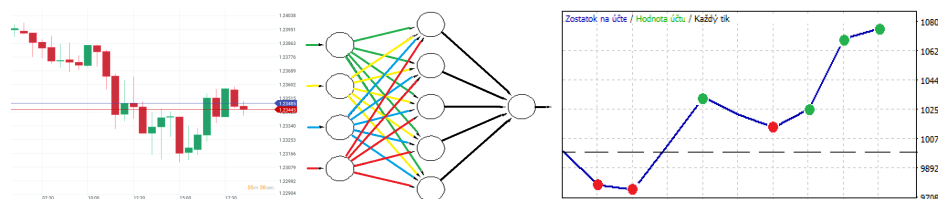


Algoritmické obchodovanie na burze s využitím umelých neurónových sietí

Daniel Radoš*



Abstrakt

Táto práca sa zaoberá aplikáciou neurónových sietí do odvetvia obchodovania na burze, presnejšie pre forexový trh. Cieľom práce je vytvorenie obchodnej stratégie, ktorej základ pre neskoršie obchodné príkazy tvorí práve neurónová sieť. Hlavným problémom pri využívaní neurónových sietí je správna normalizácia a kvalita vstupných hodnôt. Tento článok popisuje návrh, implementáciu a vyhodnotenie vytvorenej obchodnej stratégie s názvom BLANNPA (Batch Learning Artificial Neural Network Price Action), ktorá je založená výhradne na práci s cenou a cenovými rozdielmi, deltami. Tieto delty tvoria vstup neurónovej siete a na základe výstupu je obchodná pozícia otvorená alebo vyhodnotená ako nevhodná, inak nazvaná ako šum. Navrhnutá obchodná stratégia sa riadi základnými pravidlami money managementu a bola primárne vyvíjaná na hodinovom časovom rámci v prostredí Metatrader, najobľúbenejšou platformou medzi obchodníkmi.

Kľúčové slová: forex — umelé neurónové siete — trading

Priložené materiály: N/A

*xrados01@stud.fit.vutbr.cz, Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

1. Úvod

S rozvojom techniky a internetu sa vyvíjal aj spôsob obchodovania na burze. Postupom času sa stával viac automatizovaným až nakoniec dospel k plno automatickému obchodovaniu. Takýto spôsob obchodovania šetrí čas obchodníkom, pretože nemusia vyčkávať dlhý čas na ideálny vstup do obchodu a nakoniec túto šancu premrhať pri krátkej nesústredenosti.

Výhodou je presnosť naprogramovaných príkazov a ďalším podstatne výhodným faktorom, ktorý pri tomto spôsobe obchodovania môžeme využiť, je absencia emócií a tlaku pôsobiaceho na obchodníka. Na druhej strane, nevýhodou automatických obchodných systémov je, že musia bežať nonstop a postupom času zastarávajú, preto je potrebné ich neustále inovovať.

V reálnom prostredí fungujú systémy, ktoré sú

postavené na veľmi jednoduchých pravidlách a sú napriek tomu úspešné, no v poslednej dobe sa rozvinuli komplexnejšie systémy s náročnými výpočtami využívajúce neurónové siete, genetické algoritmy alebo systémy zaoberajúce sa teóriou chaosu [1].

Jedným z cieľov práce bolo overiť, či je možné využiť neurónové siete k ziskovému obchodovaniu na forexovom trhu. Táto práca využíva jednoduchú doprednú neurónovú sieť so spätnou propagáciou chyby. Implementovaná stratégia vychádza priamo len z historických dát, reaguje tak len na pohyb ceny a nepracuje so žiadnym ďalším technickým alebo fundamentálnym indikátorom.

2. Existujúce riešenie

Cena hotových obchodných stratégií sa na internete pohybuje v rozmedzí jednotiek až stoviek dolárov. Avšak, zákazník kupujúci si takýto produkt dostane už výsledný prekompilovaný súbor, kde získa len akúsi čiernu skrinku a nie je tak možné odhaliť celkovú funkcionálnosť stratégie rozobranú do úplných detailov. A teda, ak by sme sa rozhodli pre takýto spôsob získania existujúceho riešenia obchodnej stratégie, potrebovali by sme tento systém najskôr zakúpiť a až následne ho otestovať. Aby sme sa vyhli tomuto problému, je potrebné si navrhnuť vlastnú stratégiu od úplných základov [2].

