

Marek Pavlík, Matej Rafaelis, Martin Kanálik, Dušan Medveď, Peter Kurimský

Využitie walk forward analýzy pre vyhodnotenie stratégie pre obchodovanie na trhu s elektrinou

Na obchodovanie s elektrinou je potrebné sa pozerat' ako na iné komodity. Elektrina ma avšak jednu odlišnosť a to, že je neskladovateľná. To jej dáva istú nevýhodu oproti iným komoditám ako cukor, kukurica a pod. Obchodníci preto neustále zisťujú, ako by mohli predikovať smer pohybu ceny elektriny. Využívajú na to rôzny predikčný model na báze neurónových sietí, genetických algoritmov a pod. Tento príspevok pojednáva o využívaní walk forward testu pre vyhodnotenie stratégie pre obchodovanie na trhu s elektrinou. Zároveň poukazuje na dôležitosť tohto testu a navrhuje jeho nastavenie a vyhodnotenie.

Kľúčové slová: genetické algoritmy, liberalizácia trhu s elektrinou, burza

The electricity trading should be seen as other commodities. Electricity has but one difference and that is unstorable. This gives it a certain disadvantage compared to other commodities such as sugar, corn and the like. Traders therefore always see how to predict the direction of movement of electricity prices. They use of different prediction models based on neural networks, genetic algorithms, and so on. This contribution discusses the use of Wak Forward test for evaluating strategies for trading on the electricity market. It also notes on the importance of this test, and suggests the setting and evaluation. **(Usage walk forward analysis for evaluating strategies for trading on the electricity market)**

Keywords: genetic algorithms, liberalization of the electricity market, stock exchange

I. ÚVOD

Obchodovanie s elektrinou je do značnej miery podobné obchodovaniu na komoditnom trhu. Platia podobné princípy. Jediným rozdielom je, že elektrina je oproti iným komoditám neskladovateľná a teda musí v každom okamžiku platiť, že výroba sa musí rovnat' spotrebe elektrickej energie.

Z toho dôvodu sa upriamuje pozornosť obchodníkov (nákupcov a predajcov) hlavne na cenu elektriny. Trh s elektrinou prešiel značnou zmenou. Tak ako samotná elektroenergetika aj obchodovanie s ňou prechádza vývojom. Do značnej miery sa kládol u obchodníkov dôraz na tvorbu rôznych obchodných stratégií. Takmer stále je podkladom pre tvorbu stratégií história dát, ktorá vyobrazuje historický vývoj ceny elektriny.

II. TVORBA OBCHODNÝCH STRATÉGIÍ

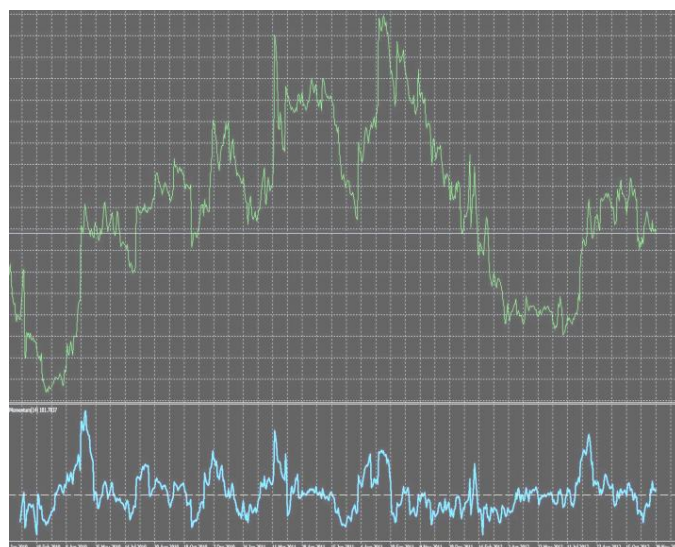
Na základe historického vývoja je možné postaviť funkčné stratégie do budúcnosti. Základom pre tvorbu stratégií sú rôzne technické indikátory. Technický indikátor je matematický model, ktorý vychádza z historickej ceny elektriny. Takmer každý technický indikátor sa vypočítava na základe určitej histórie dát, ktorá sa nazýva perióda. Nasleduje popis niektorých technických indikátorov a popis k nim.

