

Marek Pavlík

Porovnanie analýz predikcie ceny elektriny na pražskej burze PXE pomocou technických indikátorov

Liberalizácia so sebou priniesla niekoľko špecifik ale v zásade to znamenalo otvorenie trhu s elektrinou a slobodnú voľbu dodávateľa elektrickej energie. Vzniklo mnoho dodávateľov elektrickej energie, vznikla vyššia konkurencieschopnosť a dodávatelia sa začali upriamovať na najdôležitejšiu informáciu z pohľadu predaja elektriny, na cenu elektrickej energie. Tento článok pojednáva o možnostiach predikcie ceny elektriny na pražskej burze PXE pomocou technických indikátorov. Výsledkom je potvrdenie alebo vyvrátenie použitia technických indikátorov na tento komoditný trh. Bolo použitých niekoľko analýz a následne sa tieto analýzy porovnali a vyhodnotili.

Kľúčové slová: cena elektriny; technický indikátor; predikcia ceny elektriny

Liberalization have some specificities, but in principle it created opening of electricity market and the free choice of the electricity supplier. Many electricity suppliers was founded, increased competitiveness, and suppliers focus on the most important information of electricity market, the electricity price. This article discusses the possibilities of forecasting the price of electricity at the Power Exchange Central Europe PXE using technical indicators. The result is confirmation of the use of technical indicators on this commodity market as well. Several analysis were used and these were then compared and evaluated. **(The comparison of electricity price prediction analysis on the Power Exchange Central Europe PXE using technical indicators)**

Keywords: electricity price; technical indicators; prediction of electricity price

I. ÚVOD

Ešte stále málo odberateľov elektrickej energie pozná pojem liberalizácia a skutočnosti, ktoré s nástupom liberalizácie prišli. Liberalizácia trhu s elektrinou v jednoducho znamená, že sa zrušili monopoly pre dodávku elektrickej energie a tým sa vytvorilo konkurenčné prostredie. Pre konečného odberateľa to znamená, že kým v minulosti boli tri regionálne distribučné spoločnosti, ktoré boli zároveň aj dodávateľmi, v súčasnosti pôsobi na Slovensku niekoľko dodávateľov elektrickej energie. Radovo desiatky až sto. Konečný odberateľ má právo si vybrať svojho dodávateľa elektrickej energie podľa vlastného uváženia. Nástupom liberalizácie sa začal boj o zákazníka, ktorého dodávateľa presvedčajú lepšou cenou elektrickej energie. Dodávateľa si však neuvedomujú, že táto cena elektriny je len jednou zo zložiek konečnej ceny elektriny.

Trh s elektrinou sa stal ďalším komoditným trhom, podobným plynu. Avšak tieto dve komodity majú oproti ostatným komoditám (kakao, pšenica a pod.) jednu veľkú nevýhodu – neskladovateľnosť. Táto skutočnosť podstatne ovplyvňuje koncovú cenu elektrickej energie u dodávateľa. Nemať časť ovplyvňuje aj spotovú cenu na energetických burzách, napríklad na pražskej burze PXE.

II. LIBERALIZÁCIA TRHU S ELEKTRINOU

Liberalizácia trhu s elektrickou energiou mala za následok možno lepšie prostredie pre spotrebiteľa, no zmeny na strane dodávateľa. Liberalizácia priniesla zmeny v oblasti dodávky elektrickej energie. Vo všeobecnosti by sme mohli rozdeliť tok elektrickej energie od výrobcu k spotrebiteľovi na tri časti[1]:

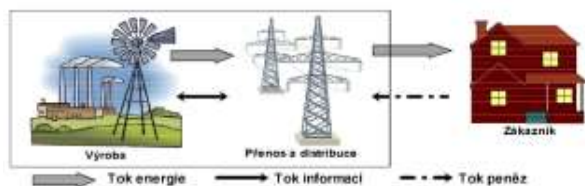
1. Výroba
2. Prenos
3. Distribúcia

Na Obr.1 a Obr.2 je možné vidieť rozdiel medzi dodávkou elektrickej energie pred liberalizáciou a po liberalizácii trhu s elektrinou. Kým tok elektrickej energie zostal nemenný, tok informácii a top peňazi sa zmenil zásadným spôsobom [1].