Zdarma dostupným riešením obchodných stratégií využívajúcich neuronové siete sú napríklad archívne záverečné práce študentov VUT. Väčšina prác pracuje s hodnotami rôznych indikátorov technickej analýzy alebo priamo s absolútnou hodnotou ceny. V našom prípade budeme pracovať výhradne s cenovými hladinami bez hodnôt technických indikátorov, ale nebudeme priamo využívať ich absolútnu hodnotu. Bližší princíp navrhnutého riešenia je popísaný v sekcii 3.

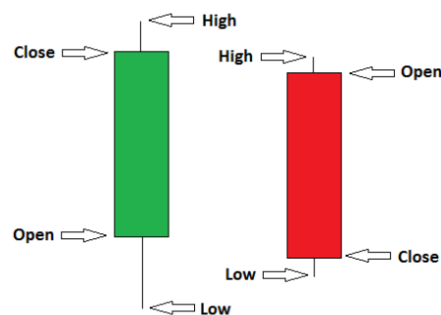
Ideálnou a dostupnou voľbou k vývoju a implementácii bola zvolená obchodná platforma Metatrader, ktorá je dostupná zdarma¹. Pre použitie neuronových sietí v prostredí Metatrader bolo potrebné použiť voľne dostupnú knižnicu Fann2MQL, vytvorenú Mariuszom Woloszynom [3], ktorú sme mierne modifikovali pre naše účely.

Základom úspechu vytvorenia ziskovej stratégie sú kvalitné dáta pre vstup neuronovej siete využívané pri backtestingu. V tejto práci pracujeme s tikovými dátami dostupnými na servery Dukascopy, ktoré je pred použitím potrebné konvertovať na .fxt formát pomocou skriptu Birt's CSV2FXT².

3. Návrh riešenia

Pre využitie obchodných systémov v automatickom obchodovaní je potrebné mať dopredu stanovené pravidlá vstupu na trh a výstupu z tejto pozície, prípadne príkazy k analýze trhového prostredia. Na to, aby sme sa dostali k samotnému otvoreniu pozície, je potrebné najskôr spracovať vstupné dáta, pracujeme s čistými hodnotami OHLC (Open-High-Low-Close) sviečok. Rastúcu a klesajúcu sviečku znázorňuje Obrázok 1.

Následne vytvoríme a natrénujeme neuronovú sieť a na základe jej neskorších výstupov zvolíme prah, ktorý bude slúžiť ako hraničná hodnota pre otvorenie pozície. Prahová hodnota nám neskôr, taktiež, pomôže



Obrázok 1. Zelená sviečka znamená, že uzatváracia cena bola vyššia ako cena otváracia a červená sviečka označuje, že uzatváracia cena bola nižšia v porovnaní s cenou otváracou.

pri výstupe z už otvorenej pozície. Obchodný systém môžeme rozdeliť na menšie podprogramy, akési subsystemy, ktoré nám dopomáhajú k funkčnosti celého systému. Jednotlivé moduly sú popísané a zobrazené v nasledujúcom texte.

3.1 Spracovanie vstupných dát

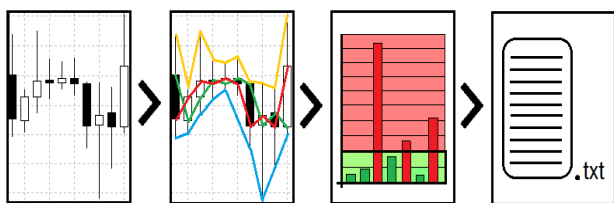
V prvom rade je potrebné získať a spracovať vstupné dáta tak, aby boli pre nás v užitočnom formáte. Keďže dostupné dáta sú interpretované ako absolútne hodnoty cien, no tie nie sú úplne vhodné pre vstup neuronovej siete. Nemáme v úmysle predikovať presnú hodnotu výstupnej ceny, ale cieľom práce je na základe rozdielu dvoch susediacich cien sviečok, tzv. delty, určiť smer pohybu vývoja na trhu. A teda, v našom prípade pracujeme priamo len s deltami cien, jednotlivé delty sú tvorené hodinovým časovým intervalom. Získané delty následne uložíme do poľa hodnôt pre ďalšie spracovanie. Tieto delty nám budú slúžiť v ďalšom kroku spracovania dát.

