

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

Evidenčné číslo: 103004/B/2022/36124048423065860

Obchodovanie pomocou algoritmov na burze

Bakalárska práca

2022

Branislav Nociar

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
NÁZOV FAKULTY

Obchodovanie pomocou algoritmov na burze

Bakalárska práca

Študijný program: Hospodárska informatika
Študijný odbor: informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci záverečnej: Ing. Mária SZIVÓSOVÁ, PhD.

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem , že bakalársku prácu s názvom : Obchodovanie na burze pomocou algoritmov som vypracoval samostatne , na základe konzultácií , mojich vedomostí a štúdia odbornej literatúry.

Dátum:

.....
Branislav Nociar

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcel poďakovať mojej školiteľke Ing. Márií Szivósovej, PhD. za rozšírenie mojich obzorov, ľudský prístup a veľkú trpezlivosť pri vytváraní tejto práce.

ABSTRAKT

NOCIAR, Branislav: Obchodovanie na burze pomocou algoritmov. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra aplikovanej informatiky. – Ing. Mária Szivósová, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2022, 55 s.

Cieľom bakalárskej práce je spresniť problematiku obchodovania na burze pomocou algoritmov. Práca prinesie všeobecný prehľad obchodovania na burze s užšou špecifikáciou na automatické obchodné systémy . Výsledkom práce bude popis, porovnanie a testovanie rôznych automatických obchodných systémov na burze, opísať ich možnosti a využitie a uviesť konkrétne príklady. Algoritmy budú testované na historických dátach. Práca prinesie prehľad obchodovania pomocou algoritmov zameraných na súvis vlastností prostredia a diverzity v obchodnom svete.

Kľúčové slova: Investovanie, špekulácia, cenné papiere, burzy, algoritmické obchodovanie.

ABSTRACT

NOCIAR, Branislav: Algorithmic trading on the stock exchange. –University of Economics. Faculty of Economic Informatics; Department of Applied Informatics. – Supervisor: Ing. Mária Szivósová, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2022, 55 pages.

The aim of the bachelor thesis is to specify the issue of trading on the stock exchange using algorithms. The work will provide a general overview of stock trading with a narrower specification for automated trading systems. The result of the work will be a description, comparison and testing of various automated trading systems on the stock exchange, describe their possibilities and use and give specific examples. Algorithms will be tested on historical data. The work will provide an overview of trading using algorithms focused on the relationship between the characteristics of the environment and diversity in the business world.

Keywords: Investing, trading, equities, stock exchanges, algorithmic trading.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Úvod..... | 9 |
| 1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí | 11 |
| 1.1 Investovanie a špekulácia..... | 11 |
| <i>1.1.1 Investovanie.....</i> | <i>11</i> |
| <i>1.1.2 Špekulácia</i> | <i>11</i> |
| 1.2 Cenné papiere..... | 12 |
| <i>1.2.1 Akcie a dlhopisy.....</i> | <i>12</i> |
| <i>1.2.2 Druhy akcií.....</i> | <i>13</i> |
| 1.3 Trh cenných papierov | 15 |
| <i>1.3.1 Sekundárne trhy cenných papierov</i> | <i>16</i> |
| <i>1.3.2 Verejné sekundárne organizované trhy</i> | <i>16</i> |
| 1.4 Ako sa akcie obchodujú | 19 |
| 1.5 Obchodovanie s akciami a typy príkazov..... | 21 |
| <i>1.5.1 Trhové a Limitné príkazy</i> | <i>22</i> |
| <i>1.5.2 Stop príkazy.....</i> | <i>23</i> |
| <i>1.5.3 Iné typy príkazov</i> | <i>25</i> |
| <i>1.5.4 Marginálne obchodovanie</i> | <i>25</i> |
| 1.6 Býky a medvede..... | 25 |
| 1.7 Volatilné akcie | 27 |
| <i>1.7.1 Ako nájsť najviac volatilné akcie</i> | <i>27</i> |
| 1.8 Algoritmické obchodovanie | 29 |
| <i>1.8.1 Výhody algoritmického obchodovania</i> | <i>30</i> |
| 2 Cieľ a metodika práce | 31 |
| 3 Výsledky práce | 32 |
| 3.1 Predstavenie vývojového prostredia..... | 32 |
| 3.2 Technické indikátory | 35 |
| 3.3 Obchodné stratégie využívané pri algoritmickom obchodovaní | 38 |
| 3.4 Porovnanie obchodných algoritmov..... | 42 |
| <i>3.4.1 Algoritmus založený na nasledovaní trendu</i> | <i>42</i> |
| <i>3.4.2 Algoritmus založený na arbitrážnych príležitostiach</i> | <i>45</i> |
| <i>3.4.3 Algoritmus na základe časového rozsahu</i> | <i>47</i> |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.4 Sumarizácia výsledkov..... | 49 |
| Záver..... | 50 |
| Zoznam použitej literatúry | 52 |

Úvod

Ako pre každého cieľavedomého mladého človeka, študujúceho na vysokej škole je aj pre mňa kariérny úspech a bohatstvo jedným z hlavných cieľov mojej cesty životom. V živote samozrejme existujú aj dôležitejšie veci ako peniaze a majetok, no myslím, že asi každý sa aspoň raz už zamyslel nad tým, aké by bolo byť majetným človekom bez starostí bežných ľudí, ktorého jediné problémy by boli otázky ako „na ktorom aute sa pôjdem dnes previesť?“ Alebo či pôjde na dovolenku na Bali alebo do Dubaja. Nanešťastie dosiahnuť veľkého bohatstva a užívať si život v luxuse sa podarí len málokomu.

Kým sme mladí, máme chuť, odvahu a energiu púšťať sa do riskantnejších príležitostí s potenciálom vyšších ziskov. No postupom času s príchodom rodiny a záväzkov sme poväčšine nútení riskovať menej a tieto príležitosti vymeniť za stabilnejšie, čím sa nám vidina bohatstva pomaly ale isto vzdáľuje. Preto som si za cieľ svojej bakalárskej práce zvolil rozpracovať tému obchodovania na burze za použitia algoritmov.

Burza je jedným z najviac nepredvídateľných a najriskantnejších miest, kde človek môže pomerne rýchlo zbohatnúť, no ak si nedá pozor veľkí hráči na burze ho „zhltnú“ a príde o svoje ťažko zarobené peniaze. Burza je miesto, kde každý deň sa zobchodujú miliardy dolárov a práve preto je to výborné miesto na to aby sme si z tých miliárd „ukrojili“ trošku aj my.

V minulosti bolo obchodovanie na burze práca ako každá iná. Ľudia prišli ráno do práce a tam nakupovali a predávali akcie s cieľom neskôr ich predať alebo nakúpiť výhodnejšie a zarobiť na tom. S príchodom nových technológií a digitalizácie, môže dnes na burze obchodovať každý, kto má založený obchodný účet u burzového makléra. Obchodovať môžeme z ľubovoľného miesta na Zemi za podmienky, že máme prístup na internet. Táto skutočnosť sprístupnila burzu aj programátorom, ktorí navrhli rôzne algoritmy obchodujúce automaticky a bez nutnej prítomnosti človeka, čím sa zredukuje ľudský faktor a emócie, ktoré sú pri obchodovaní nežiadúce.

V prvej kapitole sa pozrieme bližšie na burzy a ich fungovanie, porovnáme si investovanie a špekuláciu, špecifikujeme si rôzne typy dlhodobých a krátkodobých cenných papierov a nazrieme aj do algoritmického obchodovania. Druhá kapitola je zameraná na hlavný cieľ bakalárskej práce a taktiež určenie parciálnych cieľov, ktoré sú

dôležité k naplneniu hlavného cieľa. V tretej kapitole sa budeme venovať plneniu nami zadaných cieľov.

1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Nasledujúca časť práce obsahuje teoretické informácie pre pochopenie fungovania kapitálového trhu, trhu cenných papierov, akciového trhu, obchodovania s akciami, obchodných príkazov a algoritmického obchodovania. Cieľom tejto časti práce je priblíženie teoretických znalostí z našej problematiky tak, aby boli pre čitateľa dostatočne vysvetlené a postačili mu k pochopeniu teoretickej časti práce.

1.1 Investovanie a špekulácia

1.1.1 Investovanie

„Pod pojmom investovanie chápeme umiestnenie kapitálu alebo peňazí do podnikateľského úsilia s cieľom získať dodatočný príjem alebo zisk“ [1]. Pod slovným spojením podnikateľské úsilie si môžeme predstaviť naše podnikanie, projekty a investičné nehnuteľnosti ,a taktiež podnikanie druhých osôb alebo firiem. Keď investujeme do nejakého projektu alebo firmy, naše peniaze môžu byť použité na zvýšenie hodnoty a vylepšenie danej firmy. Zo základnej ekonomickej teórie vieme, že základným cieľom podnikania je dosahovať zisk a kumulovať svoj majetok. Ak je ekonomika v expanzii a na trhu je dostatočný dopyt, investor má veľký predpoklad výrazne zhodnotiť svoj kapitál. Investovať môžeme do rôznych aktív ako napríklad akcie, dlhopisy, komodity alebo v poslednej dobe veľmi populárne kryptomeny. Odborníci odporúčajú investovať v dlhodobých horizontoch, teda 5 a viac rokov. Pri takomto časovom horizonte je vysoká pravdepodobnosť že na našej investícii neprerobíme ale dosiahneme slušné zhodnotenie nášho kapitálu.

1.1.2 Špekulácia

Špekulácia je činnosť, ktorá je často, možno aj nesprávne, prirovnávaná k hazardu. Špekulanti nakupujú s vierou že to čo nakúpili, v krátkom časovom horizonte predajú za vyššiu cenu. Špekulanti sa nezaujímajú o projekty, výskum, vývoj alebo biznis plán. Ide im len o to aby výhodne nakúpili a neskôr predali so ziskom. Špekulatívne obchodovanie alebo „trading“ je však spojený s veľkým rizikom. Mnohí neskúsení obchodníci sa nechajú nalákať vidinou rýchleho zbohatnutia pomocou špekulatívneho obchodovania, no často sa stáva, že prídu o svoj kapitál. Investičný maklér XTB uvádza, že na 77% obchodných účtoch malých investorov a obchodníkov dochádza k finančným stratám.[2]

Zatiaľ čo investori sa zaujímajú o procesy v podnikoch do ktorých investujú v dlhšom časovom horizonte, špekulanti sa zaujímajú len o samotnú cenu a počítajú s rýchlejšim zárobkom. [31]

1.2 Cenné papiere

1.2.1 Akcie a dlhopisy

Čo sú to vlastne akcie? Akcia je cenný papier, ktorý je dôkazom toho, že jeho majiteľ je akcionár, to znamená že vložil určitý kapitál do akciovej spoločnosti.[3] Kúpou takéhoto cenného papiera pri jeho vydaní akciou spoločnosťou (eminent) jej investor poskytuje základné imanie a stáva sa spolujemajiteľom tejto spoločnosti. S akciami možno obchodovať na sekundárnych trhoch, ktoré nazývame burzy. Akcionár má právo na rozdeľovaný zisk (dividendy), likvidačný zostatok a aj na riadenie firmy zúčastnením sa na valnom zhromaždení. Akcionári pri dosiahnutí straty alebo zbankrotovania spoločnosti ručia len svojím vkladom. To znamená, že ak spoločnosť zbankrotuje a sudca nariadi predaj celého majetku spoločnosti, nezahŕňa to osobný majetok akcionárov. Rovnako, ak zbankrotuje akcionár spoločnosti, tak akcionár nemôže predať majetok spoločnosti aby splatil svoje dlhy.

Ak vlastníme 33% akcií konkrétnej akciovej spoločnosti, nemôžeme tvrdiť, že vlastníme tretinu akciovej spoločnosti. Po správnosti môžeme tvrdiť že vlastníme 100% tretiny akcií danej spoločnosti.[4] Akcionár nemôže spoločnosťou, ani s jej majetkom zaobchádzať podľa jeho ľubovôle. Akcionár nemôže prísť do firmy zobrat' si tlačiareň a odísť s ňou, pretože tá tlačiareň je majetkom akciovej spoločnosti nie akcionára. Na tomto príklade môžeme vidieť oddelenie kontroly a vlastníctva.

V prípade že vlastníme väčšinu podielov spoločnosti, máme dostatočnú hlasovaciu silu na to, aby sme určovali smerovanie spoločnosti pomocou vymenovania predstavenstva, ktoré vyhovuje našim predstavám. V mnohých prípadoch sa stáva, že spoločnosť A kúpi spoločnosť B tak, že od viacerých akcionárov odkúpi dokopy 51% podielov spoločnosti B čím spoločnosť A získa kontrolu nad spoločnosťou B. Samozrejme spoločnosť A nekupuje majetok spoločnosti B ale získava väčšinu na valnom zhromaždení a teda si môže dosadiť do firmy B vlastných manažérov, riaditeľov alebo aj vymeniť generálneho riaditeľa.

V predchádzajúcom príklade sme si ukázali príklad ako medzi sebou bojujú obchodní giganti. No pre malého investora držiaceho akcie spoločnosti je podstatné to, že má právo na podiel zo zisku spoločnosti. Čím viac akcií akcionár vlastní, tým väčšie sú dividendy. Často sa stáva že akciové spoločnosti nevyplatia dividendy ale svoje zisky investujú znovu do spoločnosti, čo sa odrazí na cene akcií tejto firmy.

Akciové spoločnosti emitujú (vydávajú) akcie za účelom získania finančných prostriedkov/kapitálu, ktoré sú použité na rast spoločnosti či realizáciou nových projektov. Akcie však nie sú jedinou možnosťou ako získať kapitál. Spoločnosť si môže požičať peniaze priamo od banky ako pôžičku alebo vydaním dlhopisov. Vlastnosti akcií a dlhopisov sú odlišné. Držitelia dlhopisov sú veritelia spoločnosti. To znamená že majú nárok na dlh a na úrok z neho. Predaj dlhopisov môžeme prirovnať k úveru, no v tomto prípade je veriteľom investor. V prípade bankrotu majú veritelia zo zákona výhodu nad akcionármi, veritelia sú z likvidácie vyplácaní pred akcionármi. Pri likvidácii akciovej spoločnosti sú akcionári vyplatení ako poslední, čo znamená že často nedostanú nič. Z tohto pohľadu môžeme povedať, že akcie prinášajú vyššiu mieru rizika ako dlhopisy.