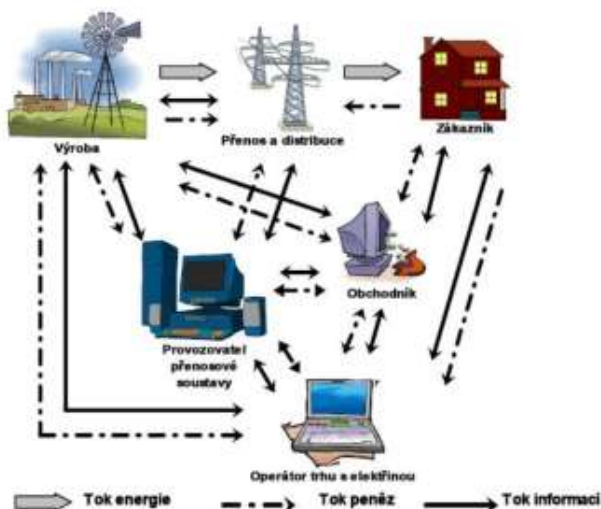
Ak hovoríme o liberalizácii trhu s elektrickou energiou, musíme si uvedomiť, v akej situácii sa slovenská elektroenergetika nachádza. Je všeobecne známe, že liberalizácia trhu úzko súvisí s prispôbovaním sa zákonov a noriem Slovenskej republiky a normám Európskej únie [2].

V našom ekonomickom prostredí to pre elektroenergetiku tiež znamená zmenu zaužívaných organizácie vzťahov medzi výrobou, prenosom, distribúciou a konečným spotrebiteľom. V Slovenskej republike je vládou deklarovaná snaha vytvoriť zdravé konkurenčné prostredie s presne definovanými pravidlami. Zásadným krokom k liberalizácii trhu s elektrickou energiou, podľa vlády Slovenskej republiky bolo rozhodnutie o reštrukturalizácii elektroenergetiky, rozhodnutie o harmonograme otvárania vnútorného trhu s elektrickou energiou v SR a schválenie zákona o vytvorení Úradu pre reguláciu sieťových odvetví. V súlade s tým sa z troch distribučných spoločností vytvorili akciové spoločnosti. [1, 2].

Koncový odberateľ elektrickej energie má dve zmluvy, a to zmluvu o pripojení (s distribučnou spoločnosťou) a zmluvu o dodávke elektrickej energie (s predajcom elektrickej energie). Faktúry za elektrinu, v ktorých je uvedená cena za distribúciu aj dodávku elektriny, sú uhrádzané predajcovi elektrickej energie, ktorý ďalej platí za distribúciu (prepravu po vedeniach) distribučnej spoločnosti. Distribučnú spoločnosť si zákazník nemôže zmeniť, tá je závislá od polohy odberného miesta (východné, stredné a západné Slovensko). Zákazník si môže zmeniť len dodávateľa elektrickej energie. Technickú časť (prerušenia dodávky elektrickej energie, pripájanie nových odberných miest, odpájanie a znovu pripájanie, odpočty elektromerov, výstavba a rekonštrukcia vedení a pod.) majú na starosti distribučné spoločnosti [1-3].



Obr. 1. Vertikálne orientovaný systém[1]



Obr. 2. Schéma liberalizovaného trhu s elektrinou[1]

V súčasnosti si môžeme všimnúť nárast dodávateľov elektrickej energie. Je to práve kvôli liberalizácii trhu s elektrickou energiou, čo ma za následok to, že vzniklo v poslednom období množstvo spoločností, ktoré ponúkajú aj bežným domácnostiam zmenu dodávateľa elektrickej energie za zvýhodnených podmienok. Na druhej strane je však potrebné zdôrazniť aj to, že mnoho dodávateľov elektrickej energie zaniklo.