Momentum indikátor patrí medzi najpoužívanejšie indikátory technickej analýzy. Indikátor momentum sa používa na meranie sily a rýchlosti trendu. Indikátor momentum (MOM) sa vypočíta podľa (1) [1]:

$$MOM(n) = P_n - P_{n-x} \quad (1)$$

pričom P_A je aktuálna cena, P_n je cena za n zvolených období výpočtu. Najčastejšie sa za periódu volí hodnota 14. Ak je hodnota MOM kladná, aktuálna cena je vyššia ako cena n období dozadu. Všeobecne indikátor osciluje okolo hodnoty 100. Ak indikátor MOM

prekročí hodnotu 100 zospodu, znamená to, že je možné predvídať, že cena elektriny porastie. Naopak, ak indikátor MOM prekročí hodnotu 100 zhora, znamená to, že je možné predvídať, že cena elektriny poklesne. Priebeh sledovaného obdobia ako aj vývoj indikátora momentum s nastavením periódy 14 je zobrazený na Obr.1, kde zelený graf znázorňuje historický vývoj ceny elektriny počas bližšie nešpecifikovaného obdobia počas roka a modrý graf pod ním predstavuje vývoj technického indikátora na základe historického vývoja.



Obr. 1. Pohľad na technický indikátor momentum v praxi

Ďalším indikátorom je indikátor MACD, ktorý sa používa na identifikáciu trendu. Pre svoj výpočet používa dva exponenciálne kľzavé priemery (Exponent Moving average v skratke EMA). Najprv je dôležité popísať jednoduchý kľzavý priemer. Jednoduchý kľzavý priemer je tiež známy ako aritmetický priemer a je najjednoduchším

a najpoužívanejším typom kĺzavého priemeru. Jeho hodnotu je možné vyjadriť sčítaním všetkých cien za dané obdobie (za danú periódu) a následným vydelením počtom dní podľa [2][3]

$$SMA_x = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_x}{X} \quad (2)$$

pričom N_1 je cena za prvý deň, N_2 je cena za druhý deň, N_x je cena za posledný deň, X je počet dní. Hodnota SMA sa mení v závislosti na počte dní, ktoré sa berú do úvahy. Exponenciálny kĺzavý priemer (EMA) rieši problémy, ktoré sú spojené s jednoduchým kĺzavým priemerom. Jednak priraduje novším dátam vyššie váhy v rámci priemeru a tiež vo svojom výpočte obsahuje všetky historické dáta od vzniku daného nástroja. Tento typ priemeru dostal svoj názov podľa toho, že váhy jednotlivých cien smerom do minulosti sa exponenciálne znižujú. EMA je možné vypočítať ako: [3][4][5]

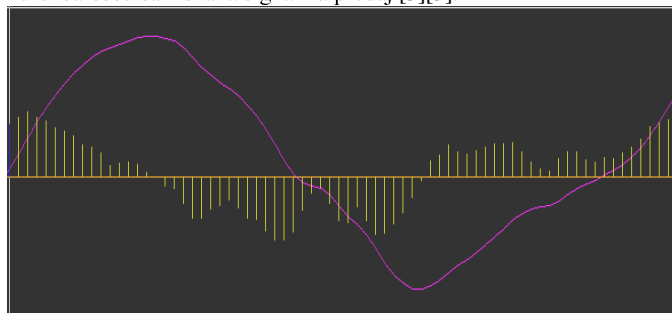
$$EMA_t = EMA_{t-1} + (k(P_t - EMA_{t-1})) \quad (3)$$

pričom t je dnešná cena, $t-1$ je včeraššia cena a k je možné vypočítať ako:

$$k = \frac{2}{n+1} \quad (4)$$

pričom n je časové obdobie (perióda).