Nevýhodou dlhopisov je nižší zisk. Veritelia dosahujú na rozdiel od akcionárov právo len zisk z úrokov, ktoré sú vopred určené na dlhopise, pričom zisk akcionárov sa určuje ja základe ziskov spoločnosti, ktoré sa „hypoteticky, môžu časom zvyšovať“. Pre porovnanie priemerný ročný výnos akciového indexu S&P 500 od jeho založenia je 10% a od roku 2008 je výnos 16% p.a. Zatiaľ čo priemerné výnosy z dlhopisov sa pohybujú okolo 5% p.a. [5]

1.2.2 Druhy akcií

Pri založení spoločnosti sú jedinými akcionármi zakladatelia alebo skorí investori. Ak má spoločnosť dvoch zakladateľov a dvoch skorých investorov, tak každý z nich môže vlastniť jednu štvrtinu akcií spoločnosti, ak nie je uvedené v zakladateľskej listine inak. Napredovanie spoločnosti vyžaduje investície, a investície vyžadujú kapitál. Následkom toho je, že spoločnosť sa môže rozhodnúť emitovať viac akcií ďalším investorom, čo vo znamená zníženie percentuálneho podielu akcií pôvodných zakladateľov. Kým spoločnosť nevstúpi na burzu, považujeme ju za súkromnú. Pri akciách súkromných/privátnych spoločností platí, že akcie sú málo likvidné a akcionárov spoločnosti je taktiež málo.

Keď sa spoločnosti darí a prosperuje, po istom čase prichádza obdobie kedy investori, ktorí investovali svoj kapitál v rannom štádiu, začnú predávať svoje akcie aby speňažili svoje zisky zo svojich investícií do spoločnosti. Spoločnosť môže potrebovať väčší kapitál ako môžu ponúknuť doterajší akcionári. V tomto štádiu môže privátna spoločnosť pristúpiť k počiatočnej verejnej ponuke, emitovať ďalšie akcie a získať kapitál od verejných investorov[6]. Týmto krokom sa privátna spoločnosť stáva verejnou. Okrem privátneho a verejného rozlíšenia existuje aj rozdelenie akcií na bežné a preferované akcie.

Bežné akcie

Zvyčajne keď hovoríme o akciách, máme na mysli bežné akcie. Pretože väčšina emitovaných akcií sú práve bežné akcie. Ak akcionár vlastní bežné akcie spoločnosti, znamená to, že akcionár má nárok na dividendy a taktiež hlasovacie právo na valných zhromaždeniach. Investori väčšinou získajú jeden hlas na za jednu akciu, vďaka ktorému majú možnosť nepriamo zasahovať do chodu spoločnosti.

Z dlhodobého hľadiska sú bežné akcie podstatne výkonnejšie ako iné cenné papiere. Potenciál vyššieho zisku, však prináša aj vyššie riziko, čo v tomto prípade znamená, že ak by došlo k bankrotu spoločnosti bežní akcionári pri likvidácii stoja na konci radu za veriteľmi a preferovanými akcionármi.[7]

Preferované akcie

Podobne ako dlhopisy, tak aj preferované akcie neobsahujú hlasovacie právo. Tento typ akcií zabezpečuje akcionárovi garantované a pevne stanovené dividendy. Od preferovaných akcií sa tie bežné odlišujú tým, že bežné akcie majú variabilné dividendy, ktoré nie sú nikdy garantované. V prípade likvidácie sú preferovaní akcionári, ako už z názvu vyplýva, pred bežnými akcionármi, ale stále za veriteľmi. Preferované akcie môže spoločnosť od akcionárov odkúpiť za vyššiu cenu bez udania dôvodu a bez súhlasu držiteľa preferovaných akcií.

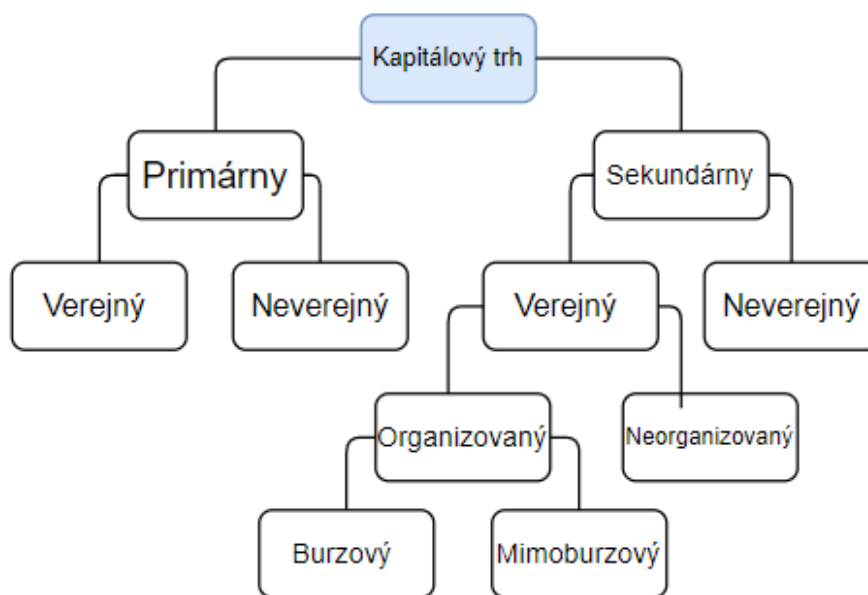
Bežné a preferované akcie sú základné formy akcií. Spoločnosti môžu vytvárať aj triedy akcií so špeciálnymi charakteristikami. Tieto špeciálne triedy väčšinou zvýhodňujú držiteľov týchto akcií. Hlavným zámerom môžu byť vyššie dividendy pre danú triedu alebo aj koncentrovanie hlasovacej moci. Môže sa stať, že jedna trieda akcií dostane napr. 5 hlasov na jednu akciu a druhá početnejšia trieda akcionárov obdrží len jeden alebo žiaden hlas na valnom zhromaždení.

V prípade viacerých tried akcií sú dané triedy zvyčajne označované písmenami abecedy. Ako príklad si môžeme uviesť spoločnosť miliardára Warrena Buffetta, Berkshire Hathaway, s dvoma triedami akcií reprezentovanými písmenom za symbolom ticker-u: „BRK.A, BRK.B“[7]. Spoločnosť JP Morgan taktiež využíva podobné označenie, no táto spoločnosť má okolo 50 tried akcií[8]. Toto číslo je však premenlivé v čase.

1.3 Trh cenných papierov

Trh cenných papierov je miesto, kde sa stretávajú predajcovia a kupujúci. Na tomto mieste sa obchodujú cenné papiere, ktorých splatnosť je menšia ako rok (šeky, zmenky) a taktiež cenné papiere ktorých splatnosť je dlhodobá, niekedy aj na dobu neurčitú (dlhopisy, akcie).

Obrázok 1: Základné rozdelenie kapitálového trhu (Zdroj: vlastné spracovanie)



Základné rozdelenie trhu je na primárny a sekundárny. Keď sa na trhu obchoduje s cennými papiermi ktoré boli práve emitované a kupujeme ich od spoločnosti ktorá ich vydala hovoríme o primárnom trhu. Na primárnych trhoch obchodujú medzi sebou priamo spoločnosti a investori. Na sekundárnom trhu sa cenné papiere obchodujú cez burzového makléra. Do obchodovania na sekundárnych trhoch už spoločnosť ktorá emitovala dané cenné papiere už nevstupuje. Na týchto trhoch sa obchoduje s cennými papiermi, ktoré už mali aspoň jedného majiteľa. Z toho nám vyplýva, že na sekundárnom trhu sú predávajúcimi a kupujúcimi výhradne investori. Na verejných sekundárnych trhoch sa

môže zúčastniť ktokoľvek kto disponuje nejakým kapitálom. To naznačuje že dopyt je zvyčajne veľký a preto sa zvyšuje aj cena ponúkaných akcií. Na neverejných trhoch sa uzatvárajú zmluvné obchody, čím je cena stanovená. Predmetom tejto práce je obchodovanie na burzách, preto nás bude zaujímať verejný sekundárny trh.

1.3.1 Sekundárne trhy cenných papierov

Ako už bolo spomenuté, na sekundárnych trhoch sa kupujú a predávajú cenné papiere, ktoré boli uvedené na trh už skôr. Funkcia sekundárneho trhu je určovanie trhových cien cenných papierov a zabezpečovanie ich likvidity, čo zjednodušuje investorom predaj cenných papierov za peniaze, dosahovať zisk, čo ich motivuje k ďalším investíciám.

Obchodovanie s dlhodobými cennými papiermi je na sekundárnom trhu z hľadiska objemu oveľa rozsiahlejšie ako na primárnom z dôvodu toho, že sa tu opakovane obchodujú cenné papiere, zatiaľ čo na primárnom trhu sa môžu obchodovať len raz. Pri krátkodobých cenných papieroch je to však iné. Tu vzhľadom k ich krátkodobej životnosti sú objemy obchodov realizovaných na primárnom trhu výrazne vyššie.

Na verejných sekundárnych trhoch sa obchoduje s akciami verejných spoločností. Na týchto trhoch obchodujú medzi sebou len aktuálni akcionári danej firmy, ktorý chcú svoje akcie predat, a záujemcovia, ktorí ich chcú kúpiť. Tieto trhy môžeme ďalej členiť na: Verejné sekundárne organizované trhy a verejné sekundárne neorganizované trhy.

1.3.2 Verejné sekundárne organizované trhy

Na verejných sekundárnych finančných trhoch pôsobia inštitúcie rozdelené na dve kategórie:

- Burzy
- Organizované mimoburzové trhy

Burzy ako aj organizované mimoburzové trhy majú formu akciovej spoločnosti. Ich podnikateľskou činnosťou je agregácia ponuky a dopytu obchodovaných investičných

produktov, párovanie objednávok a následné zabezpečenie a vykonávanie obchodných príkazov. Tieto činnosti prispievajú k tvorbe trhových cien a k zvýšeniu likvidity trhu.[9]

Charakteristickou črtou búrz je vysoko organizovaná forma obchodovania. Vzhľadom na to burzy ako inštitúcie majú mnoho špecifických črt:

- **Obchodovanie na burze je založené na princípe obojstrannej aukcie.**

Je to spôsob obchodovania s vysokou mierou organizovanosti. Taktiež umožňuje účastníkom obchodovanie meniť obchodné príkazy za chodu.

- **Burza na svoju prevádzku potrebuje špeciálnu licenciu**

Ide o burzovú licenciu, ktorá je vydávaná regulátorom.

- **Jednotlivé druhy burzových obchodov sú presne stanovené**

Licencia musí obsahovať presne stanovené činnosti burzy. Musí byť určené, s akými finančnými produktami môže burza obchodovať a aké druhy obchodov môže vykonávať.

- **Predmety obchodu sa na burzách fyzicky nenachádzajú**

Na burze sa obchodujú len zastupiteľské predmety. Tieto predmety možno vymeniť za reálne. To znamená, že keď si na burze kúpime jednu uncu zlata nepríde nám poštou zlato fyzické, ale budeme mať doklad o tom, že sme vlastníkami jednej unci zlata.

- **Obchodovania na burze sa môžu zúčastniť len na to určené osoby**

Burzy majú stanovené ktoré inštitúcie a osoby sa môžu na obchodovaní zúčastňovať priamo. Môžu to byť burzový obchodníci, alebo burzový sprostredkovatelia (makléri).

- **Najmenšia obchodateľná jednotka je presne stanovená**

Na burzách sa obchoduje so špeciálnymi jednotkami nazývanými loty. Na každej burze môže mať lot inú veľkosť. Preto každá burza ju má presne stanovenú.

- **Čas a miesto burzového obchodovania sú predom určené**

Obchodovanie na burze prebieha vo vopred určenom čase a mieste. Každá

burza má svoj kalendár, ktorý obsahuje hodiny počas ktorých je možné na danej burze obchodovať.

Burzy je možné kategorizovať z rôznych hľadísk. Hlavné spôsoby delenia sú podľa týchto kritérií:

- **Predmet činnosti – delenie podľa toho s čím obchodujú**

- Burzy cenných papierov

- Burzy devízové

- Burzy komoditné

- Kryptomenové burzy

- **Časová odozva medzi uzatváraním obchodov a ich vysporiadaním.**

- Burzy promptné (spotové) -okamžité

- Burzy termínové – obchody sú vysporiadané v presne určenom čase v budúcnosti

Burzy cenných papierov

Burzy sú samostatné a organizované inštitúcie pôsobiace na kapitálovom trhu. Na burzách sa spravidla obchodujú už vydané cenné papiere. Čím je burza prominentnejšia, tým sa na nej obchodujú kvalitnejšie cenné papiere emitované významnými spoločnosťami. S tým súvisí aj objem uzatváraných obchodov. To následne zvyšuje likviditu cenných papierov, čo pôsobí priaznivo na eminentov daných cenných papierov a zároveň na vývoj ich trhových cien cenných papierov. Z medzinárodného hľadiska najväčšie burzy nie len dosahujú obrovské denné objemy uzatváraných obchodov, ale aj to, že sa tu obchodujú cenné papiere prestížnych zahraničných firiem. Jedno z najväčších búrz je svetoznáma burza v New Yorku na Wall street. Takto úspešných búrz je na svete len niekoľko. No v rozvinutých krajinách existujú aj národné burzy a vo väčších štátoch aj lokálne.

Devízové burzy

Na devízových burzách prebiehajú obchody zvyčajne vo veľkých objemoch medzi veľrybami ako sú veľké finančné inštitúcie ako napríklad banky komerčné a taktiež aj centrálné. Zväčša sa tu uzatvárajú termínované kontrakty.

Komoditné burzy

Ako už z názvu vyplýva, na týchto burzách sa obchoduje s komoditami. Napríklad obilie, ovos, káva, čokoláda, plyn, ropa, pomarančový džús, platina, striebro či zlato.

Promptné/spotové burzy

Hlavnou charakteristikou spotových alebo promptných búrz je že vysporiadanie zadaných obchodov trvá veľmi krátko. Zvyčajne je to maximálne do niekoľkých dní.

Termínové burzy (finančných, resp. komoditných derivátov)

Na týchto burzách sa uzatvárajú kontrakty, ktoré sú vysporiadané až v presne stanovený čas v budúcnosti. Tieto obchody nazývame termínové. Keď sa uzatvorí takýto kontrakt, je možné s ním ďalej obchodovať, až do dňa vysporiadania tohto kontraktu.

1.4 Ako sa akcie obchodujú

Na burze je možné obchodovať akcie len tých firiem, ktoré sú verejné. Spoločnosť sa stáva verejnou vtedy, keď dokončí takzvanú počiatočnú verejnú ponuku. V tom momente je možné obchodovať akcie danej spoločnosti na burze. Burza je miestom kde sa agreguje ponuka predajcov a dopyt kupcov po cenných papieroch, čím sa určuje ich cena. Tento proces sa už deje zväčša elektronicky, no stále existujú burzy, ktoré majú vyhradené poschodie na obchodovanie vykonávané fyzicky v reálnom svete.

