 2022-03-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.coindesk.com/>
- (9) *CoinMarketCap* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://coinmarketcap.com/>
- (10) What Is Python Used For? A Beginner's Guide. *Coursera* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://www.coursera.org/articles/what-is-python-used-for-a-beginners-guide-to-using-python>
- (11) DVOŘÁK, Roman. *Trading strategie*. Brno: Computer Press, 2008, 140 s. ISBN 978-80-251-2240-2.
- (12) Python knihovny pro každého. *Engeto* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://engeto.cz/blog/programovani/python-knihovny-pro-kazdeho/>
- (13) *Finex.cz* [online]. [cit. od 2022-01-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://finex.cz/>
- (14) *Investopedia* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/>

- (15) KALISKÝ, Boris. *Bitcoin a ti druzí*. Praha: IFP Publishing, 2018, 133 s. ISBN 978-80-87383-71-1.
- (16) KATOCH, Paras. Solana Crypto Partnerships | The Rise of Solana Ecosystem. *Katoch Tubes: Learn Adapt Grow* [online]. 2022-05-02 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://katochtubes.com/cryptocurrency/solana-partnerships>
- (17) LÁNSKÝ, Jan. *Kryptoměny*. Praha: C. H. Beck, 2018, 160 s. ISBN 978-80-7400-722-4.
- (18) *Lynx* [online]. [cit. od 2022-01-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.lynxbroker.cz/>
- (19) Solana – Fundamental Analysis. *Messari* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://messari.io/asset/solana/profile/roadmap>
- (20) NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [online]. [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- (21) What is open source?. *Opensource.com* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://opensource.com/resources/what-open-source>
- (22) Co jsou ETF. *Patria.cz* [online]. [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.patria.cz/fondyderivaty/etf/popis.html>
- (23) PETŘÍK, Tomáš. *1 bitcoin za 10 milionů dolarů*. Brno: Tribun EU, 2020, 155 s. ISBN 978-80-263-1626-8.
- (24) #229 – Můj, jenom můj!. *Portu* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.portu.cz/newsletter/229-muj-jenom-muj>
- (25) *Quantconnect* [online]. [cit. od 2022-01-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.quantconnect.com/>
- (26) REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4. vydání. Praha: Grada Publishing, 2014, 760 s. ISBN 978-80-247-3671-6.
- (27) Top 10 Python Libraries For Data Science for 2022. *Simplilearn* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://www.simplilearn.com/top-python-libraries-for-data-science-article>
- (28) *Solana* [online]. [cit. od 2022-03-01 do 2022-04-30]. Dostupné z: <https://solana.com/>
- (29) *Solana: A new architecture for a high performance blockchain v 0.8.13* [online]. 32 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://solana.com/solana-whitepaper.pdf>
- (30) Binance – kryptoměnová burza, návod, recenze, Binance Coin (BNB), Binance DEX, kde nakoupit altcoiny. *Tradecz* [online]. 11. 3. 2021 [cit. 2022-01-09].

Dostupné z: <https://www.tradecz.cz/binance-kryptomenova-burza-navod-recenze-binance-coin-bnb-binance-dex-kde-nakoupit-altcoiny/>

- (31) Trolling, zbraň proti dialogu. *Transparency International* [online]. 14. 01. 2020 [cit. 2022-01-13]. Dostupné z: <https://www.transparency.cz/trolling-zbran-proti-dialogu/>
- (32) StrategyLab 2021 - AOS kurz. *Trhy.cz* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://trhy.cz/aos/>
- (33) VisaNet | Síť elektronických plateb. *Visa* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.visa.cz/o-spolecnosti-visa/visanet.html>

Seznam grafů

Graf 1, Historie cen Bitcoinu v USD od 29. 4. 2013 do 23. 4. 2022 (9)	28
Graf 2, Historie cen Bitcoinu v USD od 29. 4. 2013 do 31. 12. 2016 (9)	28
Graf 3, Historie cen Solany v USD od 10. 4. 2020 do 25. 3. 2022 (9).....	51
Graf 4, Historie cen Bitcoinu v USD od 10. 4. 2020 do 25. 3. 2022 (9)	52

Seznam obrázků

Obrázek 1, Členění finančního trhu, převzato a upraveno (26).....	15
Obrázek 2, Brokeři a burzy podporované platformou QuantConnect (25)	45

Seznam tabulek

Tabulka 1, Srovnání cenových a objemových hodnot Bitcoinu a Solany ke dni 25. 3. 2022 (9).....	52
Tabulka 2, Datasetsy platformy Quantconnect poskytující data kryptoměn, dostupné ke dni 25. 3. 2022 (25).....	56
Tabulka 3, Měnové páry datasetu Binance obsahující Solanu (25).....	57
Tabulka 4, Vyhodnocení strategie buy and hold na kryptoměně Solana.....	59
Tabulka 5, Vyhodnocení strategie s jedním klouzavým průměrem na kryptoměně Solana	61
Tabulka 6, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Solana	63
Tabulka 7, Vyhodnocení strategie s principem stop loss a ukazatelem ATR na kryptoměně Solana	66
Tabulka 8, Vyhodnocení buy and hold strategie na kryptoměně Bitcoin.....	68
Tabulka 9, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Bitcoin.....	70
Tabulka 10, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující trailing stop loss na kryptoměně Bitcoin.....	73
Tabulka 11, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující jak trailing stop loss, tak křížení klouzavých průměrů na kryptoměně Bitcoin.....	73
Tabulka 12, Iterativní hledání optimálního nastavení pro Profit Target.....	76
Tabulka 13, Porovnání strategie užívající dva exponenciální klouzavé průměry, trailing stop loss a profit target se strategií buy and hold obchodující kryptoměnu Bitcoin.....	77
Tabulka 14, Porovnání strategie užívající dva exponenciální klouzavé průměry, trailing stop loss a profit target se strategií buy and hold obchodující kryptoměnu Solana.....	79

Tabulka 15, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry na kryptoměně Solana	80
Tabulka 16, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující trailing stop loss na kryptoměně Solana.....	81
Tabulka 17, Vyhodnocení strategie se dvěma exponenciálními klouzavými průměry a s prodejní podmínkou obsahující jak trailing stop loss, tak křížení klouzavých průměrů na kryptoměně Solana	82

Seznam příloh

Příloha 1, Strategy with profit target – BTCBUSD, vlastní zpracování pomocí platformy Quantconnect (25)

Příloha 2, Strategy with profit target – SOLBUSD, vlastní zpracování pomocí platformy Quantconnect (25)