MACD je zložený z viacerých exponenciálnych kĺzavých priemerov, konkrétne z dvoch alebo troch. Ich zvyčajné nastavenie je s periódami 9, 12 a 26. Uvedené periody sú len orientačné a každý obchodník si ich môže nastaviť podľa vlastných potrieb. Jedným z najjednoduchších využití MACD je sledovanie prerazenia MACD histogramu a trigger line. MACD sa počíta z dlhšej periody napr. MA 26 a trigger line sa počíta z kratšej periody, ktorou je napr. EMA 12. Na Obr. 2 sú zachytené MACD hodnoty vo forme histogramu (žltá farba) so svojou Trigger line (fialová farba). Ak sa histogram rozširuje, znamená to silnejšie momentum trhu a rastúci rozdiel medzi MACD a Trigger line. Ak sa histogram začne zužovať, znamená to, že momentum v trhu slabne a je možné vopred predpovedať kríženie MACD – Trigger line a predstihnúť trh s okamihom nákupu/predaja. MACD sa využíva tak, že prekrižením pod nulovou osou sa získava signál na nákup a prekrižením nad nulovou osou sa získava signál na predaj [3][5].



Obr. 2. Pohľad na technický indikátor MACD v praxi

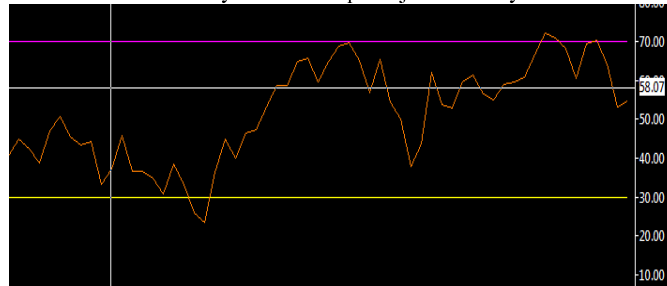
Ďalší indikátor RSI (Relative Strength Index) patrí medzi základné indikátory technickej analýzy a označuje sa ako indikátor sily trhu. Priebeh indikátora RSI sa zobrazuje v rozpätí 0 až 100 (Obr.3). Základná vlastnosť indikátora RSI je, že poukazuje na oblasti prekúpenia a prepredania. Hodnota tohto indikátora sa počíta na základe (5):

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (5)$$

kde RS je priemerný zisk alebo priemerná strata. Tiež je možné RS definovať ako priemer vzrastu ceny za n dní/priemer poklesu ceny za n dní. Vzrastom a poklesom ceny sa rozumie rozdiel dnešnej ceny

oproti včerašnej cene. Ak dnešná cena je vyššia ako včeraššia, ich rozdiel sa ráta do priemeru v čitateli RS . Ak cena je nižšia ako včeraššia, ich rozdiel sa ráta do priemeru v menovateli. Priemer strát je tiež vždy vyjadrený ako pozitívna hodnota. Zvyčajne sa používa nastavenie indikátora s periódou 9, 14 alebo 25 dní [2][3].

Pohľad na technický indikátor v praxi je zobrazený na Obr.3.



Obr. 3. Pohľad na technický indikátor MACD v praxi

Technických indikátorov existuje veľké množstvo, no tento príspevok popisuje len tieto.

Ako už bolo skôr spomenuté, obchodníci sa zameriavajú pri tvorbe obchodných stratégií práve na technické indikátory. V globále existuje niekoľko možností, ako stratégie stavať. Prvou možnosťou je vytvoriť stratégiu na princípe napríklad kríženia RSI indikátora a otestovať ju na historických dátach. Pokiaľ na historických dátach vykazuje zisk, je možné ju do budúceho vývoja nasadiť na reálny trh. Tento postup je prácný a v súčasnej dobe zastaraný i keď mnoho obchodníkov na základe takýchto princípov naďalej obchoduje. V súčasnosti sa skôr upriamuje pozornosť na zvyšné dva typy spôsobov tvorby stratégie – tvorba pomocou neurónových sietí alebo tvorba pomocou genetických algoritmov.