Ako sme už načrtli, na burzách sa stretávajú vlastníci a potenciálni kupci cenných papierov. Dôležitým faktom je, že držitelia cenných papierov už nie sú spoločnosti ktoré ich emitovali, čo znamená že spoločnosti na burzách už neobchodujú s vlastnými cennými papiermi. To znamená, že keď kupujeme na burze napríklad akcie spoločnosti Apple, tak tieto cenné papiere nekupujeme priamo od Apple ale od akcionárov tejto spoločnosti.

Prvé burzy sa objavili v prístavných mestách alebo v obchodných centrách Európy v 16. a 17. storočí ako napríklad Antwerpy, Amsterdam a Londýn.[10] Na prvých burzách sa obchodovane väčšinou dlhopisy. Spoločnosti nemohli emitovať ani predávať akcie,

pretože boli takpovediac pološtátne. To znamená, že vláda si musela firmu najat' aby mohla začať svoje podnikanie.

Na konci 18. storočia sa burzy začali objavovať v Amerike, z ktorých najvýznamnejšia je už spomínaná New York Stock Exchange (NYSE), čo viedlo k začatiu obchodovania s akciami. NYSE bola založená v roku 1792 podpísaním dohody Buttonwood Agreement dvadsiatimi štyrmi New York-skými obchodníkmi. Predtým, než bola táto dohoda podpísaná sa obchodníci stretávali za účelom obchodovania s akciami neoficiálne pod stromom buttonwood na ulici Wall Street [10].

Modernizácia búrz priniesla odbornejší prístup k obchodovaniu, čo sa odzrkadľuje na dôvere predajcov a kupcov cenných papierov vzľadom na férové ceny a rýchlosti vykonania obchodov.

Prísna regulácia a vysoká organizovanosť. Toto sú hlavné znaky klasických búrz. Na druhej strane, však máme aj voľne regulované burzy, nazývané over-the-counter burzy (OTC). Akcie, ktoré nespĺňajú podmienky regulovaných búrz sú obchodované na OTC burzách, čo samozrejme prináša aj vyššie riziko.

Hlavnými tvorcami trhu sú profesionálni obchodníci, ktorí udržuju burzu a ceny akcií v pohybe. Títo obchodníci sú dôležití kvôli tomu, že udržuávajú spread čo najmenší. Na burzách sa trh skladá z dopytu- bid a z ponuky ask. Rozdiel medzi cenami bid a ask sa nazýva spread. Spread je s likviditou akcií nepriamo úmerný, čo znamená, že čím je spread menší tým je likvidita akcií vyššia a opačne. Malým spread-om a vysokou likviditou sa najmä vyznačujú akcie obchodované na prominentných burzách.

V dnešnej dobe sa investovaniu do jednotlivých akcií zväčša venujú len profesionálni investori. Mnohí menší investori však radšej investujú a akciových indexov a ETF fondov naviazaných na ne. Akciové indexy predstavujú priemernú cenu vybraných akcií v ňom. Keď chceme zistiť v akom stave a trende sa nachádza napríklad ekonomika USA, pozrieme sa na cenový graf najznámejších akciových indexov ako S&P500 či Dow Jones Industrial average.

Dow Jones Industrial average je druhý najstarší index v USA. Tento index sleduje 30 veľkých firiem v USA a je navrhnutý tak, aby slúžil ako ukazovateľ zdravia ekonomiky. Pôvodný DJIA zahŕňal len 12 spoločností. Vzhľadom na to že obsahuje akcie 30 firiem USA z tisícov možných je tento „ukazovateľ zdravia“ jemne skreslený a

volatilný. S&P 500 je indexom, ktorý zahŕňa 500 najväčších spoločností v USA. Každý cenný papier v indexe má váhu v pomere ku kapitalizácií na trhu. Na trhu existujú rôzne smerodajné indexy. Niektoré sú širokospektrálne ako S&P500, ale existujú aj indexy zamerané konkrétne na priemysel alebo iný sektor. Indexy slúžia ako nástroj na pochopenie stavu ekonomiky alebo na určenie trendu, nedajú sa však priamo obchodovať. Investori ich však môžu nakupovať a predávať cez ETF fondy, ktoré sa na indexy viažu[12].

1.5 Obchodovanie s akciami a typy príkazov

Burzovní makléri sú spoločnosti, prostredníctvom ktorých investori obchodujú s cennými papiermi. Investori zadávajú obchodné príkazy a sprostredkovatelia ich vykonávajú. Makléri sú takpovediac článkom, ktorý prepája burzu s investormi. V minulosti makléri slúžili najmä zámožným rodinám, no dnes už sú dostupní takmer pre každého, ma prístup na internet. Existuje široké spektrum burzových maklérov. Najlacnejší makléri poskytujú len základné služby nákupu a predaja cenných papierov a poplatky sú tu nízke. Pre investorov s vysokými nárokmi existujú aj makléri pri ktorých si investor priplatí, no na oplátku dostane pestrú ponuku služieb. Ako príklad si môžeme uviesť osobný prístup ku klientovi, rady expertov, analýzy či rôzne kurzy a workshopy.

Nezáleží na tom, cez ktorého sprostredkovateľa investor na burze obchoduje. Proces nákupu a predaja cenných papierov je vždy rovnaký. Na začiatku sa získa záznam akcie. Tento záznam obsahuje aktuálne dopytové ceny, ceny ponuky a cenu poslednej zobchodovanej akcie. Investori, ktorých záujem je nakupovať akcie tvoria bid a držiteľia akcií, ktorí svoje akcie chcú predat' tvoria ask. Obchod sa vykoná vtedy keď sa cena ponuky a cena dopytu stretne.

V rannom štádiu búrzh boli informácie o akciách prenášané pomocou zariadenia nazývaného ticker tape, ktoré tlačí o dáta získavané cez telegrafický drôt na dlhý tenký pás papiera. Dodnes sa označenie záznamu akcie nazýva ticker[13].

Dnes sú už všetky záznamy o obchodovaní na burze online, čo zabezpečuje investorom sledovať cenové grafy a objemy obchodov v reálnom čase a tým sa zvyšuje aj efektívnosť obchodných stratégií, pretože investori môžu reagovať na situáciu na trhu okamžite bez časového odstupe a iných prekážok. Akcie každej spoločnosti majú poznávací symbol, ticker symbol, ktorý zvyčajne pozostáva zo štyroch písmen. Ako príklad si môžeme uviesť ticker symbol NVDA, ktorý predstavuje technologickú

spoločnosť Nvidia alebo TSLA, čo je symbolom spoločnosti Tesla, ktorú vlastní najbohatší muž na svete Elon Musk.

1.5.1 Trhové a Limitné príkazy

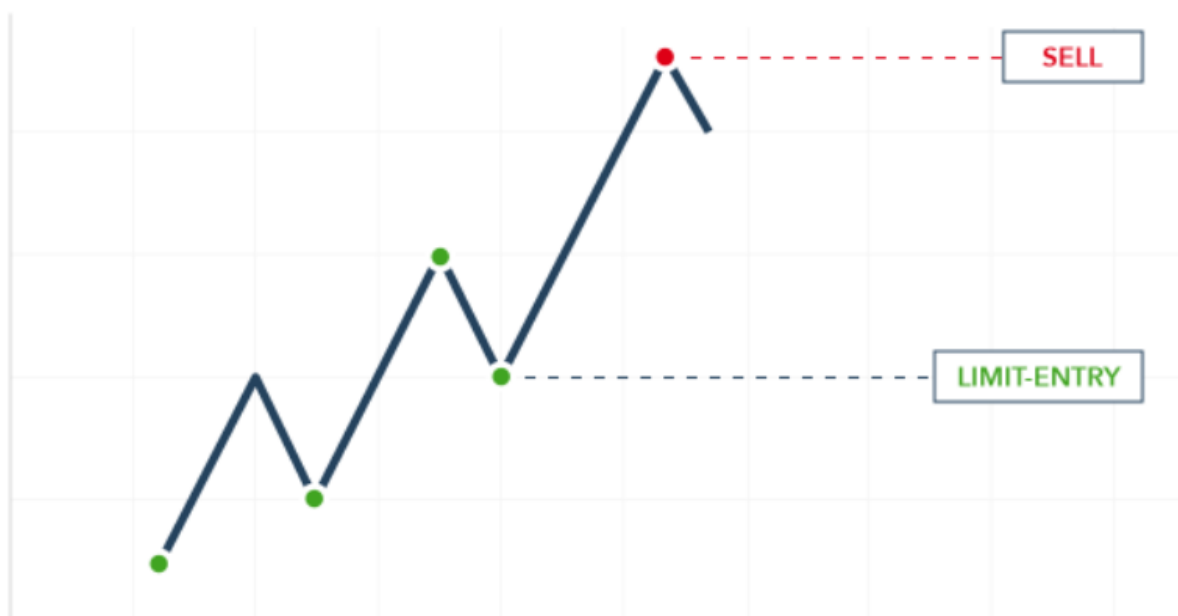
Nasledujúcim krokom pre vykonanie obchodu je stanoviť aký typ obchodu chceme vykonať. Uvedme si teda príklad s trhovým príkazom (market order). Naším cieľom bude nakúpiť 100 akcií spoločnosti TSLA-Tesla. V zázname transakcií je uvedené: Bid: \$1009 (100), Ask: \$1009 (50), Last: \$1008.30 (250). Ak by sme to chceli preložiť do ľudskej reči, znamená to, že náš dopyt je 100 kusov akcií v cene \$1009 (bid), posledný obchod bol uzatvorený na 250 akcií za cenu \$1008.30 na jednu akciu (last). Ask nám hovorí, že na burze je ponúkaných ešte 50 akcií za \$1009. No my chceme 100 akcií TSLA za cenu \$1009. Ak by sme chceli vykonať náš trhovú príkaz znamenalo by to, že na základe nášho príkazu, nakúpime prostredníctvom makléra 50 ponúkaných akcií za cenu \$1009. Je pravdepodobné, že v ponuke sú aj ďalšie akcie ale za vyššiu cenu, napríklad a \$1011. V tomto prípade zostávajúcich 50 akcií sa nakúpi za ďalšiu najlepšiu cenu, čiže \$1011 za akciu. Z tohto príkladu môžeme konštatovať, že trhovú príkaz nám garantuje objem, ktorý požadujeme nakúpiť, čo bolo 100 akcií TSLA, no cena je však druhoradá. Tým vznikajú investorovi vyššie náklady na kúpu akcií pomocou trhového príkazu.

Prioritou limitného príkazu je na rozdiel od trhového príkazu cena za ktorú akcie nakupujeme alebo predávame. V tomto prípade je objem požadovaného nákupu druhoradý, čo môže spôsobiť, že vykonanie obchodu trvá dlhšie. Ukážeme si to na situácií z predchádzajúceho príkladu. Znova máme v zázname uvedené: Bid: \$1009 (100), Ask: \$1009 (50), Last: \$1008.30 (250). Ak chceme vykonať limitný príkaz znamená to, že chceme nakúpiť 100 akcií TSLA za presne stanovenú cenu \$1009 alebo nižšiu. Na základe našej objednávky pomocou limitného príkazu najskôr nakúpime 50 akcií za cenu \$1009 na jednu akciu a budeme ďalej čakať kým niekto dá ďalšiu ponuku za cenu \$1009 alebo nižšiu. Medzi tým ako príde ďalšia ponuka bude v zázname uvedené: Bid: \$1009(50) Ask: \$1011(200) Last: \$1009(50).

Existuje aj špecifické nastavenie limitného príkazu nazývaná „all or none-AON“ (všetko alebo nič)[14]. Ak nastavíme limitný príkaz ako AON, bude vykonaný nasledovne. Ak je našim záujmom nakúpiť 100 akcií za cenu \$1009 a v ponuke je len 50 v tejto cene, náš príkaz nebude vykonaný, kým nebude v ponuke minimálne 100 akcií za cenu \$1009 alebo nižšiu. V porovnaní s bežným limitným príkazom, konfigurácia AON nakupuje po

častiach a ďalej čaká, ale nakúpi buď celý objem zadaného príkazu alebo nenakúpi nič. AON spravidla nakupuje celý objem za nám vyhovujúcu cenu.

Obrázok 2: Limitný príkaz (Zdroj: <https://www.ig.com/en-ch/trading-strategies/stop-vs-limit-orders-what->



1.5.2 Stop príkazy

Základom stop príkazov je, že na aktiváciu tohto príkazu musí cena dosiahnuť vopred stanovenú úroveň, ktorá bola určená pri vstupe do obchodu. Keď použijeme stop príkaz obchod sa zrealizuje až vtedy keď sa cena dostane na alebo pod určenú cenovú hladinu. V momente keď cena dosiahne túto cenovú hladinu stop príkaz sa mení na trhový [15].

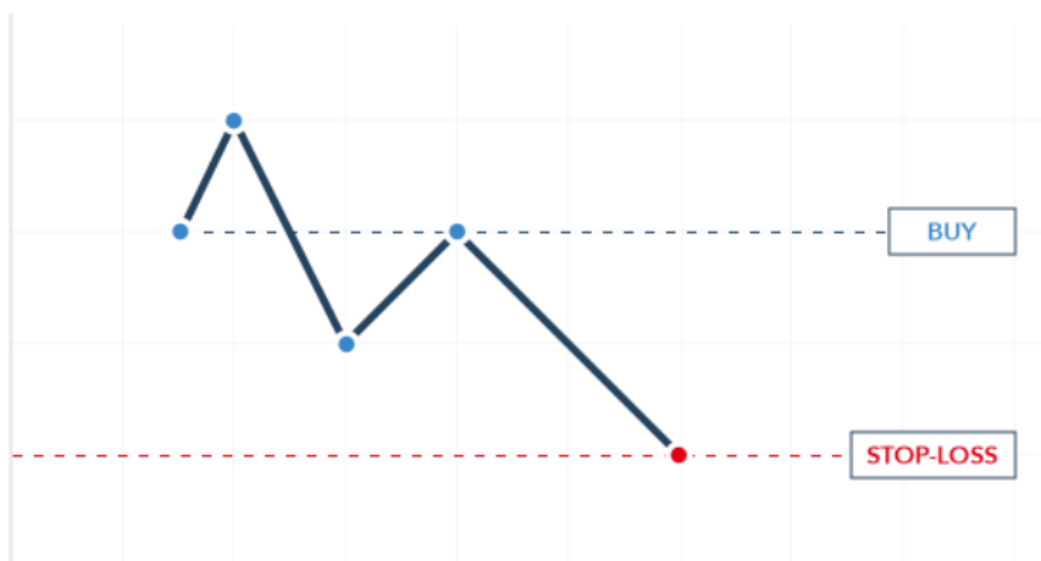
Stop príkazy môžeme použiť na obmedzenie strát alebo na zabezpečenie našich ziskov. Obe tieto situácie si ukážeme na nasledujúcich príkladoch. Predstavme si, že sme držiteľmi akcií spoločnosti ABC, ktorých trhovú cenu za jednu akciu je aktuálne \$100. Ak by sme nastavili stop príkaz na hodnotu \$80, v tom momente keď by cena dosiahla túto cenovú hladinu by sme svoje akcie automaticky predali. Použitie stop príkazu v takejto situácii investori využívajú na minimalizovanie svojich strát v prípade, že sa cena obchodovaných akcií vyvíja neželaným smerom. Keď použijeme stop príkaz na kontrolu strát, nazývame ho stop-loss.

