

Mendelova univerzita v Brně
Provozně ekonomická fakulta

Automatické obchodné systémy

Bakalárska práca

Vedúci práce:
doc. Ing. Oldřich Trenz, Ph.D.

Matej Skok

Brno 2016

Touto cestou sa chcem poďakovať pánovi doc. Ing. Oldřichovi Trenzovi, Ph.D., ktorý ma dôkladne viedol a usmerňoval moju snahu k napísaní tejto záverečnej práce. Taktiež ďakujem za ochotu a cenné rady, ktoré som v tejto práci zúžitkoval.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto prácu: **Automatické obchodné systémy** vypracoval samostatne a všetky použité pramene a informácie sú uvedené v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov, a v súlade s platnou *Smernicou o zverejňovaní vysokoškolských zverejňovacích prácach*.

Som si vedomý, že se na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy a užitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity o tom, že predmetná licenčná zmluva nieje v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity, a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

.....

Abstract

Skok, M. Automated trading systems. Brno, 2016.

The bachelor thesis is considered to the field of automated trading systems (ATS), which are used on the financial markets for making money. There are theoretic scopes in this thesis as same as approaches to trading and building own automated trading system. The output of this project is the automated trading system which is based on basic principles of commodity exchange. There is also a documentation of the whole process of building the strategy and its implementation with NinjaScript programming language in NinjaTrader platform. The important inspiration of the system design is discretionary trading system called Orderflow, which functionality and logic was written by successfull czech trader Petr Podhajský in his ebook.

Keywords

automated trading system, ATS, artificial intelligence, commodity exchange, financial markets, NinjaTrader, NinjaScript, C#, orderflow

Abstrakt

Skok, M. Automatické obchodné systémy. Brno, 2016.

Bakalárska práca sa zameriava na problematiku automatických obchodných systémov (AOS), ktoré sú používané na zhodnocovanie financií na finančných trhoch. V práci sú zmienené teoretické základy danej problematiky, prístupy k obchodovaniu ako aj stavba vlastného obchodného systému. Výstupom práce je automatický obchodný systém založený na základných princípoch fungovania komoditnej burzy. V práci je ďalej zdokumentovaný proces vývoja automatickej obchodnej stratégie a jeho následná implementácia pomocou programovacieho jazyka NinjaScript v platforme NinjaTrader. Inšpiráciou k návrhu systému je diskrečne používaný systém Orderflow, ktorý principiálne popísal vo svojej elektronickej knihe český obchodník Petr Podhajský.

Klíčové slová

automatický obchodný systém, AOS, umelá inteligencia, komoditná burza, finančné trhy, NinjaTrader, NinjaScript, C#, orderflow

Obsah

1	Úvod	7
1.1	Predslov	7
1.2	Ciel práce	7
1.3	Štruktúra práce	8
2	Teoretické východiská	9
2.1	Burza a obchodovanie	9
	Účastníci trhu	9
	Obchodovacie inštrumenty	10
2.2	Možné prístupy k obchodovaniu	10
	Časové hľadisko	10
	Analytické hľadisko	11
2.3	Psychológia obchodovania	13
	Dôvera v systém	13
	Straty	14
2.4	Money management v intradennom obchodovaní	15
	Stop-loss	16
	Risk reward ratio - RRR	16
	Draw-down	17
	Position-sizing	18
	Backtest - príprava na najhoršie	19
	Vstup do obchodu	20
	Výstup z obchodu	20
2.5	Risk Management	21
2.6	Obchodný systém	21
	Vývoj pravidiel obchodnej stratégie	22
3	Metodika	24
4	Umelá inteligencia na burze - teoreticky	26
4.1	Význam umelej inteligencie na kapitálových trhoch	26
4.2	Metódy pre automatizované získavanie znalostí	26
4.3	Predstavenie automatických obchodných systémov (AOS)	27
	Dôvody vzniku AOS	27
	Budúcnosť AOS	28
4.4	Hardvérové riešenie	29
4.5	Výhody a nevýhody AOS	29
	Výhody AOS	29
	Nevýhody AOS	30
4.6	Stavba AOS	31
4.7	Programové vybavenie pre AOS	32
	Obchodné platformy a programovacie jazyky	32

Optimalizácia - Genetické algoritmy	33
5 Umelá inteligencia na burze - prakticky	36
5.1 Použité technológie	36
5.2 Vývoj pravidiel vlastnej obchodnej stratégie	36
5.3 Inšpirácia	36
5.4 Support/Resistance úrovne	37
5.5 Stanovenie obchodovacieho času	39
5.6 Návrh riešenia vlastného AOS	39
5.7 Definícia vstupov	39
Algoritmus pre zisťovanie S/R úrovní - procedúra strengthOfSR()	40
Algoritmus zisťujúci silu danej S/R úrovne - procedúra getStrengt- hOfSR(double a)	42
Hlavný algoritmus programu - openPositionControll()	43
5.8 Definícia výstupov	45
6 Záver	47
6.1 Zhodnotenie vlastného riešenia	48
6.2 Možnosti rozšírenia	48
7 Literatúra	50

1 Úvod

1.1 Predslov

Informatika ako vedná disciplína pomáha uľahčovať a zefektívňovať ľudské snahy o dosahovanie určitých cieľov. O jej kontinuálnom napredovaní niet pochyb a momentálne sa považuje za najrýchlejšie rastúce technické odvetvie vôbec. Jej silným článkom a stále viac podstatným je automatizovanie rôznych procesov. Automatizácii procesov je v modernom svete informatiky kladený čoraz väčší dôraz. Informatika by však nemala tak veľký význam keby nebola v drvinej väčšine využívaná v iných vedných odvetviach. Uplatňuje sa aj v obchodovaní na burze, kde pomocou správneho definovania príkazov je možné vstúpiť, resp. vystúpiť z obchodu. Obchodovanie na burze sa rovnako ako ostatné vedné disciplíny stále vyvíja a poslednou dobou si prešlo rásnymi zmenami, keď sa pitové¹ obchodovanie zmenilo na obchodovanie elektronické. V aktuálnej dobe tak už nie je potrebné, aby vykonávali svoje remeslo pitoví obchodníci. Burza tak dostáva úplne iný rozmer, keď je veškerá komunikácia medzi obchodníkom a burzou uskutočňovaná skrz príkazy zadávané elektronicky.

Nové možnosti v obchodovaní nastávajú vo využívaní počítača ako exekútora príkazov. Automatický obchodný systém dokáže pomocou predom definovaných príkazov obchodovať na burze sám, bez fyzickej účasti obchodníka. Obchodovanie na finančných trhoch sa tak prelína s možnosťami aplikovanej umelej inteligencie, ktorá by v budúcnosti mohla kopletné nahradiť diskrečne, teda klasické obchodovanie. Takýto systém má viacero výhod. Medzi najvýznamnejšie patrí odbremenenie obchodníka od rutinného a stresujúceho sledovania živých finančných trhov. Obchodník tak už nemusí fyzicky vysiadať pred monitorm a sledovať dianie na trhoch - s radosťou to za neho urobí počítač. Tým vzniká ďalší voľný čas pre obchodníka, ktorý nie je vo všeobecnosti nikdy na škodu. Spojením obchodovania na burze a umelej inteligencie tak vzniká unikátny koplexný obchodný systém, ktorého vývin je ešte len na vzostupe. Čím ďalej tým viac finančných inštitúcií sa začína zaujímať o práve tento spôsob zhodnocovania financií. Algoritmické obchodovanie má oproti klasickému diskrečnemu vyhladenejšiu výnosovú krivku, čo pomáha finančným inštitúciám garantovať svojim zákazníkom (fyzickým alebo právnickým osobám) zhodnotenie depozít. Z pohľadu percentuálneho zhodnotenia kapitálu je však ziskovejšie obchodovanie diskrečne, nakoľko tu obchodník čelí väčšiemu risku. Je však iba na obchodníkovi, pre ktorý typ obchodovania sa rozhodne.

1.2 Cieľ práce

Cieľom tejto práce je analýza automatických obchodných systémov a následný návrh a implementácia vlastného automatického obchodného systému. Inšpiratívnym

¹Pit je fyzické reálne miesto v budove, kde sa odohrávali všetky obchody na burze. Pitové obchodovanie bolo využívané do konca 90. rokov 20. storočia.

podkladom k automatizácii obchodného systému bude diskrečný obchodný systém Orderflow.

1.3 Štruktúra práce

Bakalárska práca je rozdelená na dve časti, na rešeršnú a praktickú. Nakoľko je pre úplné pochopenie a stanovenie správneho automatického obchodného systému potrebné mať poznatky o rôznych škálach obchodovania, značnú časť práce venujem teoretickej stránke. Až po zvládnutí spôsobu fungovania trhov je možné začať pomýšľať na algoritmické obchodovanie. Pojem algoritmické obchodovanie bude v tejto práci obmieňaný pojmom automatické, resp. automatizované obchodovanie. Všetky tri pojmy znamenajú to isté, obchodovanie. V teoretickej časti tejto práce sa zameriam hlavne na predstavenie obchodovania na burze a na možnosti obchodovania z rôznych hľadísk. Predstavím hlavnú myšlienku automatizovaného obchodovania, jeho využitia a budúcnosti. Pokúsim sa tak čitateľovi priblížiť svet obchodovania na burze.

V druhej časti mojej práce sa budem venovať stavbe automatizovaného obchodného systému od jeho návrhu až po samotnú implementáciu. Budem pretvárať diskrečný obchodný systém Orderflow, o ktorom inšpiratívne píše úspešný intradenný obchodník Petr Podhajský vo svojej elektronickej knihe s názvom Orderflow trader. Tento systém je postavený na esenciálnych pilieroch pre profitabilné zhodnocovanie finančných prostriedkov na komoditnej burze. Pre implementáciu Orderflow systému budem využívať profesionálnu obchodnú platformu NinjaTrader. Dôvod, prečo som si vybral tento softvér je ten, že je dostupný zdarma, má obsiahlu dokumentáciu a komunitu. Programovací jazyk, v ktorom budem v NinjaTrader-i písať svoju obchodnú stratégiu, sa volá NinjaScript. Jeho materinským jazykom je C#.

2 Teoretické východiská

2.1 Burza a obchodovanie

Obchod ako súzvučenie dvoch protistrán znamená nákup a predaj toho istého statku v rovnakom čase. Platí teda, že každý uskutočnený obchod má dve protistrany. Pri jednej transakcii (obchode) je uskutočnený nákup na jednej strane a predaj na strane druhej. Niektorí statok ponúka a druhý na neho vytvára dopyt². Aplikuje sa tu tak základný trhový mechanizmus.

Burza je miesto, kde sa tieto obchody fyzicky uskutočňujú. Synonymom burzy je trh.

Účastníci trhu

Na burze obchoduje viacero subjektov, ktoré majú rôzne body záujmov. Na základe svojich záujmov potom upravujú svoje obchodné stratégie a vyhodnocujú potenciálne vstupy a výstupy do/z obchodov. Tieto subjekty však môžeme rozdeliť na dve hlavné skupiny - na malých a veľkých obchodníkov. Za malých obchodníkov sa považujú jednotlivé fyzické osoby, ktoré do obchodov vstupujú. Veľkí obchodníci majú škálovateľnosť podstatne väčšiu. Sú to väčšinou finančné inštitúcie, ktoré na trhoch v dlhodobom horizonte efektívne zhodnocujú svoj kapitál. Existencia a samotný vplyv inštitucionálnych investorov na burze sú citelné, takéto subjekty sa často označujú ako tvorcovia trhov. Vyznačujú sa obhospodarovaním veľkého objemu kapitálu, ktorý je schopný hýbať trhmi. Dokážu zaistiť budúci vývoj ceny daného inštrumentu na základe vlastných vnútropodnikových preferencií a korigovať tak cenu. Pre malých obchodníkov je najlepšou stratégiou snažiť sa obchodovať rovnakým smerom ako tvorcovia trhu. (Linda Grayson, 2007)

Účastníci trhov - podrobnejšie

Finančné trhy musí niekto vyvárať. Na jednej strane stoja entity, ktoré vlastnia finančný majetok a na druhej strane sú zas entity, ktoré do finančného majetku investujú. Musím však podotknúť, že investor, teda tvorca trhu môže byť zároveň entita tvoriaca majetok a naopak. Druhá spomenutá entita sú tvorcovia trhov. Sú to práve oni, ktorí udávajú trendy. Majú v ekonomike nenahraditeľný význam. Tvoria ich nasledovné entity: *centrálne vlády; agentúry centrálnych vlád; miestne správy; nadnárodné vlády; neziskové organizácie; finančné podniky a domácnosti*. Každá spomenutá entita je špecifická a významovo odlišná. V tejto práci sa nebudem venovať jednotlivým entitám zvlášť, ide skôr o to zprehľadniť účastníkov trhu aj v širšom ponímaní. (Focardi, Fabozzi, 2004)

²Myšlienky tržného mechanizmu prezentoval spisovateľ a ekonóm Robert Holman vo väčšine svojich ekonomických knižných publikácií

Obchodovacie inštrumenty

Na burze je možné obchodovať rôzne podkladové aktíva a ich deriváty. Medzi najobchodovanejšie inštrumenty patria:

- Akcie, Akciové indexy,
- ETFs (Exchange Trated Funds),
- Komodity,
- Dlhopisy,
- Futures,
- Forwards,
- Opcie,
- Spready

(Tmej, 2011)

2.2 Možné prístupy k obchodovaniu

Ludia majú rôzne osobnostné preferencie, každému jedincovi môže vyhovovať iný životný štýl. Prístup k obchodovaniu je silno ovplyvnený životným štýlom daného obchodníka. Obchodník by nemal robiť niečo, čo nie je jeho šálkou kávy, pretože v konečnom dôsledku by sa to odzrkadlilo v jeho neprospech. Hovorí sa „koľko ľudí - toľko chutí“ a trading je toho živým dôkazom. Každý by si mal prístup k tradingu vybrať podľa toho, čo mu vyhovuje a nie podľa toho, o čom si myslí, že mu prinesie finančné bohatstvo.

Prístupy k obchodovaniu existujú rôzne. Je možné pritom obchodovať diskrečne (pozične, intradenne) alebo automatizovane. Výber hocijakého trhu a rôznych časových rámcov v danom trhu, rovnako ako prístup k obchodovaniu z analytického hľadiska (fundamentálna analýza, technická analýza) patria k podstatným rozhodnutiam pri začínaní s obchodovaním.

Časové hľadisko

Časového hľadisko definuje dva základné typy obchodovania:

- pozičné,
- intradenné,

pričom hlavný rozdiel spočíva v časových možnostiach pre vyhodnotenie sutiácií v grafoch. To, pre ktorý prístup by sa obchodník mal rozhodnúť, je predurčené jeho mentálnou povahou. Existujú obchodníci, ktorým vyhovujú dynamické a rýchle

trhy, iným zas vyhovujú trhy pomalé. Dôležitým faktorom je to, aby sa obchodník pri svojej práci cítil maximálne pohodlne a isto (viac o psychológii obchodovania v kapitole *Psychológia obchodovania*). Pri pozičnom obchodovaní získava obchodník dostatočne dlhý čas na analýzu trhu a diania na ňom. Pozične obchodovať je doporučované ľuďom, ktorí neradi riskujú a potrebujú mať vo veciach čo najväčšiu istotu. Naopak intradenné obchodovanie je ako stvorené pre ľudí, ktorí neradi čakajú na dlhodobý trend a ktorí chcú mať neustály fyzický kontakt s trhmi. Neexistuje jednoznačné doporučenie pre spôsob obchodovania, ktorý by mal byť dobrý a ktorý zlý. Je to individuálne a začínajúci obchodník by výber správneho spôsobu (na základe svojej povahy) nemal určite podceňiť.