Vstup neuronovej siete budú tvoriť štyri veličiny, a to: delta otváracjej ceny (zelená farba), delta najvyššej ceny (žltá farba), delta najnižšej ceny (modrá farba) a delta ceny zatváracjej (červená farba). K správne použiteľnému rozsahu hodnôt pre tréning neuronovej siete potrebujeme odstrániť extrémne hodnoty. V tomto kroku použijeme absolútne hodnoty, aby sme ku všetkým deltám pristupovali rovnako.

Všetky delty zatváracích cien sú rozdelené do desiatich skupín, podobajúcich sa histogramu, s rovnako veľkým rozsahom. Hodnoty v krajných skupinách, extrémne, sú vyradené podľa dopredu zvoleného koeficientu priepustnosti. V našom prípade vyradíme maximálne 5 % extrémnych hodnôt z celkového rozsahu. Nakoniec, zostávajúce hodnoty uložíme do textového súboru. Celý proces modulu predspracovania vstupných dát popisuje Obrázok 2.

¹Dostupná na: <https://www.metatrader4.com/en/download>

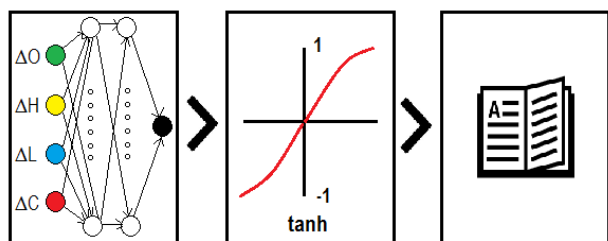
²Stiahnutý z <https://eareview.net/downloads>



Obrázok 2. Prvá časť zobrazuje surové dáta sviečok, ktoré máme k dispozícii. Medzi susednými sviečkami vypočítame delty cien, filtrom odstánime extrémny a výsledné hodnoty uložíme do textového súboru.

3.2 Neurónová sieť

Druhý podsystém je vytvorený ako modul pre prácu s neurónovou sieťou znázornený na Obrázku 3. V tejto práci bola použitá 4-vrstvová dopredná (signál sa šíri len jedným smerom) sieť, ktorá obsahuje jednu vstupnú vrstvu, dve skryté vrstvy a jednu výstupnú vrstvu. Vstupnú vrstvu tvoria štyri neuróny (na ich vstupy vkladáme výstupné dáta z predchádzajúcej kapitoly 3.1, tieto dáta predstavujú časový rad s dĺžkou pol roka, to znamená postupnosť približne 2900 4-rozmerných vektorov³. Túto hodnotu ovplyvňuje počet extrémov vyradených v minulom kroku). Postup vkladania dát na neuróny vstupnej vrstvy je zobrazený na Obrázku 4. V skrytých vrstvách bol rôznym experimentovaním stanovený výsledný počet neurónov na hodnotu 16 pre obe vrstvy. Pretože sa budeme snažiť predikovať smer vývoju trhu len na najbližšiu sviečku, bude nám k tomuto účelu postačovať jeden výstupný neurón [4].



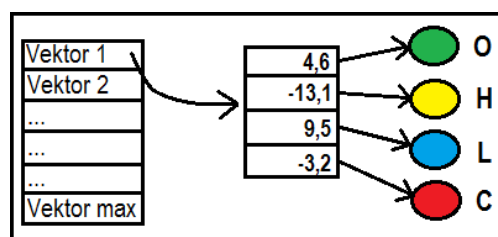
Obrázok 3. Vytvoríme doprednú 4-vrstvovú neurónovú sieť s aktivačnou funkciou hyperbolického tangensu a túto neurónovú sieť natrénujeme pomocou algoritmu spätnej propagácie chyby so systémom dávkového tréningu.

V našom prípade, kedy potrebujeme rozlišovať kladné a záporné hodnoty na výstupe, je vhodné zvoliť aktivačnú, prenosovú, funkciu typu hyperbolický tangens [4]. V nasledujúcom momente prechádzame do fázy tréningu siete, kde využívame metódu učenia s učiteľom, a teda, pri učiacom sa procese predkladáme vstupné hodnoty spolu so žiadúcim výstupom (pred-

³1 deň=dĺžka 24, 1 týždeň=dĺžka 120, 1 mesiac=dĺžka približne 500

kladaný výstup tvorí delta nasledujúcej zatváracej ceny). Na základe porovnávania výstupnej a predloženej odozvy si sieť upravuje svoje vnútorné váhy [5]. Neurónovú sieť trénujeme s cieľom predikovať budúcu hodnotu delty zatváracej ceny a teda, ak je výsledok kladný, jedná sa o rastúcu sviečku a naopak, ak je výsledná hodnota záporná, jedná sa o klesajúcu sviečku.