Ďalším využitím príkazu stop je aj to, že nám dokáže zabezpečovať zisky. Použijeme ako príklad predchádzajúcu situáciu. Sme držiteľmi akcií spoločnosti ABC

a ich cena je \$100 na akciu, pričom tieto akcie sme kupovali v období keď ich cena bola \$50. Ak by sme našu obchodnú pozíciu uzatvorili hneď náš zisk by bol \$50 na akciu. Naša analýza trhu nám však hovorí, že cena týchto akcií ďalej porastie. Preto akcie budeme ďalej držať, no nastavíme stop príkaz na cenovú hladinu \$80, v prípade, že by sa rastúci trend otočil. Ak by sa trend otočil a cena akcií by dosiahla cenovú hladinu \$80, obchodná pozícia by sa uzatvorila a my by sme skončili v zisku \$30 na akciu. Stop príkazy sú väčšinou poskytované zdarma a sú odporúčané všeobecne pre väčšinu investorov, no hlavne pre tých, ktorí nemôžu alebo nechcú kontrolovať svoje obchodné pozície každú chvíľu. Panické nutkanie nie je prospešné pre psychiku investora s čím sa viaže aj ziskovosť obchodov. Pre ziskové obchodovanie je nutné byť v psychickej pohode, veriť svojej stratégii a nemiešať do obchodovania emócie, ale riadiť sa faktami.

V momente, keď cena akcií dosiahne na cenovú hladinu na ktorej je zadaný stop príkaz, tento príkaz sa mení na trhový, čo znamená, že sa vykoná okamžite za najlepšiu možnú cenu, ktorá sa môže líšiť od stanovenej ceny. Tento fakt môžeme považovať za nevýhodu stop príkazov. Ďalším rizikom pri stop príkazoch je fakt, že ceny akcií kolíšu. Preto si investor musí dať pozor, aby stop príkaz nenastavil príliš blízko k aktuálnej cene. Môže sa stať, že stop príkaz sa neželane aktivuje kvôli krátkodobým výkyvom ceny, a obchod skončí v strate.

Obrázok 3: Stop príkaz (Zdroj: <https://www.beyond2015.org/forex-exit-indicator/>)



1.5.3 Iné typy príkazov

Existujú aj iné špeciálne typy príkazov, ktoré určujú dokedy sa môže príkaz vykonať. Napríklad príkaz IOC je typ príkazu, ktorého charakteristickou črtou je, že buď je vykonaný okamžite alebo je zrušený[16].

Príkaz FOK je príkaz ktorý, je na konci obchodného dňa zrušený a na začiatku ďalšieho je obnovený [16].

1.5.4 Marginálne obchodovanie

Marginálne obchodovanie umožňuje investorom obchodovať na takzvanú pôžičku alebo taktiež otvárať krátke pozície s akciami ktoré nevlastnia ale si ich len požičajú. Krátkou pozíciou máme na mysli obchod, kde špekulujeme na pokles ceny. Na začiatku krátkej pozície investor predá požičané akcie s tým že ich nakúpi keď cena bude nižšia. Rozdiel medzi cenou pri otváraní a zatváraní pozície tvorí zisk investora. Takáto forma obchodovania umožňuje aj malým investorom obchodovať s väčším kapitálom, ako reálne vlastnia. Takáto forma obchodovania môže priniesť malému investorovi relatívne veľký zisk pomerne rýchlo. No ak obchodujeme na margin a naše obchody končia v strate, môžeme prísť o náš kapitál ešte rýchlejšie. Burzovní makléri si za takýto typ obchodovania zvyčajne účtujú vyššie poplatky.

Okrem využívania burzových maklérov na investovanie poznáme aj metódy DRIP a DIP. DIP je nakupovanie akcií priamo od spoločnosti za nižšie ceny a DRIP je reinvestovanie dividend na kúpu ďalších akcií[17].

1.6 Býky a medvede

Názory profesionálnych investorov a expertov na konkrétne akcie či krátkodobého a strednodobého smerovania ekonomiky sa zvyčajne líšia. Ako povedal jeden anonymný obchodník s kryptomenami „každý obchodný deň na trhu je deň vojny medzi červenou a zelenou armádou“. V preklade to znamená že každý deň medzi sebou bojujú optimisti proti pesimistom, ktorí nakupujú a predávajú za odlišné ceny založené na odlišných hypotézach, analýzach a očakávaniach.

Burza je miesto, kde sa spájajú všetky možné informácie o spoločnosti, akcionároch, dopyte a ponuke akcií, a následne sa vytvorí cena akcií konkrétnej spoločnosti. V prípade, keď sa ekonomike darí a prosperuje, zvyčajne dominujú optimisti. Taktiež dopyt po akciách sa zvýši a cenový trend je rastúci. Vtedy hovoríme o takzvanom

býčom trhu. Pri opačnom scenári keď ceny akcií dlhodobo klesajú hovoríme o medved'om trhu. Ak investor chce investovať svoj kapitál do akcií počas fázy býčieho trhu, môžeme povedať, že vybrať konkrétne akcie do svojho portfólia je pomerne ľahšie pretože ceny všetkých akcií rastú, čo nám sľubuje budúce výnosy. Ak je teda investor optimista a investuje v tomto čase nazývame ho býk, pretože verí že ceny akcií ktoré nakupuje budú rásť.

Nič netrvá večne a rovnako ani býčí trh nie je výnimkou. V niektorých prípadoch môže dôjsť pre investorov k nebezpečným situáciám keď sa akcie stanú nadhodnotenými. Najznámejšou takouto situáciou je bublina, ktorá sa vyznačuje konštantným rastom cien akcií do takého bodu, že tieto ceny nezodpovedajú už fundamentálnym informáciám, ale sú založené čisto len na optimistickom sentimente.

Bublíny sa vyskytujú v svetovej ekonomike od holandskej tulipánovej horúčky (1634-1637) kedy cena tulipánových cibuliek bola taká vysoká, že jeden pán vymenil celý pivovar za 3 tulipánové cibulky. No neskôr v roku 1637 bublina praskla a za 6 týždňov cena tulipánov klesla o 90% [18].

Bublíny spravidla prasknú v momente, keď realita dostihne nafúknuté ceny. Ľudia si však nadhodnotenosť akcií, ktoré držia uvedomia až keď je neskoro a prídu o investovaný kapitál. Rozpoznať kedy je bublina na trhu je náročné a ešte náročnejšie je predpovedať kedy bublina praskne. Za medvedí trh sa medzi investormi definuje fáza trhu keď nastane viac ako 20% pokles trhových indexov ako napríklad S&P 500. Medvedie trhy začínajú spravidla vtedy, keď sa ekonomika začína z expanzie preklápať do recesie (vrchol ekonomického cyklu). Tu nezamestnanosť stúpa, zisky spoločností a HDP klesajú. V medved'om trhu je pre investora veľmi náročné nájsť ziskové akcie v strednodobom horizonte. Jednou z možností ako zarobiť na medved'om trhu je otvárať krátke pozície kde budeme dosahovať zisk vďaka tomu, že ceny akcií klesajú.

Ďalšou možnou stratégiou je pred medvedím trhom včas predat' svoje akcie tak aby sme sa vyhlí strate. A následne počkať kým sa medvedí trh bude blížiti' ku koncu a začať nakupovať akcie s očakávaním blížiaceho sa býčieho trhu. Táto stratégia znie veľmi jednoducho, no investor potrebuje veľké množstvo skúseností aby vedel dobre načasovať kúpu a predaj svojich akcií.

Medvedie trhy sú spájané so zvýšením volatility trhu, pretože investori sa viac boja strát, ako si vážia zisky. Investori často začnú zatvárať svoje pozície v strate, kvôli pohľadu na záporné čísla. Neuvedomujú si však že, ak by vydržali nejaký čas akcie sa vrátia do zelených čísel znázorňujúcich zisky. Mali by sa však chovať presne naopak. Medvedie trhy môžu byť aj investičnou príležitosťou kedy investor môže nakúpiť za veľmi lacno, čo môže jeho budúce výnosy výrazne navýšiť[31].

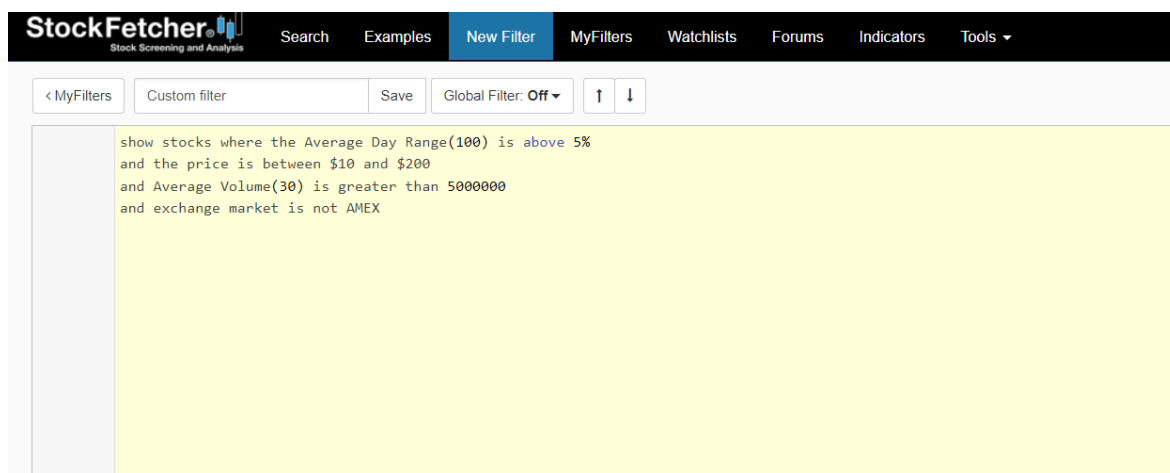
1.7 Volatilné akcie

Volatilita je parameter, ktorý meria intenzitu kolísavosti ceny za určité obdobie pre dané akcie alebo trhovú index [18]. Volatilita je definovaná ako priemerný rozdiel medzi dennou najvyššou cenou a dennou najnižšou cenou akcií podelený cenou akcií, čiže $(\text{denné maximum} - \text{denné minimum}) / \text{cena akcií}$. Akcie, ktorých cena sa denne pohybuje o $\pm \$5$ a ich cena je $\$25$ sú volatilnejšie ako, akcie ktorých cena sa denne pohybuje rovnako $\pm \$5$ ale cena za akciu je $\$250$ a to z dôvodu percentuálnej zmeny. Krátkodobé obchodovanie s volatilnými akciami je efektívnym spôsobom ako obchodovať, pretože tieto akcie ponúkajú veľký potencionálny zisk, a preto sa pri algoritmickej obchodovaní obchoduje práve s akciami s vyššou volatilitou. Na druhej strane volatilné akcie prinášajú aj vyššie riziko, že nakoniec investor skončí v strate.

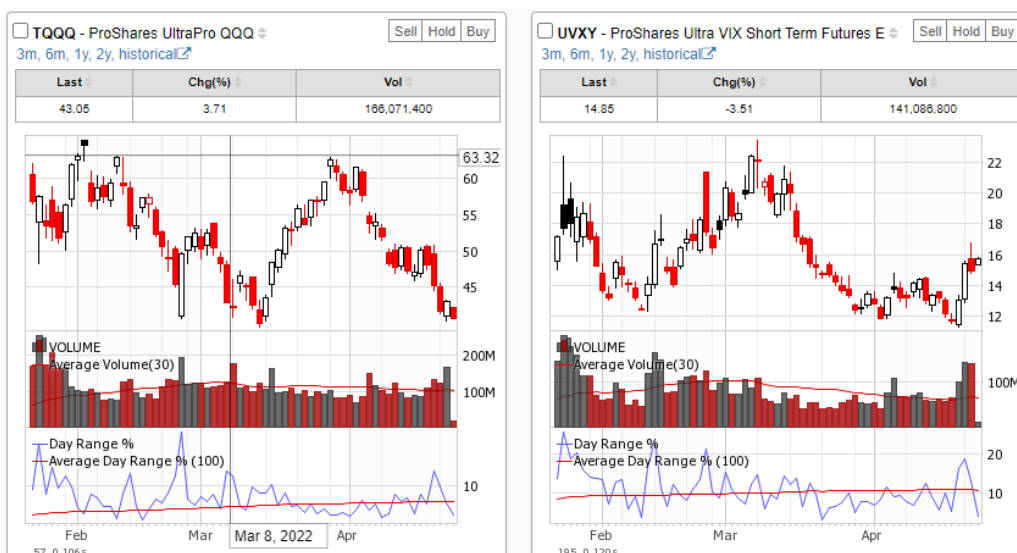
1.7.1 Ako nájsť najviac volatilné akcie

Hľadanie najvolatilnejších akcií je v dnešnej dobe veľmi jednoduché a nevyžaduje už žiaden dlhodobý výskum alebo časovo náročný screening akcií. Namiesto toho využijeme nástroje, ktoré nám moderná doba prináša ako napríklad filter na akcie, ktoré sú konštantne volatilné. Objem je taktiež veľmi dôležité kritérium pri obchodovaní akcií z dôvodu jednoduchého a rýchleho vstupu a výstupu z obchodnej pozície. Stock Fetcher [20] je filter, ktorý môžeme použiť na vyhľadávanie rôznych akcií. Použitím vlastného filtra si môžeme zobrazit' napríklad na obrázku číslo 4. Na tomto príklade zadáme vyhľadať akcie s priemernou volatilitou väčšou ako 5% za deň za 100 dní, cenou za akciu medzi $\$10$ a $\$200$ a s priemerným denným objemom 5 miliónov a viac.

Obrázok 4: Tvorba vlastného filtra (zdroj: <https://www.stockfetcher.com>)



Obrázok 5: Výstup z filtra (zdroj: <https://www.stockfetcher.com>)



Ak je našim cieľom nájsť najviac volatilné akcie každý deň, môžeme využiť aplikáciu „screener tool“ na Finviz.com. Táto aplikácia nám poskytuje zoznam akcií, ktoré mali za daný deň najväčšie zisky, straty, objem zobchodovaných akcií a volatilitu. V screener tool-e si môžeme bližšie určiť podmienky podľa ktorých má aplikácia vyhľadávať tak, aby zoznam vyhovoval našim požiadavkám.