III. VYUŽITIE GENETICKÝCH ALGORITMOV

Genetická analýza funguje na princípe vzorkovania a následného využitia genetického vývoja, kde cieľom je nájdenie najúčinnejšej kombinácie. Genetické algoritmy pri hľadaní riešenia postupujú tak, že v prvom kroku vygenerujú niekoľko tisíc náhodných kombinácií pre daný problém, ktoré sa nazývajú populáciou. Keď je dosiahnutá požadovaná veľkosť populácie (1. generácia), genetický algoritmus začne hodnotiť, ktorá kombinácia je najvhodnejšia pre dosiahnutie sledovaného cieľa. Genetický algoritmus vyčlení kombinácie s najväčším potenciálom a začne vytvárať ďalšiu generáciu a to tak že kríži medzi sebou vybrané kombinácie a snaží sa ich vylepšiť. Zároveň genetický algoritmus vytvára nové kombinácie, pretože každá generácia musí mať rovnaký počet populácie [4].

Genetické algoritmy pre analýzu ceny využívajú poznatky z genetického vývoja a ide o čisto automatické vytvorenie stratégie. Využíva sa kríženie a mutácia pričom sa kladie dôraz na zachovanie robustnosti a zmysluplnosti stratégie. [4].

To, že genetický algoritmus vytvorí stratégiu ešte neznamená, že stratégia bude zisková aj v budúcnosti. Na tomto princípe funguje manuálna tvorba stratégie popísaná skôr. V princípe manuálne vytvorené stratégie majú spravidla najnižšiu ziskovosť pretože boli otestované na historických dátach, ktoré boli v minulosti. V budúcnosti sa ale trh mení a teda manuálne vytvorená stratégia nemusí byť zisková v budúcnosti [4][6].

Jednou z možností ako otestovať vytvorenú stratégiu, ktorá bude fungovať aj v budúcnosti je otestovať ju na dátach budúcich. Keďže budúce dáta nie sú k dispozícii, pri stavbe stratégie pomocou genetických algoritmov rozdelíme dostupné historické dáta na dve časti In Sample (IS) a Out Of Sample (OOS). Časť historických dát IS

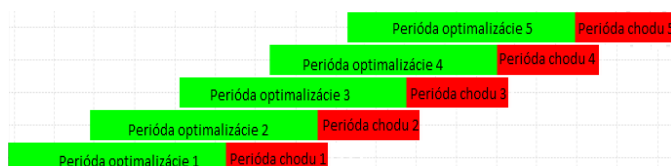
sú dáta na ktorých sa stratégia pomocou genetických algoritmov vytvára. Na druhej časti OOS sa vytvorená stratégia z IS otestuje. Znamená to, že genetický algoritmus počas stavby stratégie nebude poznať historické dáta z OOS a teda budú to preňho budúce neznáme dáta.

IV. WALK FORWARD TEST

Walk forward test je komplikovaný test, ktorý je veľmi užitočným nástrojom pre určenie, či je stratégia dostatočne robustná. Prípadnou úpravou jej parametrov je možnosť ju vylepšiť. Ak úprava parametrov počas stavby naznačí zhoršenie stratégie, znamená to že stratégia v budúcnosti môže vykazovať stratu.

Walk forward test poukazuje na to, ako veľmi je stratégia závislá na historických dátach a na aký dlhý čas do budúcna (už po nasadení na reálny trh) je možné touto stratégiou predikovať vývoj ceny elektriny. V praxi to znamená, že tento test hovorí o tom, či to, že je stratégia zisková na historických dátach nám dáva záruku, že bude zisková aj na budúcich dátach.