Pozičné obchodovanie

Pozičné obchodovanie chápeme ako obchodovanie na finančných trhoch, kde časový horizont medzi otvorením a zatvorením pozície je viac ako deň. Horná hranica pritom nie je nijak obmedzená. Je to prístup k obchodovaniu, ktorý väčšinou praktizujú obchodníci s trpezlivou povahou a väčším obchodným účtom. Obchodník v takomto prístupe pracuje na vyšších časových rámcoch (tzv. time-frame) daného trhu a na ne aplikuje svoju obchodnú stratégiu. Takéto časové rámce sú užitočné taktiež pri predikcii pohybu trhu na menších časových rámcoch, kde vyšší časový rámec chápeme ako pohľad na trhy “out-of-box”. Vyšší časový rámec tak slúži ako pomocný ukazovateľ.

Intradenné obchodovanie

Intradenné obchodovanie sa od pozičného líši v dĺžke otvoreného obchodu, hlavne ale tým, že pozície neostávajú otvorené cez noc. Takýto štýl obchodovania je vhodný pre obchodníkov, ktorí chcú byť v úzkom kontakte s trhmi na dennej báze. Znamená to hlavne ustavičné sledovanie vývoja trhov v obchodovacom čase, ktorý je stanovený v obchodnej stratégii. Tento čas je nutné a žiadané striktne dodržiavať. Intradennému obchodovaniu sa budem venovať aj v tejto práci.

Analytické hľadisko

Analytické hľadisko definuje rovnako dva základné spôsoby obchodovania. Sú založené na:

- fundamentálnej analýze,
- technickej analýze.

Fundamentálna analýza

Pravdepodobnosť, že burzový analytik správne určí vývoj trhov, nie je nikdy stopercentná. Predikcia vývoja trhov na základe fundamentálnej analýzy spočíva z makroekonomických a mikroekonomických javov. V čisto fundamentálnej analýze do svojich výpočtov obchodník nezahŕňa technické indikátory, naopak čerpá iba z poznatkov o danej ekonomike, resp. firme. Môže do nej zahrnúť aj vízie a strategické

plány firmy, takisto ako výroky najvyššie postavených osobností spoločností. Obchodník, ktorý vykonáva svoje vstupy a výstupy z obchodov na základe fundamentálnej analýzy je stvárnením akéhosi pomyselného sedliackeho rozmýšľania, kde sa svoju činnosť v trhoch snaží exekúovať na základe podnetov z ekonomiky.

Rozlišujú sa dva typy fundamentálnych správ:

- Pravidelne zverejňované. Sú to správy, ktoré sú zverejňované v pravidelných časových intervaloch. Môže tak ísť o tlačové správy národnej banky vypovedajúce o stave ekonomiky, ktoré sú uskutočňované približne raz za tri mesiace, alebo to môžu byť tlačové správy významných korporácií hovoriace o jej chode, alebo rôzne iné.
- Neočakávané. Podnetom takýchto správ je väčšinou významná udalosť, ktorá nebola verejnou očakávaná.

Po správach fundamentálnej analýzy je možné pozorovať aj zmeny vo vývoji ceny pozorovaného grafu (ak sa ho to dotýka). Fundamentálne správy je možné sledovať v médiách, na relevantných internetových stránkach, alebo ich prezentovanie umožňujú aj niektoré obchodné platformy. (Kalkus, 2012)

Technická analýza

Naproti tomu, technická analýza je založená na čítaní trhov pomocou technických nástrojov - tzv. indikátorov, alebo pomocou sledovania trhov bez zásahov indikátorov - tzv. price action. Využíva štúdium grafov. Technická analýza nie je vôbec, resp. je len veľmi málo ovplyvnená fundamentálnymi ekonomickými javmi a správami. Pomocou nej využívame napríklad skutočnosti, ktoré sa v trhu pravidelne opakujú, alebo javy, ktoré trh prináša sám a ktoré sa nedajú pomocou fundamentov predikovať. Najvyužívanejším nástrojom technickej analýzy sú Support/Resistance úrovne, ktoré sú základným vodítkom pre orientáciu a vyhodnocovanie nákupných resp. predajných príkazov v grafe. Na týchto úrovniach je vybudovaných mnoho úspešných obchodných systémov. Viac sa budem venovať Support/Resistance úrovniam v kapitole *Automatické obchodné systémy - prakticky*. Je pritom dobré si uvedomiť, že trh ako taký je odraz prirodzeného správania ľudí.

Najvýznamnejšie technické indikátory sú:

- Kľzavý priemer (anglicky Moving average). Je to najpoužívanejší technický indikátor. Jeho hodnota odráža priemernú hodnotu vývoja ceny za posledných n^3 cenových úsečiek.
- CCI (commodity channel index). Tento indikátor spadá do kategórie momentum indikátorov. Meria silu a rýchlosť trendu. ⁴ Odráža aktuálnu náladu obchod-

³Hodnota n je získaná zo vstupného parametra tohoto indikátora

⁴Indikátor CCI sa preslávil hlavne po jeho zakomponovaní do vlastného systému obchodníkom s prezývkou Woodie, ktorý dokázal na základe neho vytvoriť svoj vlastný *WoodieCCI* indikátor,

níkov. Pri ustupujúcom momente sila trhu takisto klesá a dá sa predpokladať nerozhodnosť obchodníkov, ktorá môže vyústiť v trh smerujúci do strany.

- Index relatívnej sily (anglicky Relative Strength Index - RSI). Tento indikátor určuje prekúpenosť, resp. prepredanosť trhu. Meria, kedy je trh prekúpený a naopak prepredaný. Hodnoty RSI sú v rozmedzí $<0;100>$. Ak sa jeho hodnota približuje k najvyššej hodnote, indikuje to prekúpenosť trhu a naopak ak sa jeho hodnota blíži k spodnej hranici, indikuje to prepredanosť trhu. Podľa týchto údajov obchodník zvažuje vstup do krátkej a dlhej pozície.

(Hasoň, 2013)

2.3 Psychológia obchodovania

Bývalý prezident - Thomas Jefferson spojených štátov amerických bol počutý nasledovným citátom: „Nič na svete nedokáže zastaviť človeka so správnym mentálnym prístupom pre dosiahnutie svojho cieľa; Nič na svete nepomôže človeku s nesprávnym prístupom“.

Mnoho začínajúcich burzových obchodníkov sa domnieva, že pojmu „psychológia obchodovania“ nie je potrebné dodávať veľký dôraz. Myslia si, že veškerá snaha obchodníka sa zakladá na princípe mechanického pochopenia fungovania trhov. Takto zmýšľajúceho obchodníka môžeme charakterizovať ako začiatočníka. Úlohou každého začiatočníka je poctivé štúdium grafov, indikátorov a rôznych seancií. Profitabilný obchodník však musí mať psychiku zameranú na obchodovanie - tzv. „mindset“ na správnom mieste. Obchodníková myseľ je totiž počas živého sledovania trhov plná rôznych špekulácií (emócií), ktoré v značnej miere ovplyvňujú a narúšajú princípy vyššie spomenutého mechanického fungovanie trhov. V konečnom dôsledku je na mieste vyhlásiť, že emócie do obchodovania nepatria.

Pri obchodovaní si mnoho začínajúcich obchodníkov chce dokazovať svoje ego. Myslia si, že ak človek realizuje pár ziskových obchodov, je úspešný obchodník, a tak si nepotrpia na dôkladnom zvládaní a plánovaní money managementu. Pri obchodovaní je to však obrovská chyba, pretože všetky pocity (vrátane dokazovania si svojho ega) do neho nepatria. (Booker, 2007)

Dôvera v systéme

K maximálnemu potlačeniu emócií obchodníka je nutné mať svoj systém stopercentne pod kontrolou. Čím istejší si je obchodník svojím systémom, tým väčší klud pociťuje pri živom obchodovaní. Toho je možné dosiahnuť dôkladným testovaním a vyladovaním svojej obchodnej stratégie. V prípade získania relevantných informácií je nutné obchodný systém otestovať na väčšom množstve dát, t.j. vo väčšom

ktorý obchoduje mnoho jeho študentov dodnes.

časovom horizonte. Koniec koncov, všetko je to len v našej hlave.

Tréning

Pre získanie dostatočného sebedomia a viery vo svoj obchodný systém je potrebné mať svoj systém dostatočne ohmataný. Poctivým tréningom si dokáže obchodník nasimulovať rôzne situácie a seancie, ktoré sa prirodzene vyskytujú v grafoch. Dokáže sa tak napríklad naučiť, ako by mal zareagovať, keby graf prešiel v úzkom časovom intervale stop loss alebo profit target, čo urobiť ak je trh nepredpokladá žiadny trend alebo kedy je vhodné zvyšovať investovanú čiastku. Každý pohyb v grafe je z hľadiska tréningu prínosný a nemal by byť podceňovaný. Tréning by mal obchodníkovi pomôcť zlepšiť rozhodovanie v nečakaných situáciách. Úspešní obchodníci vždy boli a vždy budú študenti trhov. Až po naštudovaní daného trhu, jeho vlastností a pravidiel, je obchodník schopný definovať svoj vlastný obchodný systém. V takto vyvinutý systém následne obchodník pociťuje veľkú dôveru, pretože chápe, prečo sa v ňom dejú rôzne seancie a ako sa v takýchto situáciách zachovať. Ak vo svojom systéme vykonajú príkaz, je za tým dôvera v správne rozhodnutie. (Person, 2004)

Štatistická výhoda a disciplína

Profesionálne obchodovanie na burze je vskutku komplexné a v značnej miere podložené aj štatistickými dátami z minulého vývoja trhu. Použitie štatistiky ako vednej disciplíny sa tak nemalým príspevkom podiela na stavbe obchodného systému - je jeho základným pilierom. V dnešnej dobe dokážeme pomocou výpočetnej techniky zaznamenávať a ukladať podľa potrieb rôzne dáta do rozličných dátových štruktúr. Takto uložené dáta je neskôr možné spracovávať a vyhodnocovať, kde výstupom sú cenné informácie, ktoré je možné použiť pri návrhu a implementácii obchodnej stratégie. Je dôležité si uvedomiť, že dôvod vzniku každého obchodného systému je jeho dlhodobá profitabilita, ktorá má korene v štatisticky doložených informáciách. Obchodník má preto v dobe krátkodobého neúspechu na finančných trhoch štatistickú výhodu, ktorá mu dodáva psychologickú pomoc a neuberá z disciplíny. Mnoho odborníkov zaoberajúcich sa obchodovaním na kapitálových trhoch je názoru, že hlavný dôvod dlhodobého neúspechu začínajúcich obchodníkov tkvie v nezvládnutí disciplíny, čiže v nedodržiavaní pravidiel svojej obchodnej stratégie. Nedokážu tak využiť štatistickú výhodu obchodného systému. (Nowak, 2009)

Straty

V súčasnej dobe neexistuje systém, ktorý by obchodoval so stopercentnou úspešnosťou. Tak ako v každej podnikateľskej sfére, aj v obchodovaní na kapitálových trhoch sa vyskytujú straty. Sú neoddeliteľnou súčasťou obchodovania a treba s nimi počítať. Straty v tradingu môžeme chápať ako daň zo zisku. Momenty, keď sa otvorená pozícia nevyvíja podľa predstáv obchodníka, sú prirodzeným javom a sú spôsobené pestrosťou ľudského zmýšľania (ak nebereme do úvahy algoritmicke obchodovanie). Obchodníci chápu posuny v grafoch rôzne, každý podľa vlastnej obchodnej stratégie. Sú však aj ovplyvnení svojim individuálnym zmýšľaním a preferenciami. Na posú-

denie jedinca je to veľmi zložitý proces, nakoľko každý človek je jedinečný. V týchto prípadoch môžeme pozorovať rôzne nákupné či predajné príkazy, pričom sledujeme ten istý trh.

Pre všetky stratégie určené k obchodovaniu na burze platí, že by mali mať vo svojom obchodnom pláne zahrnutý aj ukazateľ značiaci maximálny možný úbytok kapitálu v jednom slede (počet po sebe uskutočnených stratových obchodov - tzv. draw-down). Tento ukazateľ určíme taktiež spracovaním predošlých dát pomocou štatistiky, ako som načrtol v stati *Štatistická výhoda*. Draw-down je akási pomyselná akumulácia strát, pričom po prekročení jej hodnoty musíme rázne zakročiť, ak to situácia vyžaduje, úplne prerušiť obchodovanie. Slúži taktiež ako psychologická pomôcka v časoch, keď sa obchodnému systému nedarí. Viac o draw-down-e v stati *Draw-down*.

Profesionálny obchodník vie, že obchodovanie je rizikový biznis a žiaden obchod nezaručuje zisk. V každom obchode je isté percento riziku. Stráť sa netreba báť a je treba sa z nich učiť. (Person, 2004)

2.4 Money management v intradennom obchodovaní

Dôležitou súčasťou každej obchodnej stratégie je zvládnutie riadenia peňazí (anglicky money-management). Riadenie peňazí diskutuje dve základné oblasti:

- Riadenie kapitálu - sleduje tok príjmov a tok výdajov. V reálnom obchodovaní to znamená, že je nutné neustále sledovať balanc svojho obchodného účtu a kontrolovať, čo je možné si dovoliť a čo nie. Ak má napríklad obchodník stratové obdobie, mal by zmenšiť počet svojich pozícií a mal by ďalej zvážiť, či nezvolíť pre obchodovanie lacnejšie trhy. Riadenie kapitálu je tiež o aktívnom vytváraní rezerv, ktoré sú nutnosťou v každom biznise. Sú to práve rezervy, ktoré pomáhajú udávať stabilný chod stratégie aj v časoch, keď sa jej natoľko nedarí. Veľkú službu pri riadení kapitálu zohráva tzv. backtest. Backtest slúži k vytvoreniu štatistických informácií o danej obchodnej stratégii, pomocou neho obchodník dokáže zistiť maximálny počet po sebe idúcich stratových obchodov, dní, mesiacov a podobne. Na základe takýchto informácií je obchodník schopný pripraviť sa na najhorší možný scénár a práve tieto informácie mu pomáhajú určiť napríklad veľkosť potrebných rezerv. Od najhorších možných variant (a možno ešte horších) by sa mal obchodník vždy odraziť a prispôbiť tak svoje riadenie kapitálu.
- Riadenie riziku - pomáha obchodníkovi určiť, koľko si môže dovoliť riskovať na obchod. V praxi je nežiaduce, aby obchodník riskoval príliš veľký podiel svojho kapitálu na jednom obchode. V prípade neúspechu by mohol stratiť daný riskovaný finančný obnos, ktorý by ho mohol finančne, ale hlavne psychicky zruinovať. Uprednostňuje sa skôr konzervatívna cesta, keď obchodník pri jednom

obchode riskuje maximálne približne 5% svojho obchodného účtu. Touto cestou, keď pri stratových obchodoch neubudne z obchodného účtu veľké množstvo finančných prostriedkov, je možné predísť psychickým výkyvom a úzkosti.