Obrázok 6: Screener tool (zdroj: <https://finviz.com/screener.ashx>)

| Ticker | Last | Change | Volume | Signal |
|--------|------|---------|-----------|-------------|
| VLON | 2.27 | 100.88% | 171509651 | Top Gainers |
| MITQ | 1.59 | 38.26% | 91067531 | Top Gainers |
| BKEP | 4.56 | 38.18% | 5142765 | Top Gainers |
| CYN | 2.69 | 26.89% | 56614829 | Top Gainers |
| SKYH | 8.01 | 26.34% | 14268859 | Top Gainers |
| SYRS | 1.21 | 18.63% | 2300849 | Top Gainers |

1.8 Algoritmické obchodovanie

Algoritmus definujeme ako špecifický set jasne definovaných inštrukcií zameraný na splnenie úlohy alebo vykonanie procesu.[33]

Algoritmické obchodovanie je metóda obchodovania, ktorá využíva počítače alebo botov naprogramovaných tak aby vykonávali obchody na základe vopred definovanej a naprogramovanej stratégie. Stratégie sú súbory pravidiel, založené na správnom načasovaní obchodov, cene akcií a rôznych matematických modeloch. Okrem primárnej úlohy obchodníkovi generovať zisk, algoritmy zvyšujú likviditu trhu a oddeľujú ľudské emócie od obchodovania, čo výrazne napomáha skončiť obchodníkovi v zisku.

Predpokladajme, že stratégia obchodného algoritmu bude takáto:

- Nakúp X akcií v momente, keď je ich 30 denný kľzavý priemer väčší ako 100 dňový kľzavý priemer.
- Predaj nakúpené akcie v momente, keď je ich 30 denný kľzavý priemer menší ako 100 dňový kľzavý priemer.

Za použitia takýchto jednoduchých inštrukcií môžeme vytvoriť jednoduchý obchodný algoritmus, ktorý bude sledovať cenu akcií pomocou dvoch vyššie spomenutých technických indikátorov kľzavého priemeru a zadávať obchodné príkazy na základe vyššie spomenutých podmienok. Tento algoritmus je samostatný, čo znamená, že obchodník nemusí sledovať cenové grafy akcií a ani zadávať príkazy. Tento obchodný systém sám identifikuje príležitosť, otvorí obchodnú pozíciu a následne ju aj zavrie.

1.8.1 Výhody algoritmického obchodovania

Obchodovanie za pomoci algoritmov ponúka tieto výhody:

- Príkazy sú vykonávané okamžite.
- Algoritmus má presné a správne načasovanie.
- Obchoduje sa za najvýhodnejšie možné ceny
- Algoritmus dokáže obchodovať naraz viac rôznych akcií alebo iných finančných produktov.
- Testovanie obchodných stratégií je rýchlejšie a jednoduchšie
- Redukcia chýb spôsobených emocionálnym a psychologickým faktorom ľudských obchodníkov.[22]

Najväčší objem realizovaných obchodov pri algoritmickom obchodovaní tvorí vysoko frekvenčné obchodovanie. Táto stratégia je založená na zadávaní množstva príkazov na veľmi krátku dobu, čím máme na mysli minúty, maximálne hodiny. Obchoduje sa naraz na viacerých burzách s veľkým množstvom vopred naprogramovaných podmienok.

Obchodovanie pomocou algoritmov môžeme nájsť vo viacerých investičných aktivitách.

- Pri penzijných a podielových fondoch kde sa investuje dlhodobo. Tu investori obchodujú akcie vo veľkých množstvách, ale tak aby neovplyvňovali cenu akcií, na čo využívajú algoritmy.

- Algoritmické obchodovanie majú v obľube hlavne špekulanti, ktorí obchodujú krátkodobo.

- Algoritmy využívajú aj takzvaní systematickí obchodníci. Títo obchodníci používajú algoritmy kvôli efektívnosti. Pretože jednoduchšie naprogramovať určité pravidlá obchodnej stratégie a nechať program obchodovať sám.

2 Cieľ a metodika práce

Hlavným cieľom tejto práce je spresniť problematiku obchodovania na burze pomocou algoritmov. Táto práca prináša všeobecný prehľad obchodovania na burze s užšou špecifikáciou na automatické obchodné systémy.

V tretej kapitole sa budeme venovať najpoužívanejším technickým indikátorom používaných v obchodných algoritmoch. Popíšeme funkcionality týchto indikátorov a na praktických príkladoch si ukážeme stratégiu založenú na ich použití. Pokračovať budeme priblížením si používaných stratégií založených na rôznych identifikovaných príležitostiach na trhoch. Nakoniec si vyberieme tri algoritmy na základe troch, už predstavených stratégií. Každý algoritmus si popíšeme. Predstavíme si na základe akej stratégie funguje a z akých finančných produktov portfólio daného algoritmu pozostáva.

Následne budeme každý algoritmus testovať na historických dátach a to konkrétne od 1.1.2000 až po 1.3.2022. Na testovanie budeme používať simuláciu s počiatočnou investíciou \$100 000. Výsledky testovaného algoritmu budeme porovnávať na rovnakom časovom období s rovnakou počiatočnou investíciou do Amerického akciového indexu S&P 500 bez možnosti pravidelného investovania. Pri akciovom indexe sa bude jednať o jednoduchú obchodnú stratégiu „nakúp a drž“. Po testovaní výsledky porovnáme a zhodnotíme efektivitu našich algoritmov.

Medzi čiastkové ciele našej práce môžeme zaradiť:

- a) Vymedziť rozdiely medzi dlhodobým investovaním a špekuláciou.
- b) Oboznámiť sa s problematikou finančných trhov, finančných produktov a obchodných príkazov.
- c) Priblížiť problematiku algoritmického obchodovania a jeho výhod.
- d) Objasniť funkcionality vývojových prostredí vhodných pre našu prácu.
- e) Predstaviť najvyužívanejšie technické indikátory a obchodné stratégie pre algoritmické obchodovanie.
- f) Komparáciou nami zvolených algoritmov založených na predstavených stratégiách zhodnotiť ich výkonnosť a efektivitu.

3 Výsledky práce

Na začiatku praktickej časti je potrebné si uvedomiť, že trh je nepredvídateľný. Ak by niekto dokázal presne určiť, ako sa budú akcie správať, mohol by vytvoriť ziskovú investičnú bez rizika a taktiež s ňou spojený obchodný algoritmus, ktorý by bol závideniahodný po celom svete. Takýto univerzálny algoritmus ani obchodnú stratégiu dodnes nikto nevytvoril a mnoho odborníkov sa zhoduje, že to ani možné nie je. Vytvorenie takého algoritmu však nie je predmetom tejto práce. My si v našej práci ukážeme si dva najbežnejšie technické indikátory používané pri algoritmickej obchodovaní a následne porovnáme rôzne obchodné stratégie a 3 voľne dostupné obchodné algoritmy založené na týchto stratégiách. Skôr ako sa k dosahovaniu týchto cieľov dostaneme, musíme si najprv určiť pomocou akých prostriedkov ich chceme dosiahnuť.

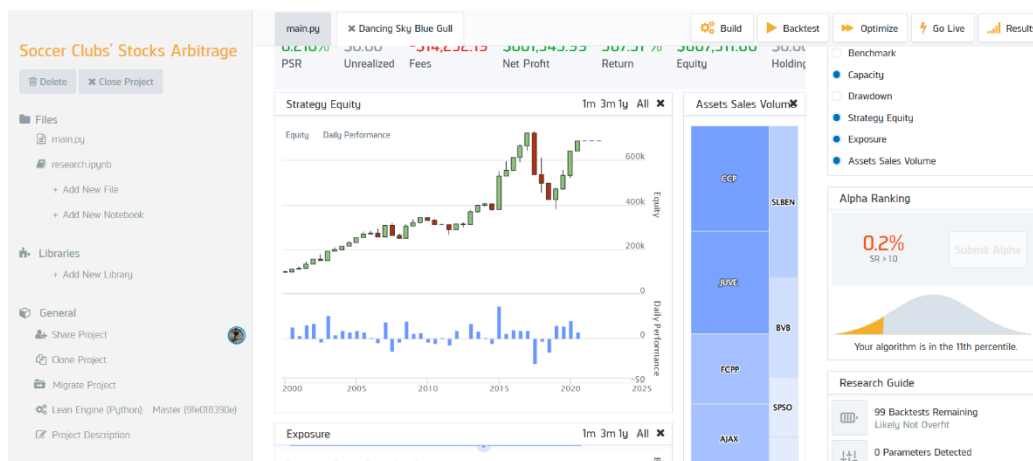
3.1 Predstavenie vývojového prostredia

Pri pracovaní s nami vybranými algoritmami budeme používať vývojové prostredie Quantconnect. Quantconnect je open-source platforma zameraná na algoritmickej obchodovanie. Táto platforma poskytuje svojim klientom prístup k finančným údajom, cloud computingu, vývojové prostredie, kde programátori môžu vyvíjať svoje algoritmy v programovacích jazykoch Python a C#, testovať ich a nakoniec ich nasadiť do svojich obchodných účtov u svojho burzového makléra. Komunita obchodníkov a programátorov využívajúca Quantconnect vytvorila spolu už viac ako 8 miliónov algoritmov [23].

Quantconnect taktiež ponúka licenčné dohody za algoritmy, ktoré chcú zaradiť do svojej investičnej stratégie a licencovaní autori týchto algoritmov sú platení na základe výkonu ich individuálnych stratégií. Túto platformu môžu klienti Quantconnect využiť na komplexnú tvorbu algoritmu od napísania prvého riadku kódu, cez testovanie, optimalizáciu až po implementáciu do reálneho obchodovania.

Quantconnect nám ponúka rôzne balíky služieb za príplatky, no nám bude zatiaľ postačovať základná verzia, ktorá je ponúkaná zadarmo. Veľkým plus je to, že v rámci svojej platformy sú v ponuke kurzy pre začiatočníkov, aj pokročilých týkajúce sa programovania, algoritmickej obchodovania či teoretických znalostí ohľadom Forexu, búr, akcií, futurít a pod.

Obrázok 7: Platforma Quantconnect (zdroj: <https://www.quantconnect.com/terminal/>)



Ďalšou našou pomocou bude Quantpedia. Quantpedia je databáza obsahujúca kvantitatívne obchodné stratégie odvodené z akademických výskumných prác ako sú výskumne portály, finančné časopisy, univerzity zamerané na ekonomiku a pod. Z týchto zdrojov sa vyberajú zaujímavé materiály, z ktorých sa extrahujú výkonnostné a rizikové charakteristiky a pravidlá obchodovania následne implementované do obchodného algoritmu napísaného v programovacom jazyku ako Python alebo C#[24]. Tieto algoritmy sú následne testované a optimalizované na platforme Quantconnect. Databáza Quantpedia poskytuje množstvo kvalitných algoritmov, no väčšina je sprístupnená len pre prémiové a profesionálne účty, ktoré sú spoplatnené \$500 za rok, čo si aktuálne žiaľ nemôžeme dovoliť. My si však budeme musieť vystačiť s nespoplatnenými algoritmi. Tie sú však menej kvalitné no pre našu prácu budú postačujúce.

Posledným našim pomocníkom bude Metatrader 5. Táto platforma je určená na obchodovanie na Forexe, akciových trhoch, futuritách, CFD trhu a najnovšie aj na trhu s kryptomenami. Platforma poskytuje široké spektrum nástrojov na analýzu cien, algoritmické obchodovanie a takzvaný „copy trading“ čo v skratke znamená obchodovanie kopírovaním obchodov zadávaných expertami a profesionálnymi obchodníkmi a investormi..

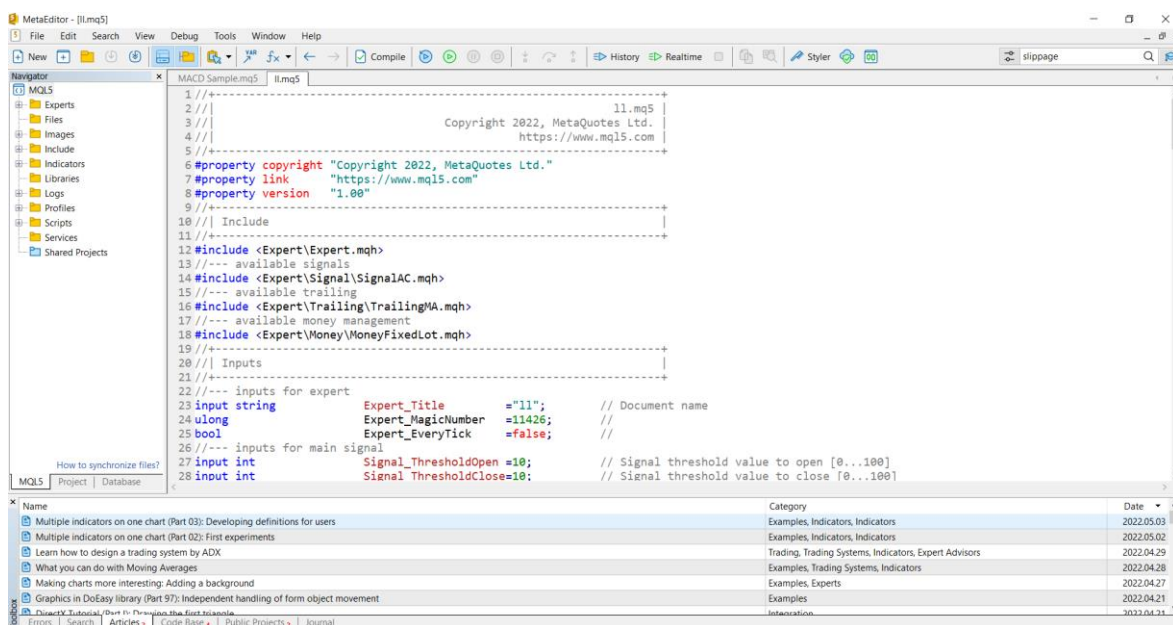
Metatrader 5 taktiež obsahuje vývojové prostredie MQL5 IDE, ktoré ponúka množstvo funkcií a užívateľsky prívetivé možnosti pre začiatočníkov ale aj skúsených

vývojárov. Pre začiatočníkov je vhodný MQL5 Wizard, pomocou ktorého je možné vytvoriť jednoduchý algoritmus pár kliknutiami.