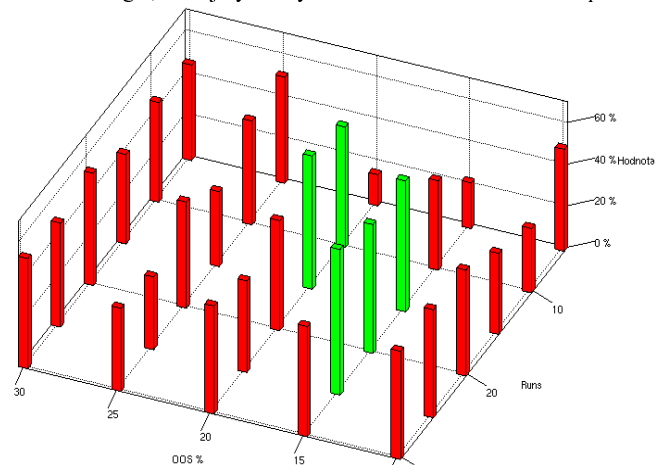
Princíp walk forward testu spočíva v tom, že sa rozdelí celá história dát na menšie úseky, ktoré sa ďalej rozdelia na zelenú a červenú časť (Obr.4). Zelená časť je optimalizačná perióda, v ktorej sa testuje optimálne nastavenie technických indikátorov, z ktorých je stratégia postavená (RSI, MOM a pod.). V tejto časti sa nastaví optimálne nastavenie technických indikátorov a na červenej (úsekovo kratšej) časti sa táto stratégia spustí a otestuje svoju ziskovosť. Celá jedna časť (jedna zelená a jedna červená perióda) tvorí jeden test. Celé historické dáta sa rozdelia na niekoľko takýchto častí a týmto vznikne niekoľko takýchto podtestov. Tieto podtesty tvoria jeden prvok matrice walk forward matrix. Takýchto prvkov genetický algoritmus vytvorí niekoľko s tým, že len mení veľkosť periódy jedného testu. Napríklad jeden prvok matrice bude mať dĺžku zelenej a červenej časti 1 rok, druhý prvok 9 mesiacov, tretí prvok rok a pod. Navyše sa kombinujú aj pomery zelenej a červenej časti. Napríklad pomer zelenej a červenej časti bude 60/40, alebo 75/25 a pod. Takto sa vytvorí matica niekoľkých walk forward testov. Keďže pri každom teste sa vytvára optimalizácia, tento test je časovo náročný a nebolo by možné ho vykonať manuálne. Preto na vyhodnotenie tohto testu bol použitý program StrategyQuant, ktorý tento test ako aj tvorbu stratégií v sebe zahŕňa. Program StrategyQuant navyše odporučí periódu, kedy je potrebné vykonať znova reoptimalizáciu [4][6].



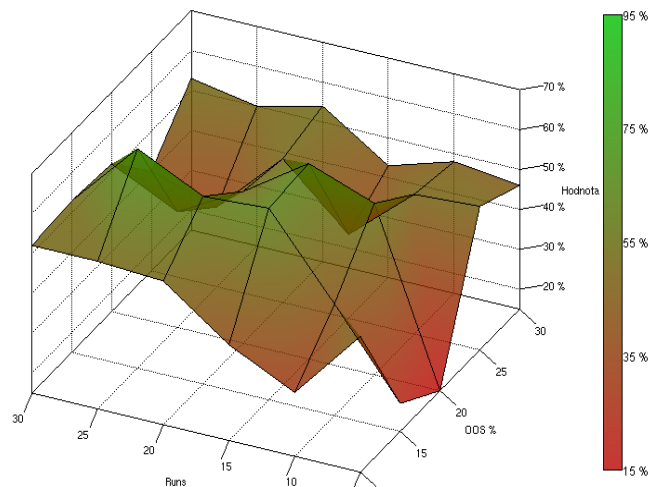
Obr. 4. Rozdelenie historických dát pri walk forward teste