(Nesnídal – Podhajský, 2009) V obchodovaní platí, že správne nastavený money management dokáže aj zo zlého obchodného systému spraviť systém profitabilný. V konečnom dôsledku v obchodovaní ani natoľko nejde o vybudovanie dokonalého obchodného systému, ale o poctivé dodržiavanie money managementu. Správne nastavenie a dodržiavanie money managementu tak dokáže zaručene zlepšiť samotný obchodný systém. (Turek, 2008)

Stop-loss

Stop-loss (ďalej aj SL) je z technického hľadiska jednoduchý príkaz, pomocou ktorého si obchodník stráži maximálnu možnú stratu, ktorá môže v obchode nastať. Služi ako záchranná brzda, ktorá nedovolí obchodnému účtu klesnúť pod určitú úroveň. SL je definovaný spolu s otváracím obchodným príkazom. Tento nástroj nadobudne opodstatnenie vtedy, keď sa trh výraznejšie rozbehne proti smeru, ktorý obchodník predpokladal. Takéto situácie sa v trhoch stávajú bežne a je potrebné sa proti nim brániť a spracovávať ich. SL v konečnom dôsledku pomáha obchodníkovi kontrolovať risk daného obchodu. (Nesnídal – Podhajský, 2009)

Základné pravidlá pre definovanie stop lossu sú:

- Nákupný SL sa definuje nad aktuálnu tržnú cenu.
- Predajný SL sa definuje pod aktuálnu tržnú cenu.

Stop lossy môžu byť použité v rôznych situáciách. Opäť sa tu prejavuje variabilita použitia obchodnej techniky, v tomto prípade SL. Môžu byť ovplyvnené stanoveným peňažným riskom na obchod; percentuálnym riskom obchodného účtu na obchod; časovými faktormi, kde kedy sa cena istý čas nehýbe podľa predstáv obchodníka a nemá zmysel pozíciu ďalej držať. Ďalej pokročilejšími technikami, ako sú cenové úrovne, kde sú používané štatistiky merania volatility⁵ na danom trhu a na základe nej citlivo nastavovať svoje stop lossy, alebo sú to tzv. podmienkové zmeny. Úlohou obchodníka je osvojiť si vlastnú techniku nastavovania stop lossov, pretože neexistuje žiadna obecná najlepšia technika. Ide o to, aby vznikla metóda, ako v čo najvyššej miere znižovať straty a v čo najvyššej miere zvyšovať zisky. (Person, 2007)

Risk reward ratio - RRR

V živote, ako aj v obchodovaní na burze častokrát podstupujeme risk. Chceme riskovať z jedného dôvodu - láka nás vidina, že nám risk môže v budúcnosti priniesť

⁵Volatilita znamená kolísanie grafu okolo cenovej úrovne.

niekoľkonásobne väčší profit. Do risku však nevstupujeme za hocijakých podmienok, ba naopak. Je veľmi dôležité prijať risk v prípade, ak sa domnievame, že profit prevýši naše náklady (risk) niekoľkonásobne. Ak naopak potenciálny profit nie je natoľko vysoký, risk nepodstupujeme. Príklad: neoplatí sa riskovať sto eur kvôli potenciálnemu profitu stodesať eur. Keby bol však potencionalny profit napríklad tristo eur, môžeme zvážiť podstúpenie risku. Takéto podstúpenie risku je o mnoho racionálnejšie ako v prvom prípade. Za rovnaký risk sa nám môže dostaviť razantne vyšší profit. *Risk-reward-ratio (RRR)* je pomer risku k možnému zisku. Správne nastavenie RRR má jednu veľkú psychologickú výhodu, a to že pre úspech a profitabilitu obchodného systému nie je potrebné mať každý obchod ziskový. Z toho vyplýva, že vyššími profitmi je možné kompenzovať straty.

Na grafe sa obchodníci vždy snažia analyzovať potenciál obchodu a na základe neho ohodnocujú RRR. Racionálny obchodník však do obchodov nevstupuje iba na základe RRR. To, aké RRR je ochotný daný obchodník prijať, je taktiež závislé od percentuálnej úspešnosti daného obchodného systému. Ak napríklad obchodník obchoduje systém, ktorý má úspešnosť nad 60%, je ochodný prijať menšie profity, tým pádom je ochotný prijať menšie RRR ako v prípade, ak by jeho obchodný systém mal úspešnosť pod 60%. Pri obchodovaní s vyššou úspešnosťou jednotlivých obchodov sú zisky menšie, equity krivka⁶ je vyrovnanejšia a väčšina obchodných týždňov je tiež zisková. V opačnom prípade sú zisky vyššie, výskyt stratových týždňov je vyšší, ale equity krivka je kostrbatá a nepravidelná. Na obrázku nižšie je príklad, ktorý znázorňuje výnosnosť jednotlivých variant.

Na obr. 1 je jasne vidieť, že vyššie RRR zvyšuje profitabilitu ochodovania. Pri obchodovaní nižšieho počtu kontraktov nie je rozdiel natoľko badateľný. Diametrálny rozdiel je možno odsledovať až pri analýze profitability systému obchodovaného väčším počtom kontraktov. Varianta 2 tak napríklad hovorí, že ak pri každom obchode budeme vstupovať do pozície s desiatimi kontraktmi, tak zarobíme o \$ 127500 viac ako keby som použil prvú variantu.

Aj po obhájení vyššej profitability varianty 2 sa nedá jednoznačne špecifikovať, ktorú variantu v konkrétnom prípade použiť. Obchodovanie je vo svojej podstate prispôsobivé povahe obchodníka. Ak sa konkrétnemu obchodníkovi obchoduje psychicky ľahšie pri vyššej úspešnosti obchodov a menšom RRR, je to v poriadku. Rovnako v poriadku je, ak je obchodník v psychickej pohode pri vyššom RRR a menšej úspešnosti obchodov. (Nesnidal – Podhajský, 2009)

Draw-down

V obchodovaní je dôležité mať otvorenú myseľ a byť pripravený. Ideálne, byť pripravený na najhoršie. Táto myšlienka dokáže obchodníkovi dodať istotu v seba samého a takisto vo svoj obchodný systém. Najhoršie, čo sa môže obchodníkovi stať, je dlhá

⁶Krivka v grafe hovoriaca o vývoji objemu kapitálu daného obchodníka v čase

Varianta 1		Varianta 2	
počet obchodov za mesiac	60	počet obchodov za mesiac	30
Stop-loss	150	Stop-loss	150
RRR	1,5	RRR	4
WIN%	60 %	WIN%	45 %
Profit za mesiac	\$ 4500	Profit za mesiac	\$ 5625
Komisie	\$ - 300	Komisie	\$ - 150
TOTAL	\$ 4200	TOTAL	\$ 5475

Obr. 1: Porovnanie výnosnosti dvoch variant na základe úspešnosti jednotlivých obchodov a hodnoty RRR

Zdroj: kniha Kompletní průvodce úspěšného finančníka; kapitola Risk úspěšného finančníka - Risk-reward-ratio

sekvencia stratových obchodov. V obchodnom slovníku sa tomu hovorí *draw-down*. Je to hodnota, ktorá má dve dôležité vypovedacie funkcie, a to také, že:

1. Informuje obchodníka o nameranom za sebou idúcom slede stratových obchodov
2. Pripraví psychicky obchodníka na najhoršie

Viac o využití poznatku o draw-downe budem písať v stati s názvom *Backtest - prípravenie na najhoršie*.

Position-sizing

Ďalšou súčasťou money-managementu je tzv. riadenie navyšovania/znižovania počtu kontraktov na obchod (anglicky position-sizing). S postupom skúseností a dôvery v systém je samozrejme racionálne optimalizovať počet obchodovaných kontraktov na otvorenú pozíciu. Princíp je nasledovný: Pridať kontrakt, ak sa darí; Odobrať kontrakt, ak sa nedarí. Position-sizing je vo svojej podstate obsiahnutý už v riadení risku, kde sa uvažuje maximálny risk 5% ochodného účtu na pozíciu. Ak účet rastie, je tým pádom možné riskovať vyššiu čiastku, t.j. väčší počet kontraktov na obchod, a naopak ak účet klesá, riskujeme vždy menej. Základná myšlienka tkvie v zachovaní spomínaného 5%-ného risku obchodného účtu. (Nesnidal – Podhajský, 2009)

Backtest - príprava na najhoršie

Backtest obchodného systému znamená testovanie obchodného systému na historických dátach. Pravdou síce je, že to, čo sa stalo v minulosti nie je zárukou budúceho vývoja trhu, ale v backteste o to vôbec nejde. Obchodovanie je založené na štatistickej výhode obchodníka. Štatistická výhoda vzniká vtedy, keď je otestované veľké množstvo dát, ktoré z dlhodobého (alebo aj z krátkodobého) hľadiska priniesli zisk. A k tomu práve slúži backtest. Čím viac otestovaných dát, tým väčšia istota a viera v obchodný systém. Pomocou backtestu sa dá dôjsť k informáciám hovoriacim o funkčnosti obchodného systému. Všetky obchody v backteste sú ukladané do obchodného denníku, ktorý je obsiahnutý už vo väčšine obchodných platforiem. Backtestovanie bolo v minulosti veľmi zdĺhavý proces, nakoľko sa všetky obchody backtestovali ručne. Dnes už potrebné výpočty vykonáva počítač, čím je ušetrené nesporné množstvo času. (Kalkus, 2012)

Ako som už naznačil v stati pojednávajúcej o riadení kapitálu, hlavnou úlohou backtestu obchodnej stratégie je vydolovanie informácií z minulého diania na trhu, ktoré majú obchodníka pripraviť na najhoršie. Vždy je totižto lepšie myslieť na najhoršiu možnú (a možno ešte horšiu) variantu, na ktorú sa je treba pripraviť. Backtest sa taktiež dá využiť pre rôzne štatistické výpočty a poznámky, ktoré majú obchodníkovi dať ucelený pohľad na svoju obchodnú stratégiu z rôznych pohľadov. Môže tak napríklad zistiť, aký bol najvyšší draw-down za dané obdobie, poprípade môže na základe týchto údajov upraviť výšku svojho stop lossu alebo profit targetu. Pomocou dôkladnej analýzy výsledkov backtestu je možné získať mnoho nápomocných informácií k vylepšeniu svojho obchodného systému. V minulosti sa backtest vykonával ručne, keď si obchodník postupne zapisoval jednotlivé obchodné seancie, ktoré boli pre neho relevantné. Dnes je doba informačných technológií a od klasického spôsobu backtestu sa značne upustilo práve v dôsledku využitia počítačových programov. Tieto programy dokážu vykonať backtest veľkej vzorky dát za malý zlomok času, za ktorý rovnakú vzorku testoval obchodník ručne. (Nesnídal, 2008; Nesnídal – Podhajský, 2009),

Profit factor

To, či je systém za určité obdobie profitabilný, je možné zistiť na základe ukazovateľa s názvom Profit Factor, ktorý má nasledujúcu rovnicu: $PF = Z / S$, kde PF je Profit Factor, Z je suma ziskov a S je suma strát. Výsledok PF udáva 4 situácie:

- $PF > 1$ znamená, že je systém profitabilný (ziskový),
- $PF < 1$ znamená, že je systém neprofitabilný (stratový),
- $PF = 1$ znamená, že systém nie je ani ziskový a ani stratový,
- $PF = 0$ znamená, že je systém neprofitabilný (stratový). Táto situácia nastáva v prípadoch, keď má systém iba výdaje.

Najnižšia možná hodnota PF je 0 pričom najvyššia možná hodnota je neobmedzená. (Tmej, 2011) Profit Factor však môže byť za určitých okolností zlým pánom. Môže sa totižto stať, že testujeme PF na dvojročných dátach. PF vykazuje hodnotu 2,5, čo by za klasických okolností vyzeralo veľmi nádejne a mohli by sme sa rozhodnúť využívať tento obchodný systém aj v budúcnosti. Takáto informácia však môže byť skreslená, nakoľko sa mohlo stať, že v prvom polroku bolo enormné množstvo ziskových obchodov a len malý zlomok z celkového počtu obchodov bol stratový. Od siedmeho mesiaca testovaných dát sa však pomer ziskových a stratových obchodov začal vyrovnávať až nakoniec by stratové obchody mohli predbehnúť ziskové. V konečnom súčte stratových a ziskových obchodov by bol však PF už vyššie zmienených 2,5. Toto je jasný príklad toho, že PF je ukazateľ, pri ktorom je potrebné hlbšie skúmať samotný dej trhu. Tým získame celkový prehľad o tom, ako sa kapitál zhodnocoval v čase a či išlo iba o zhodnotenie ojedinelé masívne alebo o konzistentné. (Tmej, 2011)

Vstup do obchodu

Vstup do obchodu znamená v obchodnom ponímaní otvorenie pozície, teda nakúpenie kontraktu na aktuálnej cene. Otvorenie pozície môže byť na stranu dlhú (anglicky long), kedy uvažujeme býčí trh, alebo na stranu krátku (anglicky short), kedy sa predpokladá trh medvedí. Vstupovať do obchodu možno podľa mnohých techník, závisí iba od obchodníka a kustomizovaného obchodného systému. Obchodný systém by mal dávať obchodníkovi zreteľné signály pre vstup do obchodu. Každému vstupu do obchodu by však mala predchádzať dôkladná analýza a vyhodnotenie aktuálnej situácie na trhu. Existujú však aj obchodné systémy, ktoré dianie na trhoch nijak hlbšie neanalyzujú a vstupujú iba na základe technických indikátorov, v horšom prípade na základe individuálnych pocitov. Takýto prístup k obchodovaniu však nemá dlhé nohy a skôr či neskôr obchodníka privedie k bankrotu. Podstatou vstupov je presné stanovenie kde, kedy, za akých podmienok vstupovať do obchodov a za akých naopak ostať pasívny. V obchodovaní na kapitálových trhoch nevyhráva ten, kto zobchoduje viac obchodov, ale ten, kto má vyššiu štatistiku v úspešnosti. Ak je totižto úspešnosť obchodov vyššia, je možné pridávať kontrakty a tým si znásobovať zisky.

Výstup z obchodu

Výstup z obchodu sa mnohým ľuďom zdá jednoduchší ako samotný vstup. Pravda je však taká, že to, kedy z obchodu vystúpiť, je zložitejšieho charakteru. Existuje mnoho techník, ako z obchodu vystúpiť. Každá technika, ako je to v obchodovaní bežné, vyhovuje inej skupine ľudí (skupiny ľudí sú triedené podľa ich psychiky). Obecne však pre výstupné techniky platí, že výstup z otvorenej pozície by mal byť vždy na istej silnej cenovej úrovni, ktorej sa držia aj ostatní účastníci trhu, ale ktorej sa hlavne držia tvorcovia trhov. Tí majú svoje obchodné príkazy nastavené práve na takýchto silných úrovniach. Úrovne, s ktorými by mal obchodník rátať, sú denné *High/Low* alebo nimi môžu byť takisto aj *Support/Resistance* úrovne. Ideálne je mať

prehľad o daných úrovniach a na základe nich sa riadiť. Obchodník tak môže mať nastavený svoj výstup na danej úrovni (anglicky *profit target - ďalej PT*). Výstupný príkaz sa jednoducho uskutoční vtedy, keď bude aktuálna cena v grafe korešpondovať nastavenému PT.

Ďalšia používaná technika na výstupy z obchodov je taká, že obchodník vystúpi z pozície vtedy, ak dosiahne predom určený zisk. Povedzme, že chce mať na danom obchode zisk 50 USD a vstúpi do pozície na 15 minútovom grafe kukurice na cene 100 USD za kontrakt. Obchodník z trhu nevystúpi dovtedy, kým nedosiahne daný zisk. V tejto technike sú jasne definované pravidlá a je určená skôr pre psychicky labilnejších obchodníkov, ktorých by mala odbremeniť od psychickej chybovosti.