Investori s bohatými skúsenosťami môžu plne využívať tieto možnosti:

- Programovací jazyk MQL5. Je špeciálny objektovo orientovaný jazyk navrhnutý na vývoj obchodných algoritmov. Je podobný programovaciemu jazyku C#.
- MetaEditor, editor je vývojové prostredie ktorý zvyrazňuje časti kódu a taktiež obsahuje debugger slúžiaci na odstránenie chýb v kóde.
- Tester stratégií slúžiaci na optimalizáciu algoritmu
- Spúšťač nástroj na reálnu implementáciu algoritmu do obchodovania s reálnymi peniazmi v reálnom čase.[25]

Obrázok 8: Prostredie MQL5 (zdroj: <https://www.metaquotes.net/en/metatrader5>)



Pri algoritmickom obchodovaní budeme obchodovať volatilnejšie akcie, ktoré sú náchylné na ostré pohyby, preto je potrebná trpezlivosť a veľmi rýchle reakcie pre vstup do obchodu. Obchodovanie akcií, ktoré majú buď rastúci alebo klesajúci trend poskytuje obchodníkovi informáciu o smerovaní ceny, čo môže byť pre neho výhodou. Pre jednoduchšie monitorovanie cenových pohybov môžeme využiť určité indikátory. Tieto indikátory nám pomáhajú sledovať či sa lokálne cenové maximá a minimá postupom času

zvyšujú alebo znižujú, čo nám výrazne pomôže určiť aktuálny trend. Ďalej sa pozrieme bližšie na dva technické indikátory, ktoré je možné použiť pri algoritmickej obchodovaní.

3.2 Technické indikátory

Prvým technickým indikátorom sú Keltnerové kanály, ktoré využívajú stredné, horné a dolné pásmo okolo cenového pohybu na grafe. Tento indikátor je najužitočnejší pri trendových trhoch, čo znamená že lokálne cenové maximá a minimá sa zvyšujú pri rastúcom trende (bull run) alebo sa znižujú pri klesajúcom trende (bear run), čo si ukážeme na nasledujúcom príklade.

Keď nastane silný býčí trend cena osciluje okolo horného Keltnerovho pásna a cenové poklesy sa ledva dostávajú k strednému pásmu. K dolnému pásmu sa cena nepribližuje. Stredné pásmo potenciálny bod na vstup do obchodnej dlhej pozície, náš stop príkaz môžeme dať medzi stredné a bližšie k dolnému pásmu. Hranicu pre uzatvorenie ziskového obchodu (target) vložíme nad horné pásmo. Rovnaký princíp aplikujeme pri klesajúcich trendoch. Cena často sleduje dolné Keltner-ové pásmo a nárasty ceny často dosiahnu stredné pásmo, ale neprekročia horné pásmo. Stredné pásmo sa znovu ponúka ako bod, kde je možné do obchodu vstúpiť. Príkaz stop vložíme medzi stredné horné pásmo a target pod spodné pásmo.

Obrázok 9: Využitie Keltnerových kanálov
(zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



Keltnerové kanály sa časom pohybujú spolu s cenou preto pri tejto stratégii nepoužívame „trailing stop“ (stop príkaz, ktorý sa posúva spolu s cenou ak sa cena posúva v náš prospech), pretože by náš obchod mohol neželane ukončiť so stratou ak by bol pokles silnejší. Náš stop príkaz a target sa v čase nemení ale ostáva rovnaký ako sme ho nastavili

pri vstupe do obchodnej pozície. Pri stratégiách s Keltnerovým kanálom sa zvyčajne používa RRR(pomer odmene k riziku) 2:1 čo znamená že napríklad riskujeme \$15(stop loss) a potenciálny zisk je \$30 (target).

Výhoda tejto stratégie spočíva v tom, že vstupy do pozícií sa vykonávajú automaticky na strednom pásme. Pri veľmi silných trendom môžeme naše RRR (risk reward ratio) modifikovať tak aby bol náš potencionálny zisk väčší a zároveň riziko ostalo rovnaké.

Nevýhodou využívania stratégie založenej na Keltnerových kanáloch je to, že funguje výhradne na trendových trhoch. V momente keď sa trend stratí, obchody začnú končiť v strate. To znamená, že v prípade ak trend nie je jasný alebo sa trh nachádza v „chode do strany“ mali by sme sa v takomto čase vstupom do obchodných pozícií vyhnúť.

Obrázok 10: Použitie Keltnerových kanálov pri netrendovom trhu
(zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



Druhým dôležitým indikátorom je Stochastický oscilátor(Stochastic oscillator – SC). Tento indikátor je ďalším indikátorom, ktorý je veľmi užitočný pri obchodovaní volatilných akcií. Stochastický oscilátor je však užitočnejší vtedy, keď nie je nastolený žiadny trend, čiže cena ide do strany. Volatilné akcie sa často takto „usadia“ pred tým ako sa rozhodnú sa vybrať rastúcim alebo klesajúcim trendom. Z dôvodu že volatilné akcie často vykonávajú silné a rýchle pohyby, ktoré nám môžu rýchlo vytvoriť stratovú pozíciu. Preto je rozumné počkať na potvrdenie obratu trhu. A práve toto potvrdenie nám poskytuje Stochastický oscilátor. Avšak SC sa dá využiť aj na osobitnú obchodnú stratégiu ktorú si predstavíme.

Namiesto merania ceny alebo objemu stochastický oscilátor porovnáva najnovšiu uzatváraciu cenu rozsahom ceny počas pevného určeného minulého obdobia (napr. 5 dní

alebo 10 hodín). Vo všeobecnosti však používa 14 predchádzajúcich jednotiek času. Cieľom indikátora je predpovedať body zvrátenia ceny porovnaním poslednej ceny s predchádzajúcimi cenovými pohybmi[26].

Tento dvojriadkový indikátor je možné zadať do ľubovoľného grafu a pohybuje sa medzi 0 a 100. Indikátor ukazuje, ako je aktuálna cena v porovnaní s najvyššou a najnižšou cenovou úrovňou počas vopred určeného minulého obdobia. Keďže obdobie zvyčajne pozostáva zo 14 jednotlivých období, v týždennom grafe to bude 14 týždňov. Na hodinovom grafe teda 14 hodín.

Keď vývoj ceny nemá jasný smer, pri stratégii založenej na Stochastickom oscilátore otvárame krátku pozíciu vtedy, keď sa SC pohne nad 80 a vráti sa späť pod 80. Stop loss nastavíme tesne nad lokálne maximum a target nastavíme na hodnotu na 70% rozsahu smerom nadol od vstupu do pozície.

Do dlhej pozície vstupujeme vtedy keď SC klesne pod 20 a následne sa vráti na hodnotu 20. Stop loss nastavíme pod aktuálne minimum a náš target nastavíme na 70% rozsahu smerom nahor od vstupu do pozície. To znamená, že ak je rozsah, od maxima k minimu \$10, tak target je vložený \$2.5 pod maximom a \$7.5 nad minimom.

Pozície sú otvárané keď cena prekročí na SC hodnotu 80 alebo 20. Nečakáme na dokončenie sviečky/stĺpca obchody sa uzatvárajú hneď, keď cena prekročí spúšťaciu hranicu. V priebehu obchodu do neho nezasahujeme a necháme aby sa vykonal target alebo stop loss. Ak sa cena dosiahne target, dosiahli sme zisk a je veľká pravdepodobnosť, že o chvíľu sa vyvinie signál v opačnom smere.

Výhodou tejto stratégie je to, že čaká na návrat do výhodnej oblasti kde sa cena začína pohybovať v smere nášho obchodu pri vstupe. To nám umožňuje nastaviť pomerne malý stop loss a pomer odmeny k riziku bude 2:1 alebo vyšší.

Obrázok 11: Využitie stochastického oscilátora

(zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



Nevýhodou tejto stratégie sú falošné signály, ktoré sú typické situáciou že, keď indikátor prekročí hranicu 80 (pre krátke obchody) a vráti sa naspäť hore alebo 20 (pre dlhé obchody) a vráti sa naspäť dole. Tieto obchody spravidla končia stratou a tieto situácie sú trňom v oku nejednej obchodnej stratégie. SC sa pohybuje pomalšie ako cena, čo môže zapríčiniť že algoritmus vstúpi do obchodnej pozície keď už je cena blízko targetu. V tomto prípade je nežiadúce do obchodu vstupovať, pretože potenciálny zisk môže byť výrazne menší ako riziko straty, ktoré obchodník podstupuje. Pri vstupe do obchodu by mal byť potenciálny zisk aspoň 1.5 krát väčší ako riziko [32].

3.3 Obchodné stratégie využívané pri algoritmickej obchodovaní

Každá stratégia využívaná pri algoritmickej obchodovaní je vystavaná okolo identifikovanej príležitosti, ako sme si už ukázali vyššie. Táto príležitosť musí byť zisková z hľadiska zvýšenia ziskov alebo zníženia nákladov. Teraz si bližšie špecifikujeme bežne používané stratégie pri algoritmickej obchodovaní.

Trendové stratégie:

Drvivá väčšina obchodných algoritmov využíva stratégie založené práve na sledovaní trendu. V týchto stratégiách sa používajú najmä indikátory kĺzavých priemerov. Stratégie sa zameriavajú na príležitosti vyplývajúce z nasledovania trendu, obrátenia trendu alebo z kanálových breakout-ov. Trendové stratégie majú tú výhodu, že sú pomerne jednoducho naprogramovateľné. Už vyššie spomínaná trendová stratégia s kĺzavými priermi je veľmi jednoduchá no zároveň účinná.

Na určenie trendu nie je potrebné nutne používať technické indikátory. Trend dokážeme určiť aj za pomoci vlastných očí[32]:

- Ak maximálne a minimálne hodnoty ceny daných akcií za určitý časový interval klesajú, tak sa jedná o klesajúci trend.

Obrázok 12: Klesajúci trend
(zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



- Ak maximálne a minimálne hodnoty ceny daných akcií za určitý časový interval stúpajú, tak sa jedná o stúpajúci trend.

Obrázok 14: Stúpajúci trend (zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



- Ak nevyhovuje ani jedna z predošlých podmienok, tak trend nie je jasný a tým pádom akcie oscilujú.

Obrázok 16: Trh bez jasne definovaného trendu (zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



Stratégie na základe arbitrážnych príležitosti:

Táto stratégia využíva rozdielne ceny rovnakých akcií na rôznych burzách. V skratke to funguje tak, že ak na burze A sú akcie XX predávané za \$100 a na burze B za \$105, nakúpime akcie XX na burze A a v krátkom čase ich následne predáme na burze B, z čoho nám vyplýva, že dosiahneme zisk \$5 na akciu. Túto stratégiu možno aplikovať na akcie, či komoditné futurity. Algoritmus založený na tejto stratégii dokáže rôzne ceny rovnakých akcií identifikovať a následne ich zobchodovať s relatívne nízkym rizikom. Implementácia takéhoto algoritmu je však relatívne náročná.

Rebalancovanie indexových fondov:

ETF fondy, ktoré sa viažu na akciové indexy, majú stanovenú dobu kedy sa váhové koeficienty opakovaním vyvažujú tak aby boli totožne s akciovým indexom na ktorý sa viažu. Ak sa hodnota akcie X zvýši o 25 %, zatiaľ čo akcia Y získa iba 5 %, veľká časť hodnoty v portfóliu je viazaná na akciu X. Následne ak akcia X utrpí náhly pokles, portfólio utrpí väčšie straty. V časoch vysokej volatility môžu tieto výkyvy poriadne zatiať naším obchodným účtom, no rovnako to môže byť aj príležitosť.

Rebalancovanie umožní presmerovať časť prostriedkov aktuálne alokovaných v akcii X do inej investície, či už ide o ďalšiu kúpu akcií Y alebo kúpu nových akcií A. Rozložením finančných prostriedkov medzi viacero akcií bude pokles jednej zmenšený a kompenzovaný aktívami ostatných, čo môže vášmu portfóliu poskytnúť vyššiu úroveň stability. Implementovanie takéhoto algoritmu nám pomáha znižovať stratu počas vyššej volatility oproti indexu daného indexu.

Obchodovanie na základe rozsahu - návrat k priemernej cene:

Pri obchodovaní na základe rozsahu sa počíta s tým že nadhodnotenie alebo podhodnotenie cien akcií je krátkodobé a cena sa vráti späť k priemernej cene. Algoritmus založený na tejto stratégii je navrhnutý tak aby určoval rozsah ceny za určitú časovú jednotku a otváral obchodné pozície keď je cena mimo rozsahu a zatváral keď sa vráti naspäť k priemernej cene.

Existuje aj jednoduchšia stratégia založená na časovom rozsahu, kedy algoritmus otvára pozíciu na začiatku a zatvára ju na konci mesiaca. Táto stratégia sa využíva

výhradne pri komoditných futuritách, ktorých cena sa približovaním k expirácií buď zvyšuje alebo znižuje.

Stratégia založená na priemernej cene váženej objemom:

Táto stratégia namiesto jedného obchodu veľkého objemu vykoná veľa obchodov s malými objemami. Stratégiou je otvárať obchody malého objemu k váženej priemernej cene, čím algoritmus dosahuje zisk. Podobne funguje aj stratégia s priemerným váženým časom.

Percentuálny podiel objemu (POV):

Kým nie je obchodná pozícia uzavretá, algoritmus založený na tejto stratégii vykonáva príkazy podľa vopred stanovených proporcií vzhľadom na aktuálny objem obchodovaných akcií XY v danej chvíli na trhu.

Stratégia využíva prediktívny algoritmus, ktorý neustále aktualizuje prognózy objemu, aby sa rozhodlo o ďalšom množstve objednávky, cene a smere. Algoritmus zakladá svoje rozhodnutie na zobchodovanom objeme v rámci stanoveného obdobia. Ceny sú zvyčajne veľmi blízke trhovým cenám. Nevykonávaním veľkých objemov alebo celého množstva príliš rýchlo, percento objemu pomáha minimalizovať vplyv na trh.

3.4 Porovnanie obchodných algoritmov

Po načrtnutí viacerých obchodných stratégií sa dostávame k porovnaniu už konkrétnych algoritmov založených na týchto stratégiách. Pri každom algoritme si ho predstavíme, povieme si na akom princípe funguje s akými aktívami obchoduje, spravíme si štatistiku jeho ziskov a porovnáme to so ziskami akciového indexu S&P 500 pri jeho držaní za rovnaký čas. Ak sú zisky menšie ako pri indexe S&P 500 je teoreticky zbytočne daný algoritmus využívať pretože je jednoduchšie akcie len držať ako s nimi frekventovanejšie obchodovať.