Na Obr. 5-8 je možné vidieť vyhodnotenie testu walk forward matrixu v podobe stĺpcov, resp. v podobe 3D grafu. Ako je možné vidieť, celá matica je rozdelená na 5x6 oblastí. Tieto oblasti je možné definovať v programe StrategyQuant. Avšak nie je dobré rozdeľovať oblasti na veľkú maticu pretože tým je test komplikovanejší a neprešli by ním aj stratégie, ktoré by boli v budúcnosti ziskové. Prvá os predstavuje rozdelenie periódy na 10, 15, 20, 25 a 30. Je to pomer zelenej a červenej oblasti, ktoré sú zobrazené na Obr.5. Druhá os reprezentuje rozdelenie dĺžky periódy pre jeden walk forward test. Rozdelenie je na 5, 10, 15, 20, 25 a 30 % z celkovej periódy. Posledná os s pomenovaním „hodnota“ reprezentuje podiel zisku v OOS časti voči IS časti. Tento podiel bol nastavený na hodnotu 50, čo je značne

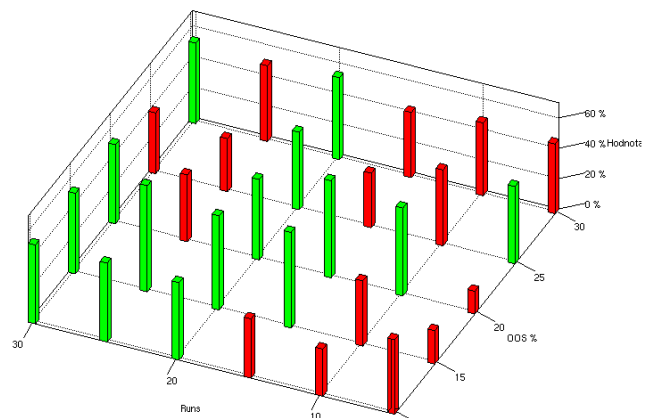
prísne ako aj celkovo celý walk forward test. Navyše pri hodnotení stratégii týmto testom sa nastavuje matica oblastí. Matica oblastí bola nastavená na maticu 3x3 prvkov matice. Stratégia prešla týmto testom, ak v tejto matici sa nachádza oblasť 3x3 z ktorých aspoň 7 prvkov bude zelených (bude mať aspoň 50 %). Na Obr.5 je možné vidieť, že v tomto walk forward matrixe nie je možné nájsť maticu 3x3 v ktorej bude aspoň 7 prvkov zelených. Na druhej strane na Obr.7 je možné vidieť jednu maticu 3x3 v ktorej existuje 8 prvkov zelených. Preto stratégia, ktorej výsledky sú zobrazené na Obr.7 a týmto testom prešla a stratégia, ktorej výsledky sú zobrazené na Obr.5 a 6 neprešla.



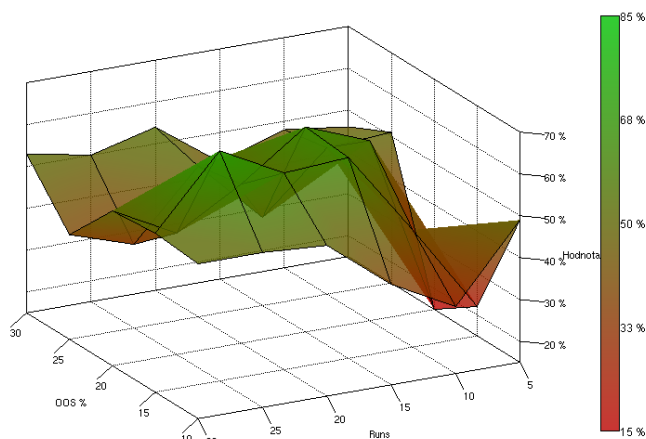
Obr. 5. Vyhodnotenie walk forward testu v podobe stĺpcov – stratégia neprešla