Existuje veľké množstvo tréningových algoritmov, no najznámejším a najviac používaným je algoritmus spätnej propagácie chyby. Práve tento algoritmus bol zvolený aj pri implementácii obchodnej stratégie BLANNPA. Posledným bodom k nastaveniu neurónovej siete je spôsob učenia, v našom prípade využívame dávkové tréningu, tzn., že váhy jednotlivých neurónov sú menené až po aplikácii celej tréningovej sady[6].



Obrázok 4. Pri tréningu postupne vkladáme na vstupnú vrstvu neurónovej siete vektory, ktoré obsahujú spracované delty cien. Súčasne so vstupnými vektormi predkladáme na výstup očakávanú hodnotu, kde sa na základe porovnania so skutočným výstupom menia jednotlivé vnútorné váhy neurónovej siete.

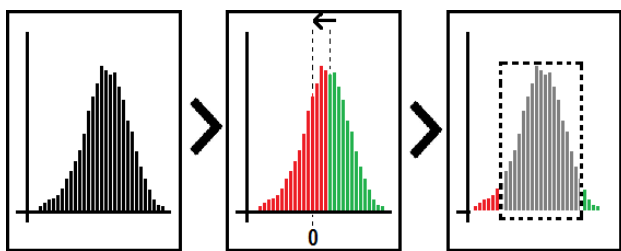
3.3 Korekcia výstupu

Posledným modulom pred samotným obchodovaním je subsystém pre korekciu výstupu. Potrebujeme otestovať, akú varianciu výstupu nám dokáže natréningovaná sieť poskytnúť pri rôznorodom vstupe. A to pomocou historických dát jednotlivých delt, v tejto práci nazývané ako cvičné ciele, ktoré dosádzame na vstup naučenej siete, z ktorej získavame výstupné hodnoty. Z týchto hodnôt zostavíme histogram, podľa ktorého zistíme celkový rozptyl.

Hodnoty sme zoradili od najmenej po najväčšiu a získali hodnotu nachádzajúcu sa v strede histogramu. Tento medián slúži ako primárny ukazovateľ, ktorý určuje či sú výstupy neurónovej siete vychýlené, posunuté od nulového počiatku. Tento krok je vidieť na Obrázku 5 v strednej časti. Ak by sme nastavili rovnakú prahovú hodnotu pre mínusový výstup, predstavujúci predaj alebo pre plusový výstup neurónovej siete, predstavujúci nákup, nákupné pozície by boli v miernej "výhode" a otvárali by sa obchody, ktoré by za normálnych podmienok nemali byť uskutočnené,

pretože nepredstavujú dostatočnú úroveň pre vstup do obchodu, preto je potrebné vykonať tzv. "mean normalizáciu".

Po posunutí výstupných hodnôt na stred sa zameriava na odstránenie šumu. Tu bola zvolená prahová hodnota (v tomto prípade na hodnotu 90 % pôvodného rozdielu maxima/minima a mediánu) a všetky výstupy, ktoré sa nachádzajú pod touto hranicou sú označené ako šum a nebudú ďalej brané do úvahy. Vo výsledku pracujeme len s hodnotami vyššími ako je zvolený prah. Tieto výsledné hodnoty budú určujúce pre čas otvorenia pozície a ďalej, na akú stranu trhu.



Obrázok 5. Z výstupných hodnôt sme zostavili histogram, určili strednú hodnotu a pomocou tejto hodnoty sme stanovili prah pre vstup do obchodu.

3.4 Obchodné pozície

Kontrola pre otvorenie alebo zatvorenie pozície prebieha v každú celú hodinu a v jednej chvíli môže byť otvorený len práve jeden obchod. Objem uzatvárajúcej pozície je pre každý obchod individuálny a je počítaný z aktuálneho stavu účtu obchodníka, tzv. equity. Túto hodnotu si užívateľ môže navoliť podľa seba, ale väčšina traderov neodporúča prekročiť hranicu 2 % celkového kapitálu[7]. Naša navrhnutá obchodná stratégia sa bude riadiť týmto odporúčaním.