3.4.1 Algoritmus založený na nasledovaní trendu

Prvý testovaný algoritmus je založený na stratégií, ktorá využíva momentum trhu a správne načasovanie vstupu do obchodnej pozície. Jednou z výhod tejto konkrétnej stratégie je, že obchoduje s viacerými aktívami. Samotný algoritmus nie je zložitý, ba dokonca ho možno prirovnať k už vyššie spomínanému, no napriek tomu je efektívna. Stratégia je založená na klzavom priemere, s cieľom nakupovať danú triedu aktív v čase,

keď existuje vyššia pravdepodobnosť vyššej výkonnosti ako pri jednoduchom nakúpení a držaní akcií (buy and hold).

Autor tohto algoritmu uvádza, že cieľom nebolo vytvoriť zložitý algoritmus, ale skôr vytvoriť jednoduchý obchodný algoritmus, ktorý funguje na väčšine trhov, čo umožňuje tento algoritmus upraviť tak aby vyhovoval individuálnym potrebám investora [27].

Tento algoritmus otvára dlhú pozíciu vtedy keď mesačná cena je vyššia ako 10 mesačný kľzavý priemer a zatvára ju keď je cena nižšia ako 10 mesačný kľzavý priemer. Všetky vstupné a výstupné ceny sú zadávané v daný deň pri zatvorení. Model je aktualizovaný raz za mesiac v posledný deň v mesiaci, čo znamená že kolísanie cien je počas ostatných dní v mesiaci ignorované. Fungovanie tohto algoritmu je znázornené na nasledujúcom obrázku.

Obrázok 18: Vizualizácia fungovania algoritmu č.1
(zdroj: vlastné spracovanie na platforme tradingview.com)



Výhodou tohto algoritmu je, že dokáže obchodovať viac rôznych aktív súbežne. Obchodované portfólio obsahuje 5 ETF fondov a to sú: SPY, EFA, BND, VNQ a GSG. SPY je fond, ktorý sa viaže na index S&P 500 obsahujúci akcie 500 najväčších firiem v USA ako napríklad Apple, Microsoft, Tesla či Meta. EFA obsahuje akcie pochádzajúce

z území mimo USA čo zahŕňa západnú Európu, východnú Áziu či Austráliu. Tento fond prináša nášmu portfóliu geografickú diverzifikáciu, čo znamená, že ak by sa stala nejaká katastrofa v celom USA naše straty zo SPY fondu zmiernia zisky napríklad z EFA fondu. Ďalším fondom je BND. Tento populárny konzervatívny fond ponúka štátne a korporátne dlhopisy. VNQ je americký realitný fond a GSG obsahuje komodity ako drahé kovy, obilniny, ropa alebo plyn. Každý ETF fond má v portfóliu rovnakú váhu.

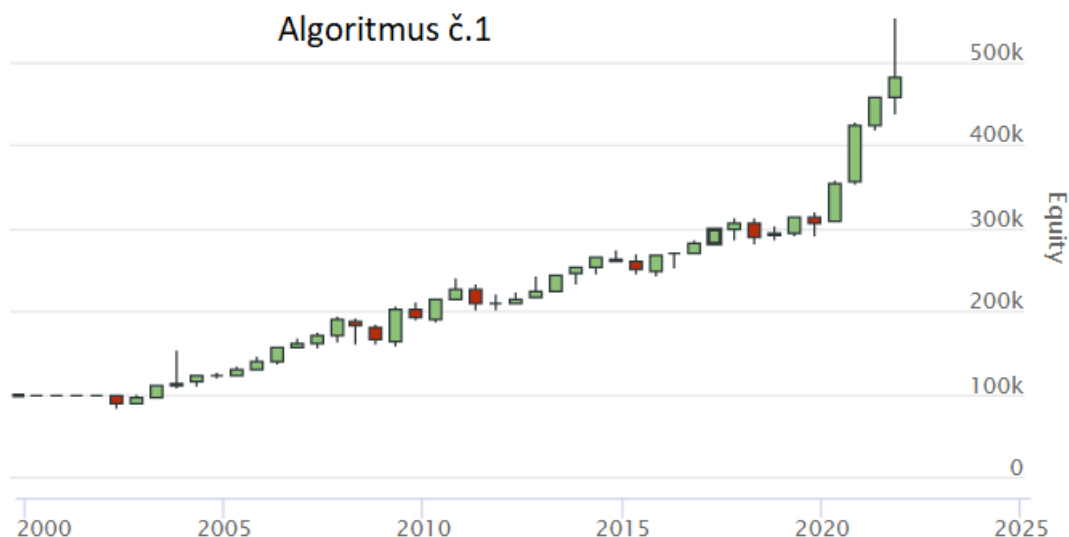
Ako môžeme vidieť, portfólio tohto obchodného algoritmu je veľmi dobre diverzifikované. V prípade, že sa akciám nedarí, náš algoritmus nebude otvárať pozície ale môže sa stať, že v rovnakom čase sa bude dariť realitám a komoditám, kde bude algoritmus dosahovať zisk.

Teraz náš algoritmus budeme testovať na historických dátach a porovnáme ho s výkonnosťou indexu S&P 500. Náš algoritmus budeme testovať v období od 1. 1. 2000 až po 1. 4. 2022 s pevnou počiatočnou investíciou \$100000.

Tabuľka 1: Porovnanie výkonnosti algoritmu č.1 a S&P 500 (zdroj: vlastné spracovanie)

| | Testovaný algoritmus č.1 | Index S&P 500 |
|---------------------------------|--------------------------|---------------|
| Počiatočná hodnota 1.1.2000 | \$100 000 | \$100 000 |
| Konečná hodnota(hrubá 1.4.2022) | \$511 200 | \$443 949 |
| Hodnota po odčítaní poplatkov | \$508 580 | \$425 085 |
| Zisk | \$408 540 | \$325 085 |
| Zisk v % | 408,54% | 325,08% |

Obrázok 20: Graf výkonnosti algoritmu č.1 (zdroj: vlastné spracovanie)



Obrázok 22: Graf výkonnosti indexu S&P 500 (zdroj: vlastné spracovanie)



Ako zo štatistík môžeme vidieť za 20 rokov bol nami testovaný algoritmus ziskovejší o 83,46 percentuálnych bodov. Podľa grafov môžeme usúdiť, že od roku 2000 až po rok 2010 sa indexu S&P 500 veľmi nedarilo hlavne kvôli ekonomickej kríze v roku 2008. No náš algoritmus bol aj napriek kríze ziskový. V rokoch ekonomickej expanzie 2010-2022 boli výkonnosti veľmi podobné. Počas pandemickej krízy akcie v indexovom fonde S&P 500 zaznamenali značný prepád, no následne sa spamätali a začali prudko rásť. Zatiaľ čo náš algoritmus takmer žiadne straty nezaznamenal a konštantne rástol. Úspešnosť uzavretých obchodov v zisku pri našom algoritme bola 86%.

3.4.2 Algoritmus založený na arbitrážnych príležitostiach

Druhý, arbitrážny algoritmus, ako už bolo spomenuté, využíva rozdielne ceny rovnakých na rôznych burzách. Čiže akcií je založený na kupovaní konkrétnych akcií na jednej burze za účelom ich predaja na inej burze, vďaka čomu dosahuje zisk s menším rizikom.

Tento algoritmus obchoduje s akciami veľkých európskych klubov. Keďže stávkovanie je veľmi riskantné a u 90% stávkárov aj stratové, je tu ešte jedna možnosť ako na futbale zarobiť bez aktívneho pôsobenia v danom klube. Na základe akademickej štúdie Nikolaosa Vlastakovisa[28], ktorá poukazuje na nedostatky verejne obchodovaných akcií veľkých futbalových klubov, sa autor tohto algoritmu rozhodol tieto nedostatky využiť [29]. Investori pred dôležitými zápasmi preceňujú akcie týchto klubov, pretože veria

v pozitívny výsledok. Zápasy však často končia remízou alebo prehrou a v tom prípade akcie prinášajú stratu.

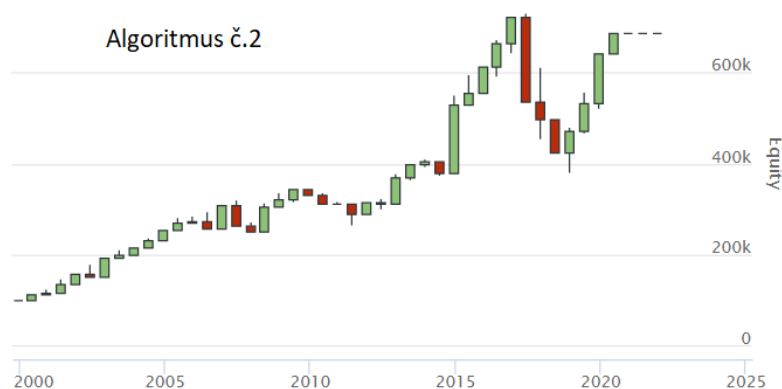
Nami skúmaný algoritmus teda funguje tak, že portfólio pozostáva z akcií likvidných futbalových klubov, ktoré sú verejne obchodovateľné. Keďže sú investori pred dôležitými zápasmi, ako sú stretnutia v európskych súťažiach, prehnane optimistický obchodnou stratégiou bude na konci dňa pred zápasom otvoriť dlhú obchodnú pozíciu, znamenajúcu špekuláciu na rast ceny, táto pozícia je otvorená jeden deň, čiže sa zatvorí ešte pred efektom prípadného zlého výsledku. Algoritmus kupuje akcie na burze kde je cena akcií daného klubu najnižšia a predáva ich na burze kde je ich cena najvyššia. V prípade, že v daný deň hrá zápas viac klubov z nášho ich váha v portfóliu je rovnaká. Portfólio obsahuje akcie týchto európskych klubov: FC Porto, Sporting Lisabon, Benfica Lisabon, Lazio Rím, AS Rím, Ajax Amsterdam, Juventus Turín, Manchester United, BVB Dortmund a Celtic Glasgow.

Následne sa môžeme pozrieť na ziskovosť algoritmu v porovnaní s akciovým indexom S&P 500.

Tabuľka 2: Porovnanie výkonnosti algoritmu č.2 a S&P 500 (zdroj: vlastné spracovanie)

| | Testovaný algoritmus č. 2 | Index S&P 500 |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------|
| Počiatočná hodnota 1.1.2000 | \$100 000 | \$100 000 |
| Konečná hodnota(hrubá 1.4.2022 | \$687 311 | \$443 949 |
| Hodnota po odčítaní poplatkov | \$673 232 | \$425 085 |
| Zisk | \$573 232 | \$325 085 |
| Zisk v % | 573,23% | 325,08% |

Obrázok 24: Graf výkonnosti algoritmu č. 2 (zdroj: vlastné spracovanie)



Na základe analýzy môžeme konštatovať, že testovaný algoritmus bol za 22 rokov o 248 percentuálnych bodov výnosnejší, čo činí rozdiel \$248 000 na konci testovacieho obdobia, pri počiatočnej investícii \$100 000. V prvých desiatich rokoch bol algoritmus konštantne ziskový no v rokoch 2017 a 2018 bol stratový. Rozdiel imania medzi začiatkom roka 2017 a polovici roka 2018 bol takmer \$200 000. No tieto straty boli nakoniec vyrovnané. Zatiaľ čo S&p 500 práve naopak, prvých 10 rokov takmer stagnoval a od roku 2010 konštantne rástol až na začiatok pandémie, kde bol prudký prepád, no po oživení ekonomiky začal znovu prudko rásť.

3.4.3 Algoritmus na základe časového rozsahu

Náš tretí testovaný algoritmus obchoduje s komoditnými futuritami. Komoditné futurity sú termínované obchody založené na tom, že dnes uzatvorené obchody budú vysporiadané v pevne stanovenom dátume v budúcnosti. Výhoda pri obchodovaní komoditných futurít spočíva v tom, že komodity sú poistkou proti inflácií a ich návratnosť je porovnateľná s návratnosťou akcií. Pomocou komoditných futurít prenášajú výrobcovia a spotrebiteľia určitej komodity riziko výkyvov cien na špekulantov, ktorí sú ochotní podstúpiť toto riziko s vidinou veľkého potenciálneho zisku. Portfólio nášho algoritmu je zložený z futurít na tieto komodity: sója, sójový olej, pšenica, kukurica, ovos, dobytok, chudé mäso, zlato, striebro, med', paládium, ryža, plyn, mlieko, ropa, pohonné hmoty, kakao, bavlna, káva, rastlinné oleje, pomarančový džús a cukor.

Obchodná stratégia tohto algoritmu je pomerne jednoduchá. Na začiatku každého mesiaca algoritmus vyberie 20% komodít z portfólia, ktoré majú najvyšší roll-return a otvorí krátku pozíciu s cieľom klesajúcej ceny. Zároveň vyberie 20% komodít z portfólia, ktoré majú roll-return najnižší a otvorí dlhú pozíciu špekulujúcu na rast ceny. Obidve tieto pozície nechá algoritmus otvorené jeden mesiac[30]. Po zatvorení pozícií sa algoritmus opakuje. Tento algoritmus je však vhodný do „slniečného počasia“ a nie je ziskový počas medvedieho trhu.

Po predstavení nášho algoritmu sa môžeme posunúť k výkonnostnej analýze tretieho testovaného algoritmu s počiatočnou investíciou, dňa 1.1.2000.

Tabuľka 3: Porovnanie výkonnosti algoritmu č.3 a S&P 500 (zdroj: vlastné spracovanie)

| | Testovaný algoritmus č. 3 | Index S&P 500 |
|---|---------------------------|---------------|
| Počiatočná hodnota 1.1.2000 | \$100 000 | \$100 000 |
| Konečná hodnota(hrubá 1.4.2022 | \$400 567 | \$443 949 |
| Hodnota po odčítaní poplatkov | \$394 155 | \$425 085 |
| Zisk | \$294 155 | \$325 085 |
| Zisk v % | 294,15% | 325,08% |

Obrázok 26 Graf výkonnosti algoritmu č.3 (zdroj: vlastné spracovanie)



Z grafu môžeme vyčítať že náš algoritmus bol výkonný od ekonomickej krízy v roku 2008. Tu naše imanie sa konštantne zhodnocovalo a v roku 2016 malo hodnotu až \$600 000. Ďalšie roky až dodnes bol algoritmus pomerne stratový a výsledná hodnota imania je \$400 567 čo je o \$43 382 menej ako dokázal ako dokázal zhodnotiť našu počiatočnú investíciu indexový fond S&P 500 pomocou obchodnej stratégie „buy and hold“ alebo nákup a drž. Z toho nám vyplýva, že táto stratégia nie je dostatočne efektívna, pretože je menej zisková a zároveň implementovanie obchodného algoritmu do platformy nášho burzového makléra je zložitejšie ako samotná kúpa a držanie S&P 500.