V každom obchode je veľmi dôležité mať nastavený aj SL pre prípad, že by sa trhy začali mohutne hýbať opačným smerom, ako obchodník zamýšľa. (Nesnidal – Podhajský, 2009)

Statickými výstupnými technikami je nastavenie fixného SL, resp. PT. Dynamická výstupná technika spočíva v správne nastavený SL alebo PT v závislosti od aktuálnej situácie na trhu. Správne načasovanie výstupov je veľkým krokom vpred za úspechom v obchodovaní. (Elsevier, 2015)

2.5 Risk Management

Táto sekcia je venovaná optimalizácii riziku pri obchodovaní. Problematikou rizikom sa venoval v stati *Money-management*, resp. v statiach *Stop loss* a *Risk-reward-ratio (RRR)*. Chcel by som na túto problematiku teraz naviazať. V spomenutých statiach bolo vysvetlené, čo je to Stop loss (ďalej aj SL) a ako ho používať. Veľkosť SL je však možné meniť v závislosti od aktuálnej volatility na trhu. Pri zvýšenej volatilitě sú trhy viac rozkolísané, preto je efektívne nastavovať stop lossy na vyššie čiastky. Pokryje sa tým nechcené vyhodenie z obchodu. Ak je naopak volatilita na danom trhu nízka, znamená to, že je možné veľkosť stop lossu zmenšiť. Optimalizovanie veľkosti stop lossu sa považuje za pokročilú techniku v obchodovaní a prináša o to väčšie zisky. Obchodník je tak schopný získať maximálny možný zisk z daného obchodu a minimalizovať straty. (Person, 2007)

2.6 Obchodný systém

„Obchodný systém je sumár obchodných pravidiel, podľa ktorých obchodník činí svoje obchodné rozhodnutia.“ (Nesnidal – Podhajský, 2009) Inými slovami, nejestvuje profitabilný obchodník, ktorý nemá jasne určený svoj obchodný systém. Všetky skutky, ktoré obchodník vykonáva, by mali korešpondovať predom stanoveným pravidlami. Pravidlá, ktoré si obchodník predom určil sú zostavené na základe dôkladného testovania - vývoja svojho obchodného systému a preto by tieto pravidlá mali

byť stopercentne korektné a dôveryhodné a mal by o nich byť pevne presvedčený. Obchodník, ktorý je pripravený na živé obchodovanie by nemal mať žiadne pochybnosti o svojom obchodnom prístupe a obchodnom pláne. Ak takéto pochybnosti či i len z časti má, nemal by do živého obchodovania vstupovať.

Otázky, ktoré si daný obchodník kladie pri vývoji vlastného obchodného systému môžu vyzerať nasledovne:

- Aký mám dôvod obchodovania? Je to iba kvôli porozumeniu trhom alebo kvôli zbohatnutiu, alebo kvôli niečomu inému?
- Aký konkrétny trh obchodovať? Má to byť trh skôr s rýchlym pohybom alebo to má byť trh pomalý?
- Budem obchodovať v smere trendu alebo proti nemu?
- Kedy budem obchodovať? Aký je najvhodnejší čas pre obchodovanie?
- Aké sú konkrétne vzory trhových seancií, na základe ktorých vstupujem do pozície? (vstupné signály)
- Aké sú konkrétne vzory trhových seancií, na základe ktorých vystupujem do pozície? (výstupné signály)
- Aký veľký budem mať stop loss? Aký maximálny podiel svojho účtu riskujem v jednom obchode?
- Aký veľký budem mať profit target?
- Akým spôsobom budem navyšovať/znižovať počet obchodovaných kontraktov?

Tieto otázky sú zásadné pri budovaní profitabilného obchodného systému a nie je dobré ich v žiadnom smere podceňiť či dokonca ignorovať. Základ úspechu totižto tkvie v jasne stanovených pravidlách a disciplíne. Známy obchodník Warren Buffet sa nehcal počuť nasledovným výrokom o obchodnom pláne: „Pre zbohatnutie na akciových trhoch nepotrebuje byť nikto génius alebo mať prístup k tajným informáciám. K úspechu je nutný profesionálne zostavený obchodný plán a schopnosť kontrolovať emócie tak, aby nezmenšovali potenciál v dosahovaní tohoto plánu.“ (Turek, 2008; Nesnídal – Podhajský, 2009)

Vývoj pravidiel obchodnej stratégie

Robustnosť obchodného systému

Obchodný systém by mal byť aplikovateľný na viacerých trhoch, resp. viacerých časových rámcoch v jednotlivých trhoch. Jeho rozhranie by malo byť preto čo najviac obecné. Miera robustnosti tkvie práve v obecnosti a použiteľnosti systému na rôznych trhoch. Pri budovaní vlastného obchodného systému by pritom obchodník mal brať na túto skutočnosť ohľad. (Nesnidal – Podhajsky, 2011)

Stanovenie obchodovacieho času

Pri obchodovaní na burze je v mnohých prípadoch bežné, že si obchodník myslí, že čím viac sa bude trhom venovať, tým vyšší zisk dosiahne a tým viac príležitostí sa mu naskytne. To však je pravda, ale iba z časti. Obchodník síce dostane viac potencionálnych obchodných vstupov, ale rovnako s ich vyšším počtom sa zvyšuje aj riziko neúspechu.

Každý obchodník by mal svoj obchodne aktívny čas maximálne zefektívňovať - vyjadávať iba také príležitosti, ktoré majú vysokú pravdepodobnosť na úspech. Mal by preto obchodovať iba v určitom časovom úseku dňa, kedy býva na trhoch najvyššia koncentrácia uskutočnených obchodov (angl. highest volume). Práve v týchto časových intervaloch sa totižto trhy správajú racionálne vzhľadom na danú obchodnú stratégiu. Je to kvôli tomu, že vysokou koncentráciou obchodov sa jednotlivé obchody naplňajú v reálnom čase, čiže ihneď. Nie je preto nutné v intrdennom obchodovaní pri trhoch tráviť celý deň, skôr naopak stačí sa aktívne zaoberať trhmi len pár hodín denne. (Nesnidal – Podhajský, 2011)

3 Metodika

Téma pojednávajúca o automatických obchodných systémoch je medzi obchodníkmi vysoko frekventovaná. To je práve jedným z dôvodov, prečo som sa rozhodol postaviť svoju bakalársku prácu práve na tejto báze.

Budem sa snažiť nájsť vhodné riešenie pre automatizáciu diskrečného obchodného systému Orderflow, ktorý sa v praxi aktívne používa. Systém Orderflow nepoužíva žiadne zložité indikátory, práve naopak, využíva silu vzájomného pôsobenie dopytu a ponuky v konkrétnom čase. Využíva poznatku, že cena instrumentu rastie, ak je dopyt po ňom vyšší ako ponuka a naopak klesá, ak je ponuka vyššia ako dopyt. Na dôležitých cenových úrovniach sa teda bude sledovať práve to, ako trh zareaguje na priblíženie sa k danej úrovni. Je to základ trhového hospodárstva, na ktorý sa častokrát zabúda. Automatizovaná podoba Orderflow by mala byť preto maximálne efektívna pri spracovávaní aktuálnej situácie na trhu.

Inštrument, ktorý som si na analýzu a implementáciu tohoto automatického obchodného systému vybral, je komoditný trh. Rozhodol som sa tak na podnet českého odborníka na finančné trhy Martina Lembáka, ktorý svoje dlhoročné brokerské skúsenosti vyjadril v súvislosti s komoditami takto: „Na futures trhoch se lepšie aplikujú metódy krátkodobějšího držania pozícií, s možností výhodného poměru profit/riziko vo vzťahu k nákladom obchodovania. Naviac, mnohé kontrakty nie sú tak fundamentálne v n-rozmernom priestore sýtené ako forex a veľké banky a fondy toľko nelákajú ako menový trh. To znamená: Na komoditných a iných futures kontraktoch sa dajú aplikovať prvky technickej analýzy a kvantitatívne metódy na nej založené lepšie než na akomkoľvek inom trhu.“ (Lembák, 2014)

K tomu, aby som docielil automatizovanej podoby daného obchodného systému, budem potrebovať vhodné vývojové prostredie. Na túto platformu budú napojené dáta odzrkadľujúce dianie na komoditnom trhu, čiže budú prezentovať vývoj hodnoty danej komodity v čase. Trh, na ktorom budem tento AOS aplikovať bude komoditný trh, na ktorom sa dáta budú aktualizovať každé dve minúty. Vhodný softvér je pre tieto účely NinjaTrader, ktorý je svojou funkcionalitou nadmieru postačujúci a momentálne sa zaraďuje v popularite AOS vývojových nástrojov hneď na druhé miesto. Dáta na vstupe budem v programe spracovávať, analyzovať a vyhodnocovať pomocou programovacieho jazyka NinjaScript a jeho API, ktorý je plne podporovaný touto platformou.

Výstupom práce bude vlastný funkčný automatický obchodný systém. Som si vedomý toho, že mnou vyvíjaný systém je vo svojej podstate omnoho zložitejší, ako sa na prvý pohľad zdá. Pre maximálnu profesionalitu tohoto systému je nutné prihliadať k viacerým okolnostiam ako je robustnosť systému, pri ktorej sa berú do úvahy viaceré trhy a viaceré časové rámce. Týmto okolnostiam sa v implementácii mojej

verzie Orderflow venovať nebudem. Budem skúmať iba jeden trh a jeden časový rámec.

4 Umelá inteligencia na burze - teoreticky

4.1 Význam umelej inteligencie na kapitálových trhoch

Pri vývoji vlastného obchodného systému je možné postupovať dvomi spôsobmi. Prvý spôsob pre backtest nepoužíva počítač a všetky výpočty na danom grafe si obchodník zaznamenáva ručne. Druhý spôsob je napoak s použitím počítača, ktorý dokáže pracné ručné výpočty plne zautomatizovať a vygenerovať výstupný súbor rádovo do niekoľkých minút⁷. Oba prístupy majú svoje plusy a mínusy. Je to možné prirovnať k situácii, keď sa cestovateľ cestujúci okolo sveta rozhoduje, či použiť ako dopravný prostriedok lietadlo, alebo bicykel. Pri použití bicykla cestovateľ popri cestovaní nadobudne veľké množstvo skúseností, uvidí krásne scenérie, avšak bude mu to trvať dlhé roky, ak sa vôbec dostane do cieľa. Pri použití lietadla naopak nenadobudne toľko skúseností, ale v cieľi bude prakticky hneď a stihnúť toho môže podstatne viac. (Elder, 1993)

4.2 Metódy pre automatizované získavanie znalostí

Metódy pre automatizované získavanie znalostí majú jasnú špecifikáciu. Sú určované tromi nasledujúcimi bodmi:

- Získaním potrebných kvalitných dát.
- Cieľami, ktoré vo svojom systéme sledujeme.
- Spracovanie dát.

Tento proces je uplatňovaný aj pri vyvíjaní vlastného automatického systému. Získavanie potrebných kvalitných dát bude zastupovať obchodná platforma⁸, ktorá má priame napojenie na potrebné dáta. Ciele obchodného systému by mali byť jasne definované a mali by byť strategickým pilierom samotného obchodného systému. Ciele môžu byť napríklad:

- Počas obdobia jedného roku zdvojnásobiť obchodný účet,
- Maximalizovať zisky pri minimálnom draw-downe,
- Optimalizovať výstupy z obchodov,
- Diverzifikovať svoje portfólio,
- a ine ...

(Mařík, 1995)

⁷To, za aký čas počítač vygeneruje výstup, je určené podľa množstva vstupných dát.

⁸Väčšinou je to platforma aj broker v jednom.

4.3 Predstavenie automatických obchodných systémov (AOS)

Automatický obchodný systém je v tejto súvislosti chápaný ako súhrn počítačom vyhodnocovaných pravidiel potrebných k analýze aktuálneho diania na danom finančnom trhu. Pomocou takéhoto systému je možné vykonávať burzové obchodné príkazy automatizovane, čiže bez pričinenia človeka. Počítač tak pri analýze trhu a prípadnej následnej exekúcii príkazov plne nahrádza človeka.

V minulosti to boli práve psychické nevyrovnanosti ľudí, ktoré viedli mnoho obchodných systémov k dlhodobým stratám. Daná obchodná stratégia mohla byť navrhnutá profitabilne, avšak nebola zisková v každej realizácii. Dôvodom je práve rozdielne zmýšľanie, citová a emočná stránka každého jedinca. Aj teraz, keď je ešte stále mnoho diskrečných obchodníkov, je možné pozorovať, že pri používaní toho istého obchodného systému, tej istej obchodnej stratégie nie sú výsledky obchodovania rovnaké. Primárnou úlohou automatickej obchodnej stratégie je kompletne odbúrať okolné vplyvy pôsobiace na psychiku obchodníka.

Dôvody vzniku AOS

Existujú dva hlavné dôvody vzniku automatických obchodných systémov:

- Viac voľného času obchodníka.
- Systematicnosť - odbúranie psychologických nevyrovnaností obchodníkov.

Viac voľného času obchodníka

Obchodník je takisto iba človek, ktorý má definované svoje priority a životné ciele. Každý z nás chce stráviť svoj život v radosť, šťastí a vnútornej pohode. Počas svojej životnej cesty sa stretáme s veľkým množstvom rozličných situácií, študujeme, cestujeme, pracujeme... K tomu, aby sme tieto činnosti mohli pravidelne vykonávať, potrebujeme voľný čas, ktorý je v tejto dobe najžiadanejšou komoditou. Automatizované obchodovanie je práve spôsob, ako si svoj podiel voľného času môžeme v značnej miere zvýšiť. Človek ako obchodník by tak mal získať tzv. pasívny príjem, ktorý by ho mal odbremeniť od každodenných starostí.

Systematicnosť - odbúranie psychologických nevyrovnaností obchodníkov

Vznik automatizovaných stratégií je podstantým milníkom vo svete burzového obchodovania. Jednotlivé stratégie tak môžu fungovať kompletne bez pričinenia človeka, čo v podstatnej miere zvyšuje systematicnosť v obchodovacom procese. Obchodník je tak oslobodený od externých vplyvov, ktoré dokážu ovplyvňovať jeho správanie na trhoch.

Budúcnosť AOS

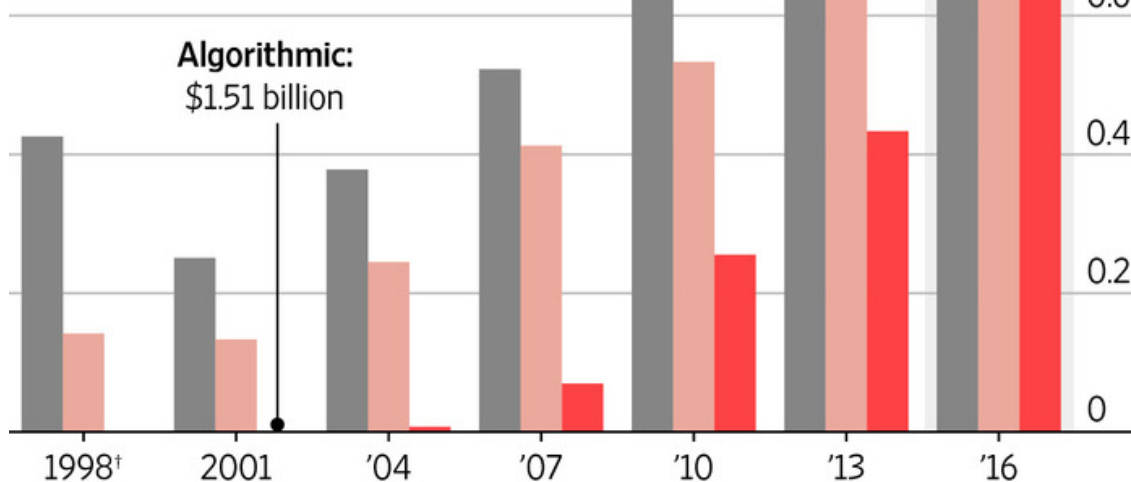
Pomer medzi diskrečnými a automatizovanými obchodnými systémami sa stáva čoraz vyrovnanejším v prospech druhého zmieneneho prístupu (viď Obr. 1 resp. Obr. 2). Je tomu z viacerých dôvodov, hlavným je zefektívniť riadenie diverzifikácie portfólia. Algoritmy pri riadení obchodov využívajú hlavne tvorcovia trhu (angl. market makers), ktorí obhospodarujú veľké množstvo finančného kapitálu a dokážu svojimi mohutnými príkazmi hýbať trhom podľa vlastných predstáv a udávať tak trend.