Zatvorenie pozície môže nastať v troch prípadoch. V prvom rade, ak je zasiahnutý stop-loss, kde strátový obchod prekročil hranicu vyššie nastaveného rizika. V druhom prípade, ak bol zasiahnutý take-profit, nami požadovaný zisk, v našom prípade pevne nastavený na hodnotu 400 bodov (bod tvorí najmenší pohyb o ktorý sa môže cena na forexe posunúť [7]). Posledná možnosť môže nastať práve vtedy, ak ubehne jedna hodina od otvorenia pozície, nebol zasiahnutý stop-loss ani take-profit a získaný výstup z neurónovej siete nevyhovuje požiadavkam pre ďalšie držanie pozície.

4. Realizácia a vyhodnotenie

Vývoj a implementácia navrhutej obchodnej stratégie prebiehala v MetaEditore, ktorý je priamo súčasťou obchodnej platformy Metatrader. Programovací jazyk využívaný v tejto platforme sa nazýva MetaQuotes Language, inak MQL (v tejto práci bola použitá verzia

4). Z programátorského hľadiska je MQL jazyk odvodený od jazyka C++ a tvorí podtriedu tohto jazyka.

4.1 Backtesting

Po implementovaní jednotlivých modulov je potrebné vytvorenú stratégiu otestovať. K tomu nám dopomôžu stiahnuté a importované historické dáta z hlavných menových párov za posledné približne 2 roky. Smerodatnými výslednými veličinami sú pre nás celkový zisk, expentancy (očakávaný zisk na jeden obchod), drawdown (maximálny pokles účtu), profit factor a úspešnosť zrealizovaných obchodov.

Počítateľný kapitál je nastavený na 10 000 € a poplatky v podobe spreadu (spread predstavuje rozdiel medzi nákupnou a predajnou cenou a teda, jedná sa o poplatok brokerovi za zrealizovanie obchodu) sú nastavené na veľkosť 19 bodov.

Pre porovnanie výsledkov backtestu bola implementovaná jednoduchá obchodná stratégia, ktorá vstupuje do obchodov práve vtedy, keď sa cena pohybuje pri úrovni okrúhlych čísel (napríklad 1.3100, 0.7300, atď.) a má nasledujúce pravidlá pre nákupnú pozíciu:

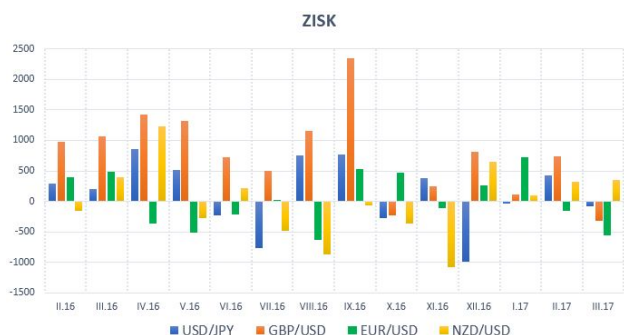
- Cena sa pohybuje pod jednoduchým kľzavým priemerom s periódou 20
- Vstup do pozície niekoľko bodov pod daným číslom
- Stop-loss nastavený na 200 bodov a take-profit nastavený na 400 bodov

Vstup do predajnej pozície je podobný, ale pre zmenu sa cena pohybuje nad jednoduchým kľzavým priemerom a vstup do pozície bude niekoľko bodov nad daným okrúhlym číslom. Inšpiráciou bola stratégia dvojitého nula prevzatá z knihy Forex - Ziskové intradenné a swingové obchodní stratégie od Kathy Lien [7].

Testy prebehli na menových pároch EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, NZD/USD v období od februára 2016 do marca 2017. Najskôr bude rozobraná obchodná stratégia BLANNPA a na záver bude porovnaná s vyššie uvedenou stratégiou okrúhlych čísel.

Prvým ukazovateľom, ktorý nás zaujíma najviac, je zisk na jednotlivých menových pároch. Mesačné reporty ziskovosti sú znázornené na Obrázku 6. Evidentne najlepší zisk dosiahol menový pár GBP/USD, a to presnejšie 10877,14 € za celé sledované obdobie 14 mesiacov. Ročné zhodnotenie na tomto páre dosahuje hodnotu 104 % a do straty sme sa dostali len v dvoch prípadoch.