3.4.4 Sumarizácia výsledkov

V tabuľke číslo 4 vidíme porovnanie výsledkov testovania troch algoritmov a Amerického akciového indexu S&P 500. Ako môžeme vidieť najvýkonnejší bol algoritmus číslo 2 ktorý za 20 rokov dokázal vygenerovať zisk \$573 232 pri počiatočnej investícii \$100 000. Zatiaľ čo S&P 500 dosiahol zisk \$325 085. Trendový algoritmus číslo 1 bol výkonnosťou niečo medzi algoritmom číslo 2 a S&P 500, s dosiahnutým ziskom \$408 580. Najhoršie výsledky v testovaní dosiahol algoritmus číslo 3, ktorý svojou stratégiou s presným časovým rozsahom nedokázal vygenerovať ani taký zisk ako index S&P 500. Z toho nám vyplýva, že algoritmus číslo 3 je neefektívny, preto tento algoritmus neodporúčame implementovať do reálneho obchodovania.

Tabuľka 4: Záverečné porovnanie všetkých testovaných algoritmov a S&P 500

(zdroj: vlastné spracovanie)

| | Testovaný algoritmus č. 1 | Testovaný algoritmus č. 2 | Testovaný algoritmus č. 3 | Index S&P 500 |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
| Stratégia | Nasledovanie trendu | Arbitrážne príležitosti | Časový rozsah | Nakúp a drž |
| Počiatočná hodnota 1.1.2000 | \$100 000 | \$100 000 | \$100 000 | \$100 000 |
| Konečná hodnota(hrubá 1.4.2022 | \$511 200 | \$687 311 | \$400 567 | \$443 949 |
| Hodnota po odčítaní poplatkov | \$508 580 | \$673 232 | \$394 155 | \$425 085 |
| Zisk | \$408 540 | \$573 232 | \$294 155 | \$325 085 |
| Zisk v % | 408,54% | 573,23% | 294,15% | 325,08% |

Záver

Cieľom práce bolo rozšíriť povedomie o obchodovaní na burze s užšou špecifikáciou na algoritmičné obchodovanie. V prvej časti sme si prehľadli svoje poznatky o základných prístupoch k obchodovaniu na burze, konkrétne aký je rozdiel medzi dlhodobým investovaním a špekulovaním. Ďalej sme si priblížili najviac obchodované cenné papiere na burzách a rozčlenili sme trhy cenných papierov. Po týchto základných informáciách sme prirodzene pokračovali na to, ako s cennými papiermi obchodovať a vysvetlili sme si príkazy potrebné na otvorenie obchodných pozícií. V podkapitole 1.6 sme rozobrali typické znaky medvedieho a býčieho trhu a správanie sa investorov v takýchto situáciách. Na konci teoretickej časti sa dostali k algoritmičnému obchodovaniu, k jeho predispozíciám a výhodám, ktoré z jeho využitia plynú.

Ďalším cieľom práce bolo predstaviť a porovnať obchodné algoritmy, obchodujúce na burze, založené na rôznych obchodných stratégiách. No najprv bolo potrebné predstaviť si vhodné nástroje na testovanie týchto algoritmov. Na plnenie našich cieľov sme použili dve vývojové prostredia Quantconnect a MQL5 a rozsiahlu databázu Quantpedia.

Keď už sme sa oboznámili s pracovným prostredím, ďalším dôležitým krokom k cieľu bolo pochopiť funkcionality indikátorov používaných vo väčšine obchodných algoritmov a taktiež prehľadiť svoje znalosti o obchodných stratégiách vhodných pre tento typ obchodovania. Indikátory Keltnerové kánaly a stochastický oscilátor sme si podrobne popísali a následne sme ich konkrétne využitie vykreslili na príklade. Po technických indikátoroch nasledovali obchodné stratégie, ktoré sme v krátkosti vysvetlili a uviedli príklad ich využitia.

Z vyššie spomenutých obchodných stratégií sme vybrali tri, podľa ktorých sme vybrali aj algoritmy na testovanie. Prvý bol založený na trendovej stratégii, konkrétne na nasledovaní trendu a jeho portfólio bolo založené na ETF fondoch akciových, dlhopisových a komoditných. Druhý bol založený na arbitrážnych príležitostiach a psychologickú hru s obchodníkmi obchodujúcimi akcie futbalových klubov. Posledný, tretí, algoritmus obchodoval s komoditnými futuritami a svoje obchodné pozície držal otvorené presne stanovený časový rozsah, a to jeden mesiac.

Všetky algoritmy sme testovali na testovacom období od 1. januára 2000 do 1. marca 2022. Ako počiatočnú investíciu sme si určili \$100 000 a pre jasnosť našich výsledkov sme si stanovili, že mesačnú investíciu do simulácie pridávať nebudeme.

Po vykonaní simulácií všetkých troch algoritmov sme si pre prehľadnosť našich výsledkov vytvorili tabuľku, kde sme si výkonnosť algoritmov v porovnaní s S&P 500 mohli zanalyzovať. Najziskovejším algoritmom bol algoritmus číslo 2, ktorý za 20 rokov dosiahol zisk až 573% z počiatočného vkladu, zatiaľ čo index S&P 500 dosiahol 325%. Počas testovacieho však tento algoritmus zaznamenal značné výkyvy, čo svedčí aj o tom, že miera rizika je pomerne veľká.

Algoritmus číslo 3 v našom testovaní dopadol najhoršie. Síce zisk zaznamenal no tento zisk bol len 294%, čo nedosahuje ani na výkonnosť akciového indexu S&P 500. Vzhľadom na náročnosť implementácie obchodných algoritmov do platforiem burzových maklérov, je v tomto prípade rozumnejšie držať sa osvedčenej stratégie „nakúp a drž“, keďže táto stratégia je jednoduchšia a aj ziskovejšia.

Výkonnosťou sa niekde na pomedzí S&P 500 a algoritmu číslo 2 umiestnil trendový algoritmus číslo 1 so ziskom 408% z počiatočného vkladu. Hodnota simulovaného imania tohto algoritmu, počas celého testovacieho obdobia konštantne rástla a nezaznamenala žiadne väčšie straty. Dôvodom môže byť jednoduchá ale efektívna stratégia, ale aj vysoko diverzifikované portfólio. Z toho môžeme usúdiť, že miera rizika je vzhľadom na ostatné testované algoritmy pomerne nízka a dá si prirovnať k stratégií, ktorú sme použili pri indexe S&P 500.

Ak by sme mali odporučiť na reálne použitie jeden z testovaných algoritmov, tak po dlhšej úvahe ako alternatívu k bežnému dlhodobému investovaniu do ETF fondov alebo akciových indexov, by sme odporučili zlatú strednú cestu, a to algoritmus číslo 1, ktorý napriek svojej jednoduchosti dokázal vygenerovať väčší zisk ako akciový index. K tomuto cieľu mu však dopomohlo diverzifikované portfólio. Toto portfólio obsahovalo 5 ETF fondov založených na Amerických a mimoamerických akciách, Amerických realitách, dlhopisoch a komoditách.

Na záver tejto práce podotýkame, že táto práca spĺňa všetky uvedené ciele v plnom rozsahu.

Zoznam použitej literatúry

1. **KASÍK, Radoslav.** Čo je investovanie a čo znamená investovať? [elektronický zdroj]. Bratislava, 23.8.2019. [cit. 10.10.2021]. Dostupné na: <https://www.finax.eu/sk/blog/co-je-investovanie-a-co-znamena-investovat>
2. **X-TRADE BROKERS.** Risk Management - Úvod do riadenia rizika [elektronický zdroj] Bratislava. [cit. 10.10.2021]. Dostupné na: <https://www.xtb.com/sk/vzdelavanie/risk-management-uvod-do-riadenia-rizika>
3. **HAYES, Adam.** Stock Basics Tutorial. Investopedia. [elektronický zdroj] New York, 16.3. 2021. [cit. 10.10.2021]. Dostupné na <https://www.investopedia.com/terms/s/stock.asp>
4. **HAYES, Adam.** Stocks Basics: What Are Stocks? Investopedia. [elektronický zdroj] New York, 13.4.2021. [cit. 10.10.2021]. Dostupné na: <http://www.investopedia.com/university/stocks/stocks1.asp>
5. **VITÁSEK, Roman.** Poznáte zlaté pravidlo investovania?[elektronický zdroj] Bratislava, 26.4.2021. [cit. 18.10.2021]. Dostupné na: <https://iad.sk/investujte-s-nami/poznate-zlate-pravidlo-investovania/>
6. [anon]. Počiatočná verejná ponuka (IPO) [elektronický zdroj]. [cit. 18.10.2021]. Dostupné na <https://investopedia.sk/2020/10/19/pociatocna-verejna-ponuka-ipo-initial-public-offering-ipo/>
7. **HAYES, Adam.** Stocks Basics: Different Types Of Stocks. Investopedia. [elektronický zdroj] New York, 28.6.2021. [cit. 18.10.2021]. Dostupné na: <http://www.investopedia.com/university/stocks/stocks2.asp>
8. **Quantumonline.com.** [elektronický zdroj]. 2022. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na <https://www.quantumon+line.com/ParentCoSearch.cfm?tickersymbol=JPM>
9. [anon]. Burzy [elektronický zdroj] EUROEKONOM 23.12.2019. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <https://www.euroekonom.sk/financie/burzy/>
10. **Encyclopædia Britannica, Inc.** New York Stock Exchange (NYSE). Encyclopædia Britannica. [elektronický zdroj] 19.1.2021. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <https://www.britannica.com/topic/New-York-Stock-Exchange>
11. **FRANKEL, Matthew.** Trading on the Over-the-Counter (OTC) Market [elektronický zdroj] 1.5.2021. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <https://www.fool.com/investing/stock-market/exchange/otc-markets/>

12. **INVESTOPEDIA TEAM**, Dow Jones Industrial Average vs. S&P 500: Knowing the Difference [elektronický zdroj]. 11.1.2022. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/ask/answers/difference-between-dow-jones-industrial-average-and-sp-500/>
13. **HAYES, Adam**. Ticker Tape [elektronický zdroj] New York, 20.10.2021. [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/t/tickertape.asp>
14. **KRAMER, Michael**. Limit order [Elektronický zdroj]. 28.2.2021. [cit. 21.2.2022]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/l/limitorder.asp>
15. **INVESTOPEDIA TEAM**. The Stop-Loss Order—Make Sure You Use It.. [elektronický zdroj]. 14.10.2021. [cit. 22.2.2022]. Dostupné na: <http://www.thedigeratilife.com/blog/stop-lossorders/>
16. [anon]. Typy obchodných príkazov [elektronický zdroj]. Etrading.sk. [cit. 22.2.2022]. Dostupné na: <https://www.etrading.sk/zaklady-investovanie-burza/59-typy-obchodnych-prikazov>
17. **MARQUIT, Miranda – CURRY, Benjamin**. DRIP Investing: What Is A Dividend Reinvestment Plan? [elektronický zdroj]. 1.12.2020. [cit. 1.3.2022]. Dostupné na: <https://www.forbes.com/advisor/investing/drip-dividend-reinvestment-plan/>
18. **SAGAN, Peter**. Tulipánová kríza v Holandsku [elektronický zdroj] 22.6.2020. [cit. 1.3.2022]. Dostupné na <https://www.investuj-s-petrom-saganom.sk/articles/tulipanova-kriza-v-holandsku>
19. **JURČÁK, Gabriel**. Volatilita, její význam a druhy: historická vs. implikovaná volatilita [elektronický zdroj]. 5.1.2020. [cit. 2.3.2022]. Dostupné na: <https://www.lynxbroker.cz/investovani/burzovni-trhy/opce/volatilita/zaklady-obchodovani-opci-9-historicka-vs-implikovana-volatilita/>
20. **Vestyl Software L.L.C.** StockFetcher Stock Screening and Analysis. [elektronický zdroj] 2016. [cit. 13.4.2022]. <http://stockfetcher.com/>
21. **FINVIZ.com**. Screener [elektronický zdroj] 2007-2022. [cit. 13.4.2022]. Dostupné na <https://finviz.com/screener.ashx>
22. **CHEN, James**. Algorithmic Trading [elektronický zdroj]. 31.1.2022. [cit. 15.4.2022]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp>
23. **QUANTCONNECT**. [elektronický zdroj]. [cit. 15.4.2022]. Dostupné na: <https://www.quantconnect.com/about>

24. **QUANTPEDIA.** [elektronický zdroj]. [cit. 29.4.2022]. Dostupné na: <https://quantpedia.com/how-it-works/>
25. **METAQUOTES.** [elektronický zdroj]. [cit. 29.4.2022]. Dostupné na: <https://www.metaquotes.net/en/metatrader5>
26. **PALUTEDER, Diana.** Stochastic Oscillator Explained | Definition & Examples [elektronický zdroj]. 1.3.2022. [cit. 30.4.2022]. Dostupné na: <https://finbold.com/guide/stochastic-oscillator-definition/>
27. **FABER, Meb.** A Quantitative Approach to Tactical Asset Allocation [elektronický zdroj]. 3.3.2014. [cit. 30.4.2022]. Dostupné na: <https://quantpedia.com/strategies/asset-class-trend-following/>
28. **VLASTAKIS, Nikolaos** et al. How efficient is the European football betting market? Evidence from arbitrage and trading strategies [elektronický zdroj]. University of Essex, 27.11.2008. [cit. 30.4.2022]. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/for.1085>
29. **BERNILE, Gennaro** – EVGENY, Lyandres. Understanding Investor Sentiment: The Case of Soccer [elektronický zdroj]. 12.11.2013. [cit. 30.4.2022]. Dostupné na: <https://quantpedia.com/strategies/soccer-clubs-stocks-arbitrage/>
30. **FUERTEES, Ana-Maria** et al. Tactical Allocation in Commodity Futures Markets: Combining Momentum and Term Structure Signals [elektronický zdroj]. Londýn, 11.9.2019. [cit. 1.5.2022]. Dostupné na: <https://quantpedia.com/strategies/term-structure-effect-in-commodities/>
31. **SPLÍTEK, Mikuláš.** Jak se stát investorem. 1. vyd. Brno: Jan Melvil Publishing, 2020. 320 s. ISBN 978-80-7555-107-8.
32. **TUREK, Ludvík.** Price action 2. 1. vyd. Praha: Czechwealth, 2017. 268 s. EAN:8588007277950.
33. **HILPISCH, Yves.** Python for Algorithmic Trading. USA: O'Reilly Media, 2020. 350 s. ISBN: 149205335X.
34. **GRAHAM, Benjamin.** Inteligentní investor. Praha: Grada, 2007. 504 s. ISBN: 149205335X.
35. **NARANG, Rishi.** Inside the black box. USA: Wiley & Sons, 2013. 336 s. ISBN : 9781118362419.