Swapping Traders for Software

Algorithms are now used to execute a growing portion of currency trades.

Average daily volume, in trillions*

- **Voice: dealer-dealer, dealer-customer**
- **Electronic platform**
- **Algorithmic**

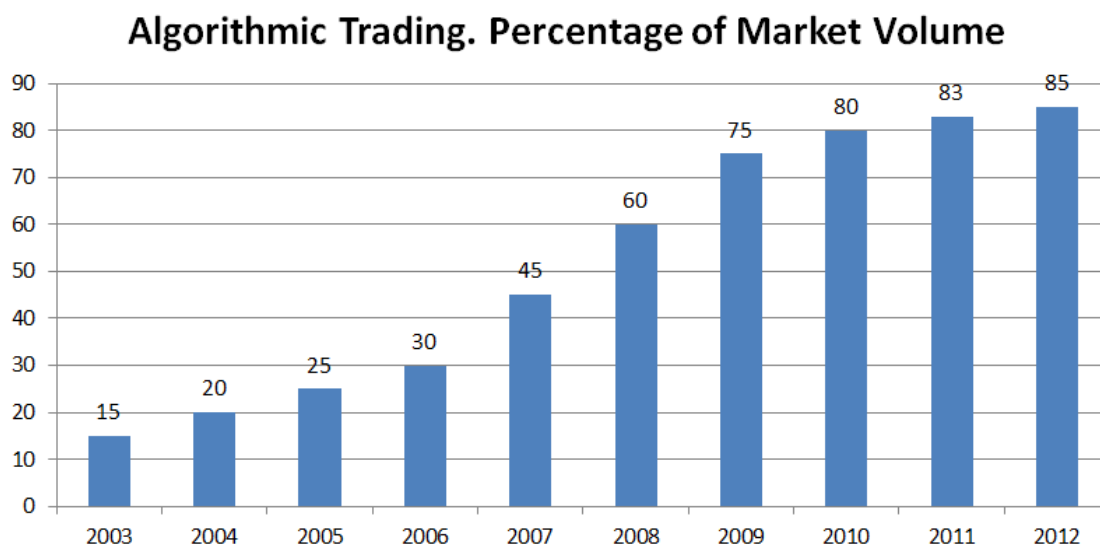


*Spot-market trades †Algorithms weren't used in 1998.

Sources: GreySpark's surveys and analysis of Bank for International Settlements data

THE WALL STREET JOURNAL.

Obr. 2: Ústup diskrečného obchodovania na úkor AOS. Zdroj: wallstreetjournal.com



Obr. 3: Znáznornenie vzostupu AOS. Zdroj: wikipedia.org

4.4 Hardvérové riešenie

Automatické systémy sú vykonávané pomocou skompilovaného zdrojového kódu v danej obchodnej platforme. Tá je typicky priamo napojená na brokera, ktorý uskutočňuje obchodné príkazy. Môžu byť prenajímané vlastným serverom, ktorý im dopomáha k vyššej výkonnosti. (Jean Folger, 2011)

4.5 Výhody a nevýhody AOS

V tejto kapitole zhrniem hlavné a najdôležitejšie poznatky, s ktorými je treba pri AOS počítať. Inak povedané, zhrniem tu hlavné výhody a nevýhody AOS.

Výhody AOS

Medzi hlavné výhody automatických obchodných systémov patria nasledovné body:

- Kompletne nahradenie človeka počítačom. Prioritnou výhodou je bezpochýb plná automatizácia obchodných procesov, pri ktorej nie je obchodník fyzicky prítomný.
- Časová flexibilita obchodníka. V dnešnej uponáhľanej dobe je voľný čas čoraz vzácnejší a ľudia si ho preto vážia stále viac. Automatizované obchodovanie pomáha obchodníkom tráviť svoj čas pri príjemnejších a radostnejších veciach. Je tak významným prínosom vo svete obchodovania a robí toto povolanie zaujímavejším a lepším.

- Systematickosť. Ako som už niekoľkokrát poznamenal, psychické výkyvy sú v obchodovaní nežiaduce. Sú neprospešné pre systematické obchodovanie. AOS je práve spôsob, ako psychické výkyvy v čo najvyššej miere eliminovať a natrvalo sa ich zbaviť. Systematickosť dokáže dopomôcť striktnému dodržiavaniu obchodného plánu.
- Efektívna diverzifikácia portfólia. Rozloženie rizika, čiže diverzifikácia portfólia patrí k neoddeliteľným aspektom tradingu. Môže sa stať, že daná obchodná stratégia prestane fungovať na jednom trhu, to ale neznamená, že nemôže fungovať na trhu inom. Profesionálny prístup k obchodovaniu je založený na tom, že sa v rovnakom čase vyhodnocuje viac trhov. Tieto trhy by nemali navzájom korelovať, avšak mali by spĺňať aplikovateľnosť systému na danom trhu. Práve takéto rozloženie portfólia by malo byť z dlhodobého hľadiska profitabilné. Je totižto malá pravdepodobnosť, že sa nebude dať všetkým trhom naraz. A trading je o pravdepodobnostiach. Ak by sa nedarilo jednému trhu, nič sa tým pádom nestane, pretože ostatné trhy dokážu jeho stratovosť vyplniť a v súčte je takéto portfólio v zisku. (Nesnidal, 2013)

Ďalším spôsobom diverzifikácie portfólia môže byť vytvorenie rôznych obchodných systémov a aplikovať ich takisto na rôzne trhy. Myšlienka je analogická s prvým spôsobom - trhy nesmú medzi sebou korelovať, t.j. musia byť nezávislé a keď k tomu prirátame ešte rozloženie rôznych obchodných systémov, dokážeme tak maximálne diverzifikovať svoje portfólio a minimalizovať jeho stratovosť. (Turek, 2008)

Nevýhody AOS

- Menšia kontrola nad aktuálnym dňaním na trhu. Po spustení programu, ktorý vykonáva veškerú analýzu trhov a obchody na burze za nás, sa už nemusíme o „nič“ starať. Dianie na trhoch je tak v plnej kompetencii nášho naprogramovaného robota. Trhy je však veľmi obtiažne predvídať, čo znamená, že nedokážeme so stopercentnou pravdepodobnosťou definovať že nejaká situácia nemôže nastať. Opak je pravdou. V trhoch je možné skoro všetko. Je preto veľmi dôležité sa poriadne zamyslieť ešte pred samotným programovaním obchodnej stratégie, pretože po spustení AOS-u už všetkú zodpovednosť prenechávame počítaču.
- Vyššie počiatkové náklady. Pri začiatkoch budovanie vlastnej automatizovanej obchodnej stratégie je nutné počítať z vyššími finančnými, resp. časovými nákladmi. Väčšina poskytovateľov platforiem si účtujú pravidelné poplatky, ktoré dokážu nepripraveného začínajúceho obchodníka prinaajmenšom znepokojiť. Medzi ďalšie značné náklady patria služby profesionálnych programátorov, ktorí sú schopní po dôslednej komunikácii a požiadaviek obchodníka navrhnúť a naimplementovať obchodný systém.

- Teoreticky možný výpadok platformy. Všetky procesy spojené s tradingom už bežia na webových serveroch, ktoré môžu z času na čas z rôznych príčin vypadnúť. Internetové riešenia sú ale už natoľko prepracované, že takéto nebezpečenstvo hrozí iba minimálne. V mnohých prípadoch už existujú záložné riešenia, ktoré sú aplikované práve v takýchto situáciách.
- 95% zo všetkých AOS sú v strate. Je to fakt, ktorý je treba rešpektovať a vedieť o ňom. Veľká časť začínajúcich obchodníkov si myslí, že poskladať si vlastný AOS je hračka. Bez skúseností a vedomostí o fungovaní trhov a bez detailnej znalosti použitých indikátorov a obchodných stratégií to však nie je možné. (Nesnídal, 2014)

4.6 Stavba AOS

Proces stavby obchodných systémov sa skladá z nasledovných činností:

- Definovanie vstupov a výstupov. Správne definovaniu vstupov a výstupov danej stratégie predchádza pochopenie princípov money managementu a risk managementu.
- Backtest na demo účte. Obchodník má na backtest dostatok času, môže si v pokoji prejsť každú cenovú úsečku a "napozerať" si rôzne seancie.
- Papertrading na demo účte. Papertrading je obchodovanie živých trhov na demo účte. Papertrading spočíva v tom, že si obchodník trénuje obchodovanie na živých trhoch, avšak stále na demo účte. Je to akýsi medzistupeň medzi backtestom a živým obchodovaním s reálnym účtom.
- Živé obchodovanie na reálnom účte.

V stavbe AOS sa nezaobráame papertradingom, nakoľko je tu psychologický jav obchodovania odbúrany počítačovou automatizáciou systému. Backtest je taktiež nahradený výpočetnou technikou, ktorá veškerú prácu urobí za nás. Tu však prichádza k menšiemu rozporu medzi výhodami a nevýhodami AOS. Je nutné podotknúť, že každý AOS obchodník by mal začať najprv diskrečným backtestom, aby sa v trhoch dostatočne orientoval a vedel vyhodnotiť jednotlivé situácie vlastným okom. Dlhodobo profitabilný obchodník má na trhy povestný cit. V momente, keď má obchodník daný trh dostatočne „napozieraný“, môže sa pustiť do vývoja AOS. AOS je vo svojej podstate iba vylepšenie diskrečného obchodovania. Vychádza z rovnakých princípov a má rovnaké východiskové situácie.

Každý automatický obchodný systém by mal byť postavený na pevných základoch, od ktorých sa je možné odraziť ďalej a užšie špecifikovať vstupné a výstupné podmienky. Mojm pevným pilierom je poznatok o Support/Resistance úrovniach, ktorých získavanie a následné spracovávanie je primárnym cieľom tohoto automatického obchodného systému (viac o S/R úrovniach v stati *Support/Resistance úrovně*). Pri stavbe obecného obchodného systému (vrátane automatického) je potrebné si

jasne definovať vstupy a výstupy do/z obchodu, poprípade ich ďalšie rozširujúce kritéria. Po definovaní vstupov nasleduje backtestovanie obchodnej stratégie. Samotný backtest vyhodnotí, či je daná stratégia použiteľná a profitabilná. Dobrý backtest by mal zároveň vyhodnotiť robustnosť obchodnej stratégie, čiže jej aplikovateľnosť na rôznych trhoch.

4.7 Programové vybavenie pre AOS

Pre algoritmické obchodovanie je nutné mať vhodné softvérové a hardvérové vybavenie. Rovnako dôležité je mať spoľahlivého poskytovateľa internetového pripojenia. V prípade, že by jedna zo zmiených vecí chýbala, nejedná sa o kvalitné a stabilné zázemie pre algoritmické obchodovanie. Neexistuje mnoho kvalitných softvérových poskytovateľov, preto je potrebné si spraviť o nich rešerš, ktorá by mala viesť k výberu toho správneho.

Obchodné platformy a programovacie jazyky

V súčasnej dobe existujú štyri robustné obchodné platformy, ktoré sú doporučované odborníkmi v tejto oblasti pre tvorenie a exekúciu AOS. Sú nimi:

- MetaTrader ; Obchodná platforma určená pre analýzu finančných trhov a obchodovanie trhov Forex. Je momentálnym lídrom na trhu a je dostupná pre všetky bežné elektronické zariadenia vrátane počítačov, tabletov a mobilných telefónov. Na tejto platforme je možné implementovať obchodné riešenia rôznych zložitostí a rôznych komplexností. Používa programovací jazyk MQL, ktorý bol vyvinutý pre obchodovanie Forex.
Zdroj: <http://www.metatrader5.com/>
- TradeStation ; Vo väčšine prípadov obchodná platforma a broker spolu nie sú nijako previazaní, každý funguje nezávisle od seba. Pri platforme TradeStation to však neplatí. Je to broker a platforma v jednom. Tento softvér je preto pohodlným riešením pre online obchodovanie. Medzi algoritmickými obchodníkmi sa považuje za štandard, rovnako ako jej integrovaný jazyk EasyLanguage. EasyLanguage ja ľahko pochopiteľný a rýchlo naučiteľný. Platforma má ďalej sofistikované nástroje na testovanie robustnosti, ktoré je v tradingu natolko podstatné. Veľkým pozitívom je, že TradeStation si z konkurenčných platforiem účtuje najnižšie komisie, teda poplatky za obchod. Keďže ho použija mnoho obchodníkov, má taktiež početnú komunitu.
Zdroj: <http://www.tradestation.com/>
- MultiCharts ; Platforma MultiCharts využíva rovnako ako TradeStation programovací jazyk EasyLanguage. Je navrhnutá pre dôkladnú analýzu, back-test a exekúciu obchodných stratégií. Je to takisto veľmi robustná platforma s množstvom integrovaných indikátorov ale aj s možnosťou vytvárať si vlastné indiká-

tory a obchodné stratégie. MultiCharts je vhodným nástrojom pre vývoj a realizáciu automatickej obchodnej stratégie.

Zdroj <http://www.multicharts.com/>

- NinjaTrader ; NinjaTrader je dostupný kompletne zdarma. Je to takisto profesionálny a robustný nástroj aj pre tvorbu AOS. Poskytuje výborný zákaznícky servis a obsiahle užívateľské fórum. Programovací jazyk obsiahnutý v tejto platforme je NinjaScript, ktorý si zhotovitelia platformy sami vyvinuli. NinjaScript je založený na programovacom jazyku C#, syntax týchto jazykov je totožná. Má dostupné aplikačné rozhranie (angl. API) s metódami vyvinutými pre obchodovanie na burze.

Zdroj: <http://ninjatrader.com/>

Tieto platformy slúžia pre analýzu a taktiež ako vývojové prostredie, pre testovanie a exekúovanie automatizovanej obchodnej stratégie. Niektoré sú určené pre obchodovanie menových párov, iné zasa na akcie, či komodity. Závisí od obchodníka a jeho zámeru, ktorú platformu použije.

Optimalizácia - Genetické algoritmy

Proces hľadania obchodného systému, ktorý je profitabilný a zároveň maximálne robustný, je výpočetne veľmi náročný. Pri výpočtoch je treba brať do úvahy rôzne možnosti kombinovania vstupných parametrov resp. indikátorov, ktoré chceme vo svojej stratégii s výhodou uplatňovať. Všetky parametry, s ktorými sa v obchodnom systéme ráta, by mali byť optimalizované. Optimalizácia v tomto smere zabere klasickými výpočtami enormné množstvo času a práce. Ak napríklad obchodník svoju stratégiu stavia na indikátore CCI, kĺzavom priemere a výstupy z obchodov má nastavené na určitý stop loss resp. profit target, vyzerá daná kombinácia možných obchodných stratégií nasledovne:

Kombinace (číslo)	CCI (perioda)	klouzavý průměr	SL	PT	BE
1	10	39	240	550	800
2	27	180	1000	1200	1100
3	13	150	880	2350	2450
4	11	51	720	2750	650
...	55	66	100	1100	3000
200	43	30	340	3000	750

Obr. 4: Obrázok znázorňujúci rôzne možnosti kombinácií parametrov a indikátorov v obchodnom systéme

Zdroj: financnik.cz

(Nesnidal, 2011) Z tabuľky je patrné, že celkový počet možných kombinácií obchodného systému je veľký. Ak by to mal počítač testovať postupne, klasickým spôsobom, trvalo by to mnoho rokov. To však v praxi nepripadá do úvahy z rôznych dôvodov.