Za úspešný môžeme považovať aj menový pár USD/JPY, ktorý vykazoval zisk na konci 1827,67 € s bilanciou 8/14 plusových mesiacov. Menšou nevýhodou tohto menového páru môžu tvoriť výkyvy ziskovosti v jednotlivých mesiacoch. Ostatné dva menové páry



Obrázok 6. Zisk v jednotlivých mesiacoch 4 hlavných menových párov. Najlepšie výsledky dosahuje menový pár GBP/USD, najmä v IX. mesiaci, v ktorom dosahuje zisk 2346€.

označíme za nevýrazné pri prihlídaní na celkový zisk, pretože sa pohybujú takmer na nulovej hranici ziskovosti (menový pár NZD/USD sa dokonca dostal do miernej straty 12,2 €).

Pri ďalších sledovaných parametroch sme vyhodnocovali z priemerných hodnôt jednotlivých menových párov. Výsledky sú zobrazené v Tabuľke 1. Okrem maximálneho poklesu (DD) je menový pár GBP/USD dominantný v ostatných sledovaných veličinách. Mierne vyššia priemerná hodnota DD v porovnaní s EUR/USD alebo s NZD/USD však nezohráva až takú dôležitú úlohu, pretože aj napriek poklesu 9,63 % v mesiaci november skončila stratégia BLANNPA v tomto mesiaci v zisku 247,17 €.

BLANNPA

Pár	Expen.(€)	DD(%)	PF	Úsp.(%)
EUR/USD	3,51	6,81	1,07	45,03
GBP/USD	43,51	7,91	1,74	56,8
USD/JPY	11,73	8,79	1,19	48,42
NZD/USD	0,9	6,43	1,27	51,74

Tabuľka 1. Najdôležitejšie ukazovatele úspešnosti stratégie. S nastavenými pravidlami money managementu nepresiahla ani jedna stratégia pokles nad 10 %. Kladný profit faktor naznačuje možnú ziskovosť stratégie spolu s priemernou 50 %-nou úspešnosťou zrealizovaných obchodov.

Dôležitým parametrom, ktorý odzrkadľuje celkovú kvalitu obchodnej stratégie, je profit factor (PF). Pre výpočet profit factoru sa používa nasledujúci vzorec [2]:

$$PF = \frac{\sum zisk}{\sum strata} \quad (1)$$

Ak sa hodnota profit factoru pohybuje nad hranicou 1, znamená to, že sme v daný mesiac skončili v zisku a naopak, ak profit factor klesne pod hodnotu 1, náš účet vykazuje v danom období stratu. Aj keď menový pár NZD/USD vykazuje vyššiu priemernú

hodnotu PF ako pár USD/JPY, v konečnom dôsledku nevykazuje tak stabilné mesačné hodnoty ako práve porovnávaný USD/JPY.

Pri všetkých menových pároch sa stretávame s priemernou úspešnosťou okolo 50 %, ktorá sa nemusí zdať veľmi vysoká, ale vo väčšine prípadoch končili uzatvárané pozície s vyšším ziskom ako stratou na jeden obchod. Hranica 50 % tvorí slušný základ pre úspešnosť navrhutej stratégie.

Stratégia s okrúhlymi číslami dosiahla úplne odlišné výsledky ako stratégia BLANNPA. V Tabuľke 2 je vidieť zásadnú zmenu v rozptyle absolútneho poklesu, ktorý sa pohybuje v rozmedzí od 7,81 % až po hranicu takmer 24 %.

Podľa profit factoru dosahuje zisk len menový pár GBP/USD (Menový pár EUR/USD vytvoril len zanedbateľný zisk 1,2 % z pôvodného kapitálu 10 000 € za celé testované obdobie). Ostatné menové páry, USD/JPY a NZD/JPY, dosahujú výraznú stratu, ktorú len potvrdzuje nízka úspešnosť uzatvorených obchodov.

Stratégie boli testované na rovnakých historických dátach, ktoré vytvárali rovnaké podmienky pre obidve implementované stratégie. Naša obchodná stratégia BLANNPA dosiahla výrazne lepšie výsledky testov na všetkých menových pároch v porovnaní s naivnou stratégiou okrúhlych čísel založenou na jednoduchých pravidlách. Priemerný počet zrealizovaných obchodov v jednom mesiaci sa pohyboval v rozmedzí 13–20 obchodov v závislosti na menovom páre.