III. ENERGETICKÁ BURZA A SPOTOVÁ CENA ELEKTRICKEJ ENERGIE

Prážská burza PXE (Power Exchange Central Europe) bola založená v júli 2007. Dňa 17. júla bolo zahájené obchodovanie s českou elektrinou. 1. októbra 2010 bolo zahájené obchodovanie so slovenskou elektrinou a s maďarskou elektrinou bolo obchodovanie zahájené dňa 1. marca 2009 [3]. V súčasnosti je súčasťou PXE aj Rumunsko a Poľsko.

PXE umožňuje obchodovanie s elektrickou energiou s miestom dodania Česko, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko a Poľsko. Obchodovanie s elektrickou energiou je možné s fyzickou dodávkou a finančným vysporiadaním. Obchodovanie prebieha výlučne v mene euro a prebieha na čisto anonymnej báze. Na burze sa používa spôsob obchodovania založený na elektronickom spracovaní objednávok a inštrukcii. Účastník uzatvára obchody na burze prostredníctvom obchodných systémov [3].

Vzhľadom na to, že môžeme považovať za komoditu, v tomto článku bude popísaná analýza vývoja ceny elektriny a s tým aj predpoklad, že analýza bude fungovať s podobnou pravdepodobnosťou aj do budúcnosti. V tomto smere je dôležitým pojmom spotová cena elektriny.

Za spotovú cenu je považovaná cena, ktorá sa vytvorí na trhu v čase $d - 1$, prípadne cena, ktorá sa vytvorí v najbližší predchádzajúci pracovný deň pred dňom realizácie dodávky. Je to preto, že v nepracovné dni sa neobchoduje, a preto spotová cena napríklad na nedeľu a pondelok sa uzatvára už v piatok. Túto cenu možno zároveň považovať za cenu, ktorá je najbližšie k základnej cene. Všeobecne možno totiž povedať, že čím viac sa obchod blíži okamihu spotreby, tým lepšiu majú predstavu majú subjekty obchodu o skutočných nákladoch výrobcu a predovšetkým presnejšie predikujú spotrebu zákazníkov pre tento okamih [2].

Pri vychádzaní z predpokladu, že sú definované j výrobné jednotky. Jednotka j má maximálny výkon P_j^{MAX} , marginálne výrobné náklady n_j a pravdepodobnosť pohotovosti výrobné jednotky (početnosť výpadkov) P_j^V , potom platí, že výkon vyrobený jednotkou $P_j(t)$ (MW) v čase t sa musí pohybovať v rozmedzí [1]:

$$P_j^{MIN} P_j^V(t) \leq P_j(t) \leq P_j^{MAX} P_j^V(t) \quad (1)$$

Z hľadiska spotreby jednájú zákazníci nezávisle. Ich dopyt závisí na čase, počasi, cene elektriny a ostatných okolnostiach. Ak F_i je okamžitou (krátkodobou) funkciou pridanej hodnoty za použitie elektriny zákazníkom i [1].

$$F_i = F_i(D_i(t), w(t)) \quad (2)$$

kde $D_i(t)$ je veľkosť spotreby i -tého zákazníka v čase t (MWh), $w(t)$ je náhodná premenná, ktorá vyjadruje hlavne vplyv počasia a ďalších náhodných vplyvov.