Našťastie existuje spôsob, ako vypočítať optimálne veľkosti parametrov o mnoho rýchlejšie. K tomuto účelu slúžia tzv. genetické algoritmy (ďalej len GA). Ich hlavným prínosom je bezpochyby *úspora času*. Obchodník pomocou GA ďalej dokáže testovať robustnosť svojho systému a vyhodnocovať tak, na ktorých trhoch je vhodné ho uplatniť (pozn.: každý systém by mal byť maximálne robustný v dôsledku možnosti zvýšenia mieru diverzifikácie portfólia). (Nesnidal, 2011; ⁹)

Štruktúra genetických algoritmov

Genetické algoritmy sú zložené z jedincov, ktorí sú charakterizovaní pomocou štruktúr konečnej dĺžky. Takáto štruktúra je v analógii s obecnou genetikou nazývaná *chromozóm*. Každý chromozóm pozostáva z postupnosti symbolov nazývaných *alela* - opäť analógia s obecnou genetikou. Každá alela je reprezentovaná jednou celočíselnou hodnotou z intervalu $<0;1>$. Chromozóm je teda reprezentovaný binárnym číslom istej dĺžky. Dĺžka binárneho čísla je určená požadovanou presnosťou riešenia, to znamená, že čím je binárne číslo zostavené z viac binárnych hodnôt, tým je riešenie presnejšie. (Mařík, 2001)

Princíp fungovania genetických algoritmov

Principiálne je vysvetlenie fungovania GA celkom jednoduché. Vo vhodnom softvéri, ktorý podporuje genetické algoritmy, sa zadajú zamýšľané parametre, indikátory a cieľ (anglicky *fitness function*). Cieľ môže byť napríklad maximalizácia profitu pri minimálnom draw-downe. GA sú schopné pracovať s danými nástrojmi (parametre, indikátory) ako s tzv. „prepínačmi“ (anglicky *switches*). Pomocou prepínačov dokážu postupne skúšať kombinácie rôznych možností vzájomného použitia daných indikátorov, resp. parametrov a vyhodnotiť ich potenciál. GA najprv náhodne vygenerujú istý počet (v rozsahu od niekoľkých desiatok po niekoľko tisíc) možností (kombinácií) pre riešenie daného problému. Týmto kombináciám sa hovorí *populácia*. Po vytvorení prvej populácie začne algoritmus zisťovať, ktorá kombinácia sa najviac približuje k cieľu. Ak také kombinácie nájde, GA prejde na ďalší krok - vytvorenie ďalšej *generácie*. V ďalšej generácii musí byť rovnaký počet kombinácií ako v predošlej, takisto sa generujú možnosti náhodne, ale s tým rozdielom, že v novej generácii

- sa musia nachádzať víťazné možnosti z predošlej generácie,
- sa nesmú nachádzať porazené možnosti z predošlých generácií

⁹Druhotný zdroj: <http://www.mathworks.com/help/gads/how-the-genetic-algorithm-works.html?requestedDomain=www.mathworks.com>

Týmto spôsobom sa odfiltrujú nevhodné možnosti pri ďalšom vytváraní generácií. Princíp náhodného dopĺňania doposiaľ nepoužitých kombinácií k víťazným kombináciám sa nazýva *vzorkovanie (sampling)*. Týmto procesom GA hľadajú a vzájomne kombinujú najsilnejších jedincov - kombinácie, až pokiaľ ideálne nájdú jedinca, ktorý spĺňa zadané požiadavky.

(Nesnídal, 2011)

5 Umelá inteligencia na burze - prakticky

V tejto kapitole opíšem mnou vyvíjaný automatický obchodný systém Orderflow. Budem pritom vychádzať z poznatkov z teoretickej časti tejto práce (kapitola *Teoretické východiská*).

5.1 Použité technológie

Pre vývoj tohoto automatického obchodného systému som sa rozhodol použiť obchodnú platformu NinjaTrader a ňou implementovaný programovací jazyk NinjaScript. Po rešerši obchodných platforiem poskytujúcich programovanie automatických obchodných stratégií som dospel práve k tejto variante. Veľkou výhodou platformy NinjaTrader je fakt, že je dostupná zdarma. Ďalšie pozitívum je, že má početnú užívateľskú základňu a kvalitný online support, ako aj fórum. Platforma podporuje všetky funkcionality, ktoré som pri vývoji vlastného systému predpokladal a potreboval. Vlastnú automatickú obchodnú stratégiu som tvoril pomocou programovacieho jazyka NinjaScript, ktorý má podobné vlastnosti ako vysokoúrovňový jazyk C#. NinjaTrader má implementovanú knižnicu, v ktorej sú obsiahnuté potrebné konštanty, premenné, procedúry a funkcie¹⁰ potrebné k implementovaniu AOS. Skôr, ako sa daná stratégia mohla použiť, bolo nutné ju skompilovať. Až následne bolo možné stratégiu načítať a spustiť v grafe.

5.2 Vývoj pravidiel vlastnej obchodnej stratégie

5.3 Inšpirácia

Automatický obchodný systém je založený na esenciálnych zákonitostiach fungovania finančných trhov. Konkrétne je založený na vzájomnom pôsobení dopytu a ponuky po danej komodite. Nebude využívať žiadne komplexné indikátory. Je dôležité a podstatné si uvedomiť, ktoré subjekty na trhoch pôsobia. Ja, pôsobiaci ako malý obchodník, nie som schopný ovplyvniť smer vývoja ceny. To však sú schopné ovplyvniť subjekty, ktoré sa nazývajú tvorcovia trhov (anglicky market makers), ktorí do jednotlivých obchodov vstupujú s vysokým počtom kontraktov. Pravdepodobnosť, že po vstupe tvorcu trhu do obchodov sa budú trhy vyvíjať v jeho prospech, je vysoká, avšak nie garantovaná. V mojom záujme je analyzovať možný vstup do obchodov v rovnakom smere, ako vstupuje tvorca trhu. Je preto dôležité vedieť, na akých cenových úrovniach vstupujú do trhov oni. Miesta ich vstupov sú v mnohých prípadoch oblasti supportov a rezistancií, čiže oblastí, na ktorých sa pohyb trhov zvykne pozastavovať, respektíve otáčať svoj smer. Na týchto oblastiach majú nastá-

¹⁰Procedúry a funkcie sú podprogramy. Procedúry nemajú žiadnu návratovú hodnotu, naopak funkcie návratovú hodnotu majú. V modernom programovaní sa používa jednotný názov, a to *metódy*. V tejto práci však budem metódy rozlišovať na základe návratových hodnôt na spomenuté procedúry a na funkcie.

vené svoje hromadné limitné príkazy¹¹. Ak sa trhy budú pohybovať v ich okolí, je potrebné zbystriť pozornosť a hlbšie analyzovať danú situáciu. Ako som spomenul vyššie, úspešnosť tvorcov trhu nie je stopercentná, čiže nie je múdre iba slepo nastavovať svoje otváracie príkazy indikujúce odraz ceny od danej support/resistance oblasti. Je potrebné ešte skúmať aktuálnu náladu (optimizmus, pesimizmus) účastníkov trhu, či sa naozaj priklonia ku smeru tvorcov trhu alebo sa nedajú odlomiť z rôznych dôvodov (napríklad aktuálnych fundamentálnych ekonomických správ, ktoré umocňujú ich optimistickú náladu). Ku skúmaniu aktuálnej situácie na trhu slúži tabuľka Times & Sales. Je to tabuľka realizovaného orderflow¹², v ktorej sú prezentované postupnosti príkazov na trhu tak, ako boli reálne uskutočnené. Time & Sales tak dáva obchodníkovi možnosť nahliadnúť do aktuálneho diania na danom trhu bez nutnosti čítania grafu. Obchodníkovi tak môže pomôcť v situáciách, kedy sa rozhoduje o vstupe do obchodu napríklad v prípade, keď všetky indicie svojho obchodného plánu sú pozitívne na vstup do krátkej pozície, avšak v trhu nie je dostatočná sila na to, aby sa trh naozaj daným smerom pohol. Je to z dôvodu nízkej aktivity obchodníkov na danej cenovej úrovni. V tabuľke Times & Sales sú tieto údaje priamo čitateľné a je možné sa na základe nich správne rozhodnúť. (Podhajský, 2015)

Tento systém je popísaný v elektronickej knihe Orderflow trader od známeho českého obchodníka Petra Podhajského. Z tejto knihy som čerpal inšpiráciu aj pri vývoji vlastného automatického obchodného systému.

5.4 Support/Resistance úrovne

Cenový vývoj v grafe sa v praxi často pozastaví, spomalí, začne stagnovať. Následne môže daný trend pokračovať alebo sa zrkadlovo otočiť. Úrovne, na ktorých sa tieto situácie dejú, sa nazývajú Support/Resistance (ďalej aj S/R) úrovne. Tieto úrovne vznikajú stagnovaním cenových úsečiek na istej cenovej úrovni. Stagnovanie úsečiek môže nastať v dvoch prípadoch:

- Býčí trh sa v istom bode zastaví a niekoľko cenových úsečiek stagnuje. V praxi to znamená, že optimizmus nakupujúcich sa zastavil a začal byť vyrovnávaný predajnými príkazmi. Inými slovami, ponuka po statku sa vyrovnáva jeho dopytu. Na úrovniach rezistancií dokážu predávajúci poraziť nakupujúcich. Trend sa v tomto bode minimálne zastaví. Ja budem v mojom AOS špekulovať na

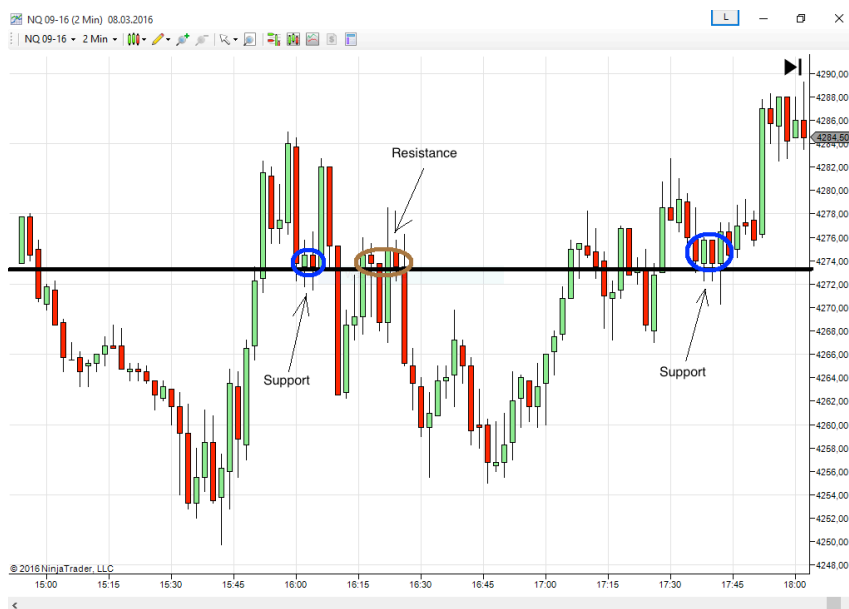
¹¹Limitné príkazy sú príkazy čakajúce na exekúovanie. Obchodníci nastavujú svoje limitné príkazy na nimi preferované cenové úrovne. Ak trh dosiahne tejto ceny, daný príkaz sa exekuuje, teda aktivuje.

¹²Ukazateľ zobrazujúci príkazy, ktoré boli v trhu reálne exekúované. Hodnoty realizovaného orderflow sú nezmanipulovateľné, čiže na nich obchodník môže spoľahlivo stavať svoj obchodný systém. Typicky je realizované orderflow prezentované v tabuľkách Times & Sales obchodných platforiem

vstup do reverznej pozície, čiže do pozície *short*. Tieto úrovne sa volajú rezistencie.

- Zrkadlovo je to v prípade medvedieho trhu, kde optimizmus predávajúcich vyrovnávajú nakupujúci. Tieto úrovne sa volajú supporty. Na úrovniach supportu je sila kupujúcich natoľko silná, že dokáže minimálne zastaviť medvedí trh. V mojom automatickom obchodnom systéme budem pri týchto úrovniach zvažovať vstup na reverznú pozíciu, čiže na pozíciu *long*.

Obe úrovne sú mnohými obchodníkmi vyhľadávané, pretože udávajú trhu pomyselné hranice. V praxi sa takisto bežne stáva, že supporty sa menia v rezistencie, a naopak. (Person, 2007; Elder, 1993)



Obr. 5: Ukážka S/R úrovní na dvojminútovom komoditnom grafe NQ v intervale obchodovacieho času.

Zdroj: vlastná tvorba

Na obrázku (Obr. 5) je vidno, že S/R úrovne sa v grafoch často opakujú a sú preto kvalitným pomocníkom pri analýze diania na trhoch. Na známych S/R úrovniach ukladajú svoje veľké limitné príkazy tvorcovia trhov a preto budem v mojom obchodnom systéme sledovať práve skutočnosti, ktoré nastávajú práve po uskutočnení limitných príkazov.

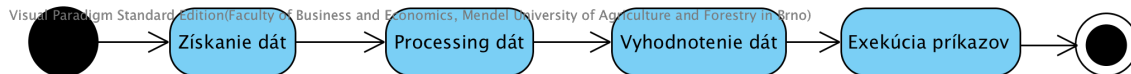
V mojom automatickom obchodnom systéme si S/R úrovne budem zisťovať za behu programu, kde bude počítač hľadať stagnujúce cenové úsečky a vhodne ich spracovávať. Viac o naprogramovanom zisťovaní S/R úrovní budem písať v stati *Algoritmus pre zisťovanie S/R úrovní*.

5.5 Stanovenie obchodovacieho času

Obchodovací čas, v ktorom bude systém vyhodnocovať svoje obchodné vstupy a výstupy, je stanovený časovým úsekom dňa, kedy je frekvencia uskutočnených obchodov (volume) na trhu najvyššia. Tento časový interval je v rozmedzí od 15:30 hod do 18:00 hod českého času.

5.6 Návrh riešenia vlastného AOS

Pri návrhu riešenia vlastného AOS som sa snažil uplatňovať tzv. „out-of-box“ pohľad na vec. Snažil som sa najprv definovať hlavné problémy vývoja a usporiadať ich sekvenčne podľa poradia vo vývoji. Ako prvú vec, ktorú je treba zaistiť, je získanie kvalitných dát. Kvalitné dáta sú neoddeliteľnou súčasťou profesionálneho vývoja obchodného systému a nie je možné sa bez nich posunúť ďalej. Dáta mi zabezpečuje platforma NinjaTrader, ktorá ich implicitne poskytuje. Ďalším krokom vo vývoji je výber technológie, ktorá bude slúžiť na processing dát. Všetky processingové činnosti som vykonával prostredníctvom programovacieho jazyka NinjaScript. Naprogramoval som v ňom jednotlivé podprogramy potrebné k správne chodu programu. Ako tretí bod vo vývoji vlastného AOS bolo u mňa vyhodnotenie spracovaných dát. Vyhodnocovanie bolo vykonávané v špeciálnych podprogramoch. Po vyhodnotení dát mohla nasledovať exekúcia príkazov na nákup, resp. predaj kontraktu.