Obr. 6. Vyhodnotenie walk forward testu v podobe 3D grafu – stratégia neprešla



Obr. 7. Vyhodnotenie walk forward testu v podobe stĺpcov – stratégia prešla



Obr. 7. Vyhodnotenie walk forward testu v podobe 3D grafu – stratégia prešla

V. ZÁVER

Tento príspevok pojednáva o využití walk forward testu na vyhodnocovanie stratégií postavených na báze genetických algoritmov. Walk forward test, ako aj samotný príspevok popisuje, je test náročný ako na výkon tak aj na samotnú stratégiu. Stratégia je postavená pred niekoľko optimalizácií, v ktorých sa nastavujú optimálne parametre a tie sa potom otestujú na historických dátach.

Vytvoriť ziskovú stratégiu nie je v súčasnosti náročný proces. Avšak ako minulosť ukázala, tieto stratégie nezaručujú ziskovosť aj v budúcnosti. Neplatí to avšak pri všetkých stratégiách a preto je výhodnejšie otestovať vytvorené stratégie pomocou simulácie budúcich dát. Walk forward test vytvorí neznáme budúce dáta tak, že pri prvom testovaní ich genetika nemá k dispozícii. Tieto dáta teda genetika nevidí a predstavujú pre ňu budúce dáta.

Tento príspevok popisuje možnosť ako tento test vykonať, ako ho nastaviť a hlavne ako tento test vyhodnotiť. V tomto príspevku boli vybrané dve stratégie na báze technických indikátorov, ktoré neboli bližšie popísané a z ktorých jedna týmto testom prešla a druhá nie. Tento test bol vykonaný pred niekoľkými mesiacmi a ako sa ukázalo, stratégia, ktorá týmto testom neprešla je od toho obdobia stratová. Na druhej strane, stratégia, ktorá týmto testom prešla, je za to isté obdobie zisková.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore udeľovania grantov FEI č. FEI-2015-6 Vplyv elektromagnetického poľa na vlastností materiálov.

Táto práca vznikla na základe podpory vedeckej grantovej agentúry VEGA MŠVVaŠ SR č. projektu 1/0132/15 Výskum prieniku vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa cez stavebné ekologické materiály.

LITERATÚRA

- [1] W. Wilder, "New Concepts in Technical Trading Systems," Trend Research. 1978, ISBN 978-0-89459-027-6.
- [2] M. Pavlík, M. Kolcun, "Predikcia ceny elektriny na burze PXE použitím RSI a MACD indikátorov", In: Energetika. Vol. 64, no. 5 (2014), p. 279 - 281. - ISSN 0375-8842.
- [3] A. Mészáros, M. Pavlík, R. Tóth, "Aplikácia technických indikátorov v prostredí trhu s elektrinou," In: Elektroenergetika. Roč. 7, č. 2 (2014), s. 33-37. - ISSN 1337-6756
- [4] Genetické algoritmy [online]. 2016 [cit. 2016-03-12] Dostupné na internete: http://www.financnik.cz/komodity/fin_home/trading-a-geneticke-algoritmy-otazky-odpovedi.html
- [5] M. Pavlík, "Pohľad na cenu elektriny na burze PXE," In: Elektro. Vol. 24, no. 6 (2014), p. 42-43. - ISSN 1210-0889.
- [6] J. Saebi, H. Ghasemi, S. Afsharia, H. Rajabi Mashhadi, "Imperialist Competitive Algorithm for reactive power dispatch problem in electricity markets," 20th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE2012), Tehran, 15-17 May 2012, IEEE, pp. 433 - 437, ISBN:978-1-4673-1149-6.

ADRESY AUTOROV

Marek Pavlík, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, marek.pavlik@tuke.sk

Matej Rafaelis, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, matej.rafaelis@student.tuke.sk

Martin Kanálik, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, martin.kanalik@tuke.sk

Dušan Medved', Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, dusan.medved@tuke.sk

Peter Kurimský, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, peter.kurimsky@student.tuke.sk