Okrúhle čísla

Pár	Expen.(€)	DD(%)	PF	Úsp.(%)
EUR/USD	3,36	23,68	1,02	31,76
GBP/USD	4,95	12,00	1,13	37,44
USD/JPY	-9,2	27,32	0,75	28,30
NZD/USD	-8,28	7,81	0,8	30,16

Tabuľka 2. Výsledky backtestov stratégie s okrúhlymi číslami. Pokles pri testovaných pároch dosahuje značne široký rozptyl. Úspešnosť jednotlivých obchodov je podstatne nižšia ako pri stratégii BLANNPA. Záporné hodnoty Expentancy označujú stratové výsledky, ktoré taktiež potvrdzuje hodnota profit factoru.

Na základe výsledkov z backtestov boli vybrané dva menové páry, ktoré budú nasadené na vytvorený demo účet, kde budú bežať nonstop na prenatatom serveri po dobu jedného mesiaca. Pretože kvalita backtestingu na historických dátach sa môže zásadne líšiť od reálneho prostredia, je vhodné navrhnutú stratégiu otestovať na skutočných dátach.

5. Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť, implementovať a overiť, či je možné vytvoriť obchodnú stratégiu, ktorá pracuje na základe neurónových sietí a dokázala by generovať zisk na forexovom trhu. Navrhnutá obchodná stratégia s názvom BLANNPA bola otestovaná na historických dátach štyroch hlavných menových pároch v období 14tich mesiacov.

Až na menový pár NZD/USD, ktorý skončil s celkovou stratou mierne pod hranicou počiatočného kapitálu, generovali ostatné páry zisk. Každý nový mesiac bola stratégia znovu pretrénovaná a vždy sa nový mesiac začínal s pôvodným kapitálom 10 000 €.

Najvyšší zisk z pomedzi všetkých dosiahol menový pár GBP/USD a druhým menovým párom, ktorý bude taktiež otestovaný na demo účte je USD/JPY. Oproti páru EUR/USD vykazoval stabilnejšie výsledky v jednotlivých mesiacoch a nedostával sa tak do veľkých výkyvov sledovaných parametrov.

Pre každý menový pár bol vytvorený samostatný demo účet, z dôvodu objektívnosti výsledkov a ďalej z faktu, že BLANNPA stratégia využíva na otvorenie novej pozície percentuálny zostatok z aktuálneho stavu účtu. Ak by bola stratégia spustená pod jedným účtom na viacerých menových pároch, dochádzalo by k skresleniu výsledkov celkovej úspešnosti. Každý účet je nastavený na počiatočnú hodnotu 10 000 € a risk na jeden obchod predstavuje 2 % kapitálu.

Spustenie oboch stratégií na demo účtoch vybraných menových párov prebehlo 1.4.2017. K 20.4.2017 bolo na menovom páre GBP/USD zrealizovaných 5 obchodov s úspešnosťou 40 %. Stratégia sa momentálne pohybuje v strate 165 €, pretože v poslednom zrealizovanom obchode z 19.4.2017 bol zasiahnutý stop-loss so stratou 220 €. Menový pár USD/JPY dosahuje k tomuto dátumu úspešnosť 57 % zo 7 zrealizovaných obchodov. Bohužiaľ, v polovici neúspešných obchodov bol zasiahnutý stop-loss a z tohto dôvodu aj menový pár USD/JPY vykazuje stratu, momentálne 275 €.

Po uplynutí testovacej doby bude obchodná stratégia opäť vyhodnotená a následne bude zvažovaný ďalší krok, prípadné ostré nasadenie na reálny účet.

Literatúra

- [1] Ramon Lawrence. Using neural networks to forecast stock market prices, December 1997. <https://people.ok.ubc.ca/rlawrenc/research/Papers/nn.pdf>.
- [2] Radek Janáč. *Automatické obchodní systémy aneb FOREX ROBOT*. Tribun EU, 2016. ISBN: 978-1-56581-231-4.
- [3] Mariusz Woloszyn. Using neural networks in metatrader, March 2017. <https://www.mql5.com/en/articles/1565>.
- [4] Mirko Novák. *Umělé neuronové sítě teorie a aplikace*. C.H.Beck, 1998. ISBN: 80-7179-132-6.
- [5] Vladimír Mařík. *Umělá inteligence [1]*. Academia Praha, 1993. ISBN: 80-200-0496-3.
- [6] Steffen Nissen. Large scale reinforcement learning using q-sarsa() and cascading neural networks. <http://leenissen.dk/fann/report.pdf>.
- [7] Kathy Lien. *Forex - Ziskové intradenní a swingové obchodní strategie*. FXStreet, 2013. ISBN: 978-80-904-4182-8.