Obr. 6: Diagram vývoja vlastného AOS. Zdroj: vlastná tvorba

5.7 Definícia vstupov

Celý automatický obchodný systém je založený na sledovaní vzťahu medzi dopytom a ponukou pomocou tabuľky Times & Sales na významných cenových úrovniach, konkrétne na Support/Resistance úrovniach. Systém bude vstupovať do obchodu pri vyhovujúcich vstupných podmienkach len na reverznú pozíciu.¹³

Algoritmus bude mať nasledovný proces:

Ak sa cena počas obchodovacieho času priblíži k istej S/R úrovni, je to signál k bližšiemu skúmaniu situácie na trhu. V algoritme sa vyhodnocuje, či je daná S/R úroveň silná. Ak áno, systém nahliadne do tabuľky Times & Sales a ak usúdi, že by sa mal trh od danej S/R úrovne odraziť, vstúpi do obchodu (nakúpi jeden komoditný kontrakt).

¹³Reverzný vstup znamená vstúpiť do obchodu proti smeru predošlého cenového vývoja. Môže to byť vstup do krátkej pozície pri býčom trhu a naopak vstup do dlhej pozície pri medvedom trhu.

Algoritmus pre zisťovanie S/R úrovní - procedúra `strengthOfSR()`

Pre prehľad v ďalšom texte uvádzam zoznam využívaných programových premených:

- *int countOfStagnationBars*; premenná slúži ako počítadlo približne rovnakých po sebe idúcich cenových úsečiek (ďalej len barov)
- *priority*; premenná asociatívne pole, kde kľúč je *countOfStagnationBars* a hodnota je pole cien, pri ktorých nastal daný počet po sebe idúcich približne rovnakých barov.
- *insertIntoStagnationBars(countOfStagnationBars)*; procedúra, ktorá vloží do vektora, v ktorom sú uložené počty približne stagnujúcich barov v prípade, ak tam ešte daný počet nie je. Samotný počet hodnôt vo vektore stagnujúcich barov sa použije ako hranica iterovanej premennej v cykle.
- *p*; premenná asociatívne pole, kde kľúč je hodnota predošlého baru a hodnota je hodnota kľúča *priority*. Z toho vyplýva, že hodnoty tejto premennej budú vektory s hodnotami počtov jednotlivých cien pri rôznych *countOfStagnationBars*, ktoré sú indexy tohoto vektora. Táto premenná je v mojom algoritme pilierovou premennou používanou pri vyhodnocovaní S/R úrovní. S výhodou sa tu dajú využiť hodnoty indexov poľa, ktoré je hodnotou tejto štruktúry.

Program nie je schopný S/R úrovne detekovať automaticky, preto bolo nutné naprogramovať procedúru, ktorej úlohou bude práve tento cieľ - zisťovať S/R úrovne. Táto procedúra bude porovnávať vždy dva posledné bary v grafe. Skladá sa z dvoch hlavných vetiev.

Prvá vetva rieši situáciu, keď sa dva posledné bary približne rovnajú. Znamená to, že sa cena pozastavila na danej úrovni, ktorú môžeme nazvať ako S/R úroveň. Následne sa zvýši *int countOfStagnationBars* po sebe idúcich približne rovnakých barov.

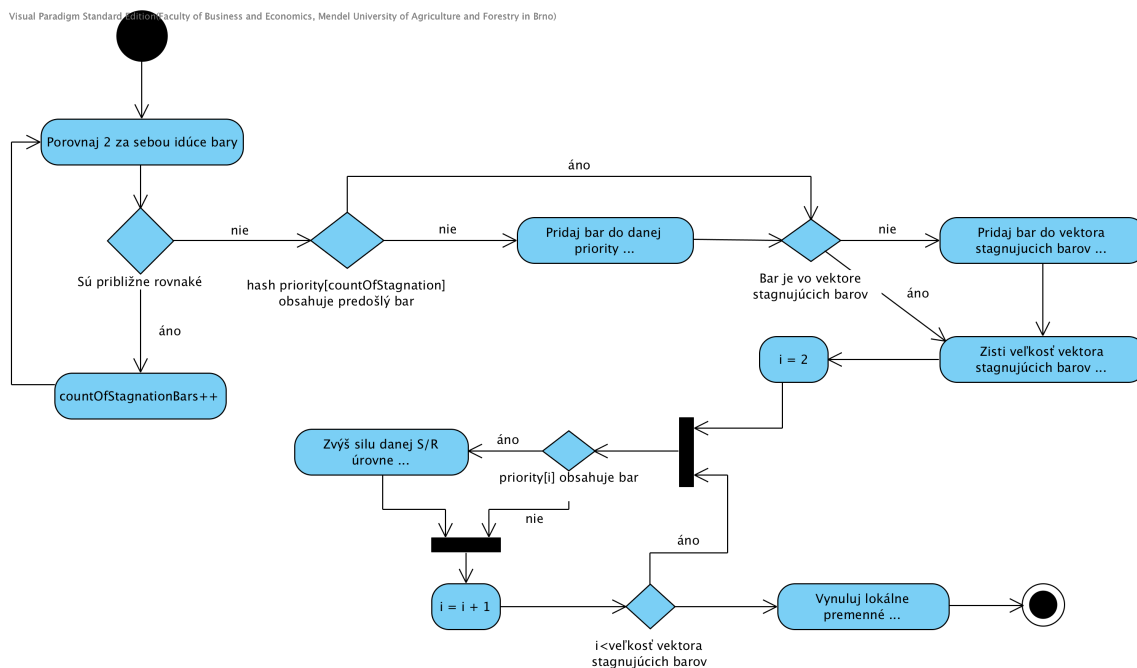
Druhá vetva rieši situáciu, keď hodnota nového baru nie je približne zhodná s hodnotou predošlého baru. Počítadlo sa vtedy nezvýši. V tejto vetve sa vyhodnocuje podstatná logika programu. Do asociatívneho poľa reprezentovaného premennou *priority* sa pridá predošlá cena v prípade, že ju daný kľúč doposiaľ neobsahuje. Následne sa pomocou funkcie *insertIntoStagnationBars(countOfStagnationBars)* vykoná vloženie hodnoty *countOfStagnationBars* v prípade, že ju doposiaľ neobsahuje. Ďalšou časťou druhej vetvy sa pomocou sekvenčného cyklu prechádzajú všetky hodnoty *priority*. Pri každej iterácii sa zisťuje, či hodnota daného kľúča premennej *priority* obsahuje hodnotu predošlého baru. Ak obsahuje, zvýši sa hodnota *p[hodnota predošlého baru][kľúč iterovanej priority]* o jeden. Takýmto spôsobom sa budú zvyšovať sily jednotlivých S/R úrovní. Štruktúra *p* môže vyzerať názorným príkladom takto:

hodnota \ klúč	4640.25	4602.00	4686.75	3995.00	3803.75
hodnota[2]	3	5	2	6	3
hodnota[3]	2	3	8	4	0
hodnota[4]	4	0	5	7	4
hodnota[5]	4	7	6	2	6
hodnota[6]	2	6	2	3	5

Obr. 7: Názorný obsah premennej p . Na prvom riadku sú klúče premennej p . Ku každému klúču prislúcha jeho hodnota, ktorá je pod klúčom znázornená vektorom hodnôt.

Zdroj: vlastná tvorba

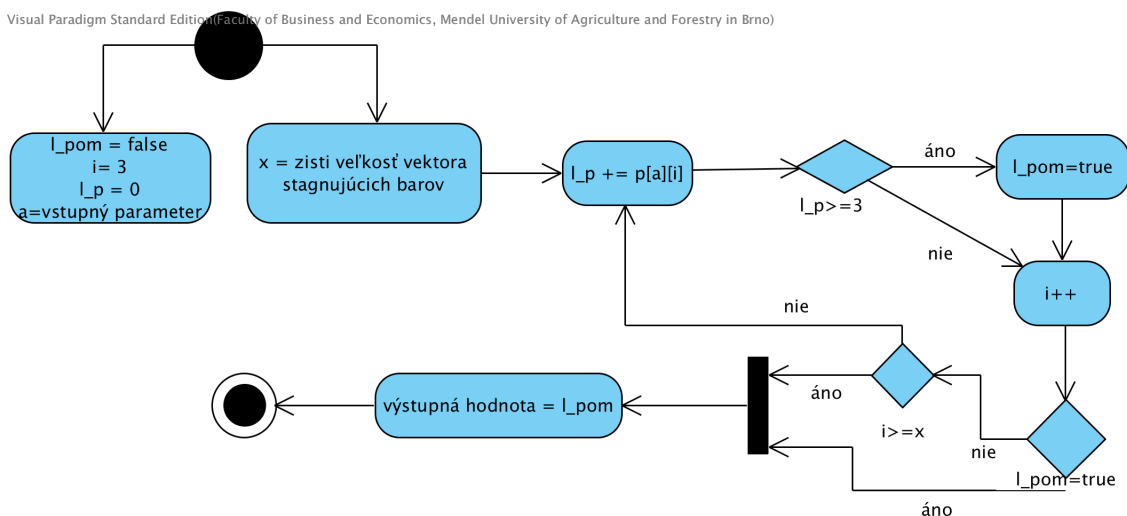
Vektory hodnôt, čiže hodnoty premennej p sú indexované od číslice dva, nakoľko ma zaujíma iba počet po sebe idúcich približne rovnakých barov väčších alebo rovných ako dva. Na názornom príklade je vidieť, že napríklad klúč 4602.00, ktorý symbolizuje cenu predošlého baru, má hodnotu vektora s hodnotami [5;3;0;7;6]. V logike programu to znamená, že na cene 4602.00 vznikla S/R úroveň pozostávajúca z dvoch barov päťkrát, z troch barov trikrát, zo štyroch barov nulakrát, z piatich barov sedemkrát, zo šiestich barov šesťkrát. Analogicky je to aj pri ostatných stĺpcoch tabuľky. Tieto cenné informácie slúžia pri rozhodovaní sa o vstupe do obchodov, pričom samotný vstup môžu podporiť hodnoty na konci vektorov. Tento poznatok sa môže využiť aj pri rozhodovaní sa, s koľkými kontraktmi do obchodu vstúpiť. Ja tento poznatok však vo svojom riešení pominiem, nakoľko predpokladám vstup do trhov vždy s jedným kontraktom. Informácie získané práve z premennej p mi budú slúžiť ako medzikrok pre vstup do obchodu.

Diagram aktivít pre procedúru *strengthOfSR()*Obr. 8: Diagram aktivít procedúry *strengthOfSR()* Zdroj: vlastná tvorba**Algoritmus zisťujúci silu danej S/R úrovne - procedúra *getStrengthOfSR(double a)***

Táto procedúra má za úlohu zistiť, či daná cena posielaná do procedúry ako parameter a je jednou zo silných S/R úrovní. Ak procedúra vyhodnotí, že jej parameter je jednou zo silných S/R úrovní, vráti true, inak vráti false. Opäť sa tu pracuje s premennou p . Prechádzajú sa všetky sily S/R úrovní (hodnoty podľa kľúča a), pričom sa v každej iterácii pričíta do lokálnej premennej lp hodnota $p[a][\text{počet barov}]$. Počet barov pritom začína v cykle na hodnote tri. Ak to zhrniem, tak v tomto cykle sa prejdú všetky S/R úrovně, na ktorých stagnovala cena a . Ak je takýchto úrovní viac ako tri (pozn.: hodnota tri neznamená to isté ako hodnota počtu barov od ktorých sa začína iterovať), tak sa daná S/R úroveň považuje za silnú.

Diagram aktivít procedúry *getStrengthOfSR()*

Visual Paradigm Standard Edition (Faculty of Business and Economics, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno)

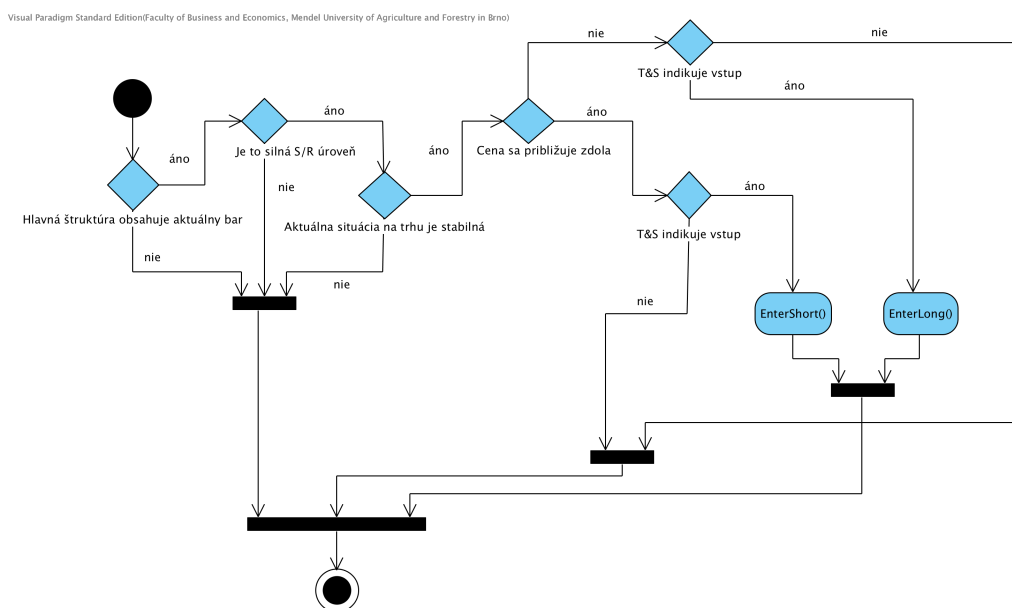


Obr. 9: Diagram aktivít procedúry *getStrengthOfSR()* Zdroj: vlastná tvorba

Hlavný algoritmus programu - *openPositionControll()*

V tomto algoritme je zakomponovaná celá logika programu. Má jednoduchú štruktúru, avšak hlbokú zapúzdrenosť procedúr. Procedúra *openPositionControll()* vykonáva veškerú logiku a funkcionality programu a má nasledovnú podobu:

Diagram aktivít procedúry *openPositionControll()*



Obr. 10: Diagram aktivít procedúry *openPositionControll()* Zdroj: vlastná tvorba

V diagrame je vidieť, že algoritmus si prejde viacerými podmienkami, a až ak budú všetky vyhovujúce, prejde k následnému vstupu do obchodu, čiže nakúpi jeden kontrakt. Situácia je v zdrojovom kóde implementovaná následovne:

```

void openPositionControll(){
    if(p.ContainsKey(Close[0]) && getStrongessOfSR(Close[0])==true){
        if(!isInSRChop(Close[0])){
            if(Close[5]<Close[0]){
                if (timesAndSales("short")) {
                    EnterShort();
                }
            }
            if(Close[5]>Close[0]){
                if (timesAndSales("long")) {
                    EnterLong();
                }
            }
        }
    }
}

```

Obr. 11: Zdrojový kód procedúry *openPositionControll()* Zdroj: vlastná tvorba

Premenná *Close[0]* je ekvivalentom hodnoty aktuálneho baru. Premenná *Close[5]* znázorňuje šiesty najnovší bar, čiže bol aktuálny päť barov pred momen-

tálne aktuálnym barom¹⁴. Prvá podmienka má formu logického súčinu, čiže je splnená iba vtedy, ak sú pravdivé oboje výsledky výrazov $p.ContainsKey(Close[0])$ && $getStrongessOfSR(Close[0])==true$. Vo výraze $p.ContainsKey(Close[0])$ je cielene použitá pripravená premenná p , v ktorej sú uložené informácie o S/R úrovniach. Ak daná premenná obsahuje kľúč $Close[0]$, znamená to, že na danej cene už vznikla S/R úroveň. Môže sa teda prejsť k druhému operandu logického súčinu, a teda k výrazu $getStrongessOfSR(Close[0])==true$. Je to procedúra, ktorá na základe vstupného parametra - cenovej úrovne, určí, či je daná úroveň dostatočne silná a zaujímavá pre uvažovanie o vstupe do obchodu. Ak je návratová hodnota logického súčinu true, pokračuje sa v podmienkach ďalej. V následnej procedúre sa filtrujú situácie, kedy je trh v chop-e¹⁵. Ak sa tak stane, v ďalšom vyhodnocovaní logiky procedúry sa neprechádza. Chop je pre moju stratégiu nežiaduci, pretože je trh nestabilný, smeruje do strany a nie je v ňom badať žiaden trend, na ktorom by som mohol do obchodu vstúpiť. Najväčšia nevýhoda z trhu, ktorý je v chop-e je, že sa v danom trhu ťažko orientuje a vyhodnocuje situácie. Ja vo svojej stratégii chcem do obchodov vstupovať iba z vysokou pravdepodobnosťou úspechu, a tú pravdepodobnosť v chop-ovom trhu nemám.

Procedúra *isInChop()* má návratovú hodnotu typu boolean. Jej úlohou je zistiť, či posledných desať barov nebolo v chop-e. Ak je návratová hodnota true, pokračuje sa v ďalšom vyhodnocovaní procedúry *openPositionControll()*. Je treba mať na pamäti, že v mojom obchodnom systéme obchodujem iba reverzné pozície, teda situácie, kedy sa trh odrazí od danej S/R úrovne. Hodnota 5 v $Close[5]$ nie je náhodná, ale má hlbší význam. Ak šiesty najaktuálnejší bar ($Close[5]$) bol nižšie ako aktuálny bar ($Close[0]$), vyhodnotí sa funkcia *timesAndSales("short")*, ktorej návratová hodnota je takisto typu boolean. Analogicky je tomu pri situácii, kedy je $Close[5]$ vyššie ako $Close[0]$. V takom prípade sa vyhodnocuje takisto procedúra *timesAndSales*, ale s parametrom *long*. Ak sú návratové hodnoty procedúr *timesAndSales(string)* true, je to záruka toho, že nastane obchod. Vykoná sa NinjaScript-ová integrovaná procedúra pre otvorenie pozície - *EnterShort()* resp. *EnterLong()*.

5.8 Definícia výstupov

Výstupných techník je pri obchodovaní mnoho. Ako som písal v stati *Výstup z obchodu*, samotná výstupná technika z obchodov je minimálne rovnako dôležitá ako technika o ich vstupoch. Ja som sa svoju výstupnú techniku snažil čo najviac zefektívniť v závislosti správneho dodržiavania money managementu. Existujú dve situácie, ktoré môžu viesť k ukončeniu obchodu, teda výstupu z neho. Prvá situácia nastáva vtedy, ak tržná cena komodity pokorí hranicu nastaveného stop lossu.

¹⁴Pole *Close* je indexované od nuly.

¹⁵Ak je trh v chop-e, znamená to, že nemá rastúcu ani klesajúcu tendenciu, ale hýbe sa do strany. Chop-ový trh je z hľadiska obchodovania neprehľadný a odporúča sa pri takomto trhu byť pasívny a vyčkávať.

V tom okamihu z trhu odchádzam so stratou, ktorá je štatisticky akceptovateľná. Druhá situácia výstupu z obchodu naopak nastáva vtedy, kedy je dosiahnutá hodnota fixne nastaveného profit targetu. Toto je presne príklad toho, aké výhody má automatické obchodovanie a ako dokáže ušetriť čas a nervy. Výstupy z obchodov sú takisto ako vstupy plne automatizované a nie je nutné nijako zasahovať do systému. Samozrejme podmienkou správneho chodu systému je predošlá dôkladná analýza a návrh riešenia money managementu.

6 Záver

Obchodovanie pomocou počítačového programu má veľkú perspektívu a môžeme tvrdiť, že je ešte len na vzostupe. Tento model obchodovania je veľkým krokom vpred, má mnoho pozitívnych faktov, ktoré v budúcnosti môžu úplne zautomatizovať burzové obchodovanie. Ako som niekoľkokrát v práci spomínal, pred spustením automatického obchodného systému by mal byť obchodník dôkladne a detailne oboznámený s veškerými pravidlami fungovania finančných trhov.

Medzi prvými ľuďmi v českej republike a slovenskej republike, ktorí priniesli zámorské obchodné techniky do našej vlasti, boli dnes už úspešní českí obchodníci, menovite Petr Podhajský a Tomáš Nesnídal. Previádzkujú web financnik.cz, na ktorom je dostupných mnoho odborných zdrojov a odkazov. Ďalší úspešný český obchodník, ktorý sa preslávil hlavne automatickým obchodovaním, je Karel Janeček. Jeho jedinečné automatické systémy sú komunitou obchodníkov po celom svete obdivované.

Existuje mnoho literárnych zdrojov, ktoré popisujú kvantitatívne metódy, ktoré sú uplatňované na finančných trhoch a je možné ich použiť aj pri stavbe svojho vlastného AOS. Podstatným faktorom pri tvorbe AOS však je byť zameraný na princíp tvorby ceny, čiže na vzťah vzájomného pôsobenia dopytu a ponuky po danom statku, v tomto prípade po komodite. S výhodou sa pritom dá použiť znalosť S/R úrovni, na ktorých sa cenový trend zvykne spomaľovať, zastavovať, alebo otáčať. Práve v týchto miestach je najviac cítiť pôsobenie dopytu a ponuky. Za pojmi dopyt a ponuka sú ukrytí fyzickí obchodníci. Sú to v konečnom dôsledku oni, ktorí tvoria trhy.

Bežný obchodník (špekulant) ako samostatná jednotka nie je schopný udávať trhu smer, je tak nútený sa prispôbiť trhu. Existujú však trhové subjekty (účastníci trhov), ktorí sú schopní udávať trend, resp. udávať smer trhu. Sú to väčšinou veľké finančné inštitúcie, ktorých primárnym biznisom je tvorba trhov - volajú sa preto tvorcovia trhov. Hlavnou úlohou malého bežného špekulanta je predvídať miesta vstupov tvorcov trhov. Tieto miesta sú väčšinou silné cenové úrovne, na ktoré sa dá spoľahnúť a ktoré majú solídnu štatistiku v rámci záujmov daných subjektov.

Obchodovanie na burze je suma sumárov vysoko rizikový biznis, ktorý si vyžaduje hlavne čas určený vzdelávaniu sa v danej problematike. Je to však zároveň odvetvie s veľkým potenciálom zisku pre obchodníkov, ktorí majú jasne definovaný obchodný systém a obchodné ciele. Je možno obchodovať mnoho inštrumentov na rôznych časových rámcoch a mnohými spôsobmi. Obchodník si tak môže nakombinovať variantu vhodnú jeho povahe a vnútornému nastaveniu. Práve psychologická pohoda obchodníka zohráva pri burzovom obchodovaní kľúčovú rolu. Vo všeobecnosti je známe, že ak ten istý obchodný systém s totožnými pravidlami money managementu bude obchodovaný rôznymi obchodníkmi, nebude ich percentuálna úspešnosť rovnaká. Je to

spôsobené práve individualitami jednotlivcov a nedá sa tak určiť univerzálne najlepší obchodný systém. Každý by si mal vybrať časom taký systém, ktorý mu psychologicky najviac vyhovuje a cíti sa pri ňom dobre. Automatické obchodné systémy vo svojej podstate tento problém riešia, keď ich aplikáciou sa úplne odbúrava psychologická stránka jednotlivca pri obchodnom rozhodovaní.

Čas strávený písaním tejto bakalárskej práce bol pre mňa veľmi nápomocný k hlbšiemu pochopeniu fungovania burzy a vývoja automatických obchodných systémov. Verím, že čitateľovi prinesie osoh a priblíži sféru AOS.

6.1 Zhodnotenie vlastného riešenia

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou obchodovania na burze, s dôrazom na sféru automatických obchodných systémov. V čitateľovi má navodiť vnímanie podstatných rozdielov medzi diskrečným a automatickým obchodovaním. V práci sú popísané rôzne oblasti obchodovania, od predstavenia účastníkov trhu, cez možnosti prístupu k obchodovaniu, výberu trhu, až po hlavnú podstatu tvorby ceny na trhu a následnú implementáciu vlastného automatického obchodného systému. Prezentovaný obchodný systém je založený na silných základoch, ktorých pochopenie a vhodné využitie môže viesť k pravidelnému zhodnocovaniu finančných prostriedkov. Počiatočný návrh systému je založený na „out-of-box“ myšlienkach, ktoré som následne dekomponoval na dielčie časti. Pri návrhu vlastného algoritmu som využíval diagramy aktivít podporované programom Visual Paradigm. Vyvíjaný automatický obchodný systém bol naprogramovaný jazykom NinjaScript v platforme NinjaTrader. Najdôležitejšia programová premenná p v sebe uchováva všetky dôležité dáta potrebné k vyhodnoteniu sily danej S/R úrovne. Jej dátový typ som definoval ako asociatívne pole, kde každému kľúču prislúcha pole hodnôt. S výhodou sú tu využité indexy pola, kde každý index symbolizuje n približne rovnakých po sebe idúcich barrov. Hodnotami pola sú potom počty situácií n , ktoré nastali pri danom kľúči, teda na danej cene. Táto štruktúra sa ďalej používa v hlavnom cykle programu, ktorá rozhoduje, či vstúpiť do obchodu.

6.2 Možnosti rozšírenia

Obchodný systém prezentovaný v tejto práci je len základným zhrnutím podstatných podmienok a premenných pre jeho zvládnutie. Žiaden systém však nie je dokonalý a preto je na mieste mať aj zadné vrátka. Zabezpečenie pravidelnej profitability obchodného systému nezávisí ani natolko od vstupných a výstupných podmienok, ako práve od money-managementu. Trhy ako také sú heterogénneho charakteru a ich správanie sa v budúcnosti nedá zaručiť. Dá sa iba predpokladať na základe štatistických výpočtov. Tieto štatistické ukazovatele dávajú obchodníkovi štatistickú výhodu, ktorá by mala byť odzrkadlená zvýšeným sebavedomím obchodníka. Práve štatistická výhoda je základom k dlhodobej profitabilite. Ak je systém štatisticky

ziskový, znamená to, že správnym nastavením money managementu je možné udržať dlhodobé zisky.

Veľké obchodovanie však začína až s použitím praktík navyšovania/znižovania počtu obchodovaných kontraktov (anglicky position-sizing) v závislosti od úspešnosti posledných obchodov. Tým je zabezpečené maximálne možné využitie ziskových obchodov pri minimálnom riziku strát. Position-sizing je možné vykonávať až pri vyššom finančnom obnose na obchodnom účte. Position-sizing som v mojom obchodnom systéme prakticky neimplementoval, nakoľko je to už pokročilejšia technika a jej použitie nebolo predmetom tejto práce.

Ďalším aspektom, ktorý je pri dlhodobom zhodnocovaní finančných prostriedkov dôležitý, je diverzifikácia portfólia. Diverzifikácia portfólia znamená použitie obchodného systému na viacerých trhoch. Pomocou diverzifikácie obchodného systému na viacej rôznych trhoch je obchodník schopný ochrániť svoj riskovaný kapitál. Pravdepodobnosť, že všetok riskovaný kapitál bude stratový je v takom prípade rázne menšia keďže je prakticky málo pravdepodobné, že v priebehu jedného obdobia budú všetky trhy stratové.

7 Literatúra

Knížné zdroje:

BOOKER, R. *Adventures of a currency trader: a fable about trading, courage, and doing the right thing*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 221 s. ISBN 978-0-470-04948-8 .

ELDER, A. *Tradingem k bohatství: psychologie, obchodní systémy, money management*. Tetčice: Impossible, c2006. Knihovna úspěšného obchodníka. ISBN 80-239-7048-8 .

FOCARDI, S. – FABOZZI, F. *The mathematics of financial modeling and investment management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2004. 778 s. ISBN 0-471-46599-2 .

FINANČNÍK.CZ [online]. Centrum finančního vzdělávání, s.r.o. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/> .

FOLGER, J. *The Pros And Cons Of Automated Trading Systems*. Investopedia [online]. 07.06.2011 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/articles/trading/11/automated-trading-systems.asp> .

MAŘÍK, V. *Umělá inteligence II*. Praha: Academia, 1997. ISBN 80-200-0504-8 .

MAŘÍK, V. *Umělá inteligence III*. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0472-6 .

NESNÍDAL, T. – PODHAJSKÝ, P. *Kompletní průvodce úspěšného finančníka*. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2009. Finančník. ISBN 978-80-903874-5-4 .

NESNÍDAL, T. – PODHAJSKÝ, P. *Burza srozumitelně: Money Management a risk management*. Centrum finančního vzdělávání, 2011. 157 s .

PERSON, J. *A Complete Guide to Technical Trading Tactics: How to Profit Using Pivot Points, Candlesticks & Other Indicators*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2004. 266 s. ISBN 0-471-58455-X .

TUREK, L. *První kroky na burze*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1915-0 .

Internetové zdroje:

GRAYSON, L. *The Power Of Program Trades*. Investopedia [online]. 26.09.2014 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/articles/trading/07/programtrading.asp> .

MILLER, B. *Genetic Algorithms, Tournament Selection, and the Effects of Noise*. Illinois: Complex Systems, 1995. 193-212 s .

NESNÍDAL, T. *Trading a genetické algoritmy - otázky a odpovědi*. Financnik.cz [online]. Centrum finančního vzdělávání, s.r.o., 2011 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/trading-a-geneticke-algoritmy-otazky-odpovedi.html> .

NESNÍDAL, T. *Money management v praxi 2*. Financnik.cz [online]. Centrum finančního vzdělávání, s.r.o., 2008 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/management-v-praxi-2.html> .

NESNÍDAL, T. *Psychologie obchodování 25: trader's mindset*. Financnik.cz [online]. Centrum finančního vzdělávání, s.r.o., 2007 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/akcie-komodity-forex-traders-mindset.html> .

PODHAJSKÝ, P. *Orderflow trader. Přes porozumění trhu ke stabilním profitům*. Centrum finančního vzdělávání, s. r. o. 2015. 77 s. .

TMEJ, P. *S čím vším můžeme na burze obchodovat*. AOS Trading. [online]. 09.11.2014 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://aostrading.cz/s-cim-vsime-muzeme-obchodovat-na-burze/> .

TMEJ, P. *Profit factor*. AOS Trading. [online]. 09.11.2014 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://aostrading.cz/clanky_profit-factor/ .

TMEJ, P. *Profit factor equity curve*. AOS Trading. [online]. 09.11.2014 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://aostrading.cz/profit-factor-equity-curve/> .

NESNÍDAL, T. *Práce na AOS #6: Malá pauza na otázky a odpovědi*. Finančník. [online]. 24.03.2014 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/p-na-AOS-6-otazky-a-odpovedi.html> .

Iné zdroje

HASOŇ, M. *Využití umělé inteligence na finančních trzích*. Diplomová práce. FP VUT, 2013 .

KALKUS, R. *Optimalizace vybrané obchodní strategie na měnovém trhu FOREX*. Diplomová práce. EF JU, 2012 .