Zisk pre i -tého zákazníka Z_i (€) sa dá vyjadriť ako:

$$Z_i = F_i(D_i(t), w(t)) - p_i(t) D_i(t) \quad (3)$$

Cena $p_i(t)$ sa dá stanoviť (€/MWh):

$$p_i(t) = \frac{\partial F_i(D_i(t), w(t))}{\partial D_i(t)} \quad (4)$$

Z čoho vyplýva, že zákazník volí veľkosť zaťaženia (spotreby):

$$D_i(t) = D_i(p_i(t), w(t)) \quad (5)$$

Pri rešpektovaní všetkých obmedzujúcich podmienok (obmedzenie výkonov zdrojov, obmedzenie tokov vo vedeniach) sa používa riešenie pomocou Lagrangeových multiplikátorov [1]:

- zákazníkova pridaná hodnota:

$$\sum_{i=1}^i F_i(D_i(p_i(t), w(t)), w(t)) \quad (6)$$

- palivové náklady:

$$\sum_{j=1}^j P_j(t) n(j) \quad (7)$$

- obmedzujúce podmienky energetickej bilancie:

$$+ \theta(t) \left[\sum_{j=1}^j P_j(t) - L(t) - \sum_{i=1}^i D_i(t) \right] \quad (8)$$

- obmedzujúce podmienky zdrojov:

$$- \sum_{j=1}^j u_j(t) [P_j(t) - P_j^{MAX}(t) P_j^V(t)] \quad (9)$$

pričom $\theta(t)$ je cena novej jednotky dopytu, čo je optimálna spotová cena v počítanom (bilančnom) uzle, $u_j(t)$ cena novej kapacity (zdroja).

Novú cenu je tiež možné vyjadriť ako:

$$\theta(t) = u_j(t) + n(t) \quad (10)$$

pričom $n(t)$ sú marginálne (neúplne) výrobné náklady v čase t (€/MWh) [1].

Za predpokladu že je dostatok výrobnnej kapacity a nie je potrebné rešpektovať položku $\mu_f(t)$, potom platí, že optimálna spotová cena sa rovná marginálnym výrobným nákladom.

Všeobecne je spotová cena pre k -tého zákazníka (€/MWh) v čase t daná [1]:

$$P_k(t) = \frac{\partial(\text{celkové_náklady})}{\partial D_k(t)} \quad (11)$$

Pod pojmom „celkové náklady“ sa myslia všetky náklady na zaistenie elektriny pre zákazníka. Pojem spotová cena sa rozumie cena v danom odbernom mieste pre každý časový okamih. Je to okamžitá cena. Vďaka stanoveniu okamžitej ceny elektriny je ovplyvnené chovanie zákazníka takým spôsobom, že sa chová z hľadiska maximalizácie celkového bohatstva optimálnym spôsobom [1][2].

IV. ANALÝZA CENY ELEKTRINY

Ako bolo skôr spomenuté, cena elektriny je tým najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim dianie na burze. Z obchodníkov sa stali špekulanti, ktorí špekulujú na pohyb ceny ich smerom za účelom generovania zisku. Na burze teda získavajú výhodu tí, ktorí s najvyššou pravdepodobnosťou dokážu analyzovať cenu elektriny a predikovať vývoj a smer ceny elektriny.

Existuje niekoľko spôsobov ako predikovať cenu elektriny. Vo všeobecnosti je to na základe alebo technickej analýzy alebo na základe fundamentálnej analýzy. Obe typy analýz majú svoje špecifiká a výhody, ktoré sú bližšie popísané v týchto článkoch [7-10].

V tomto článku boli vykonané tri analýzy ceny elektriny na základe technickej analýzy. Analýza 1 spočíva v použití RSI indikátora (Relative Strength Index), analýza 2 spočíva v použití MACD indikátora (Moving Average Convergence/Divergence) a tretia v použití indikátora Momentum.

Indikátor RSI (Relative Strength Index) patrí medzi základné indikátory technickej analýzy a označuje sa ako indikátor sily trhu. Pribeh indikátora RSI sa zobrazuje v rozpätí 0 až 100. Základná vlastnosť indikátora RSI je, že poukazuje na oblasti prekúpenia a prepredania. Hodnota tohto indikátora sa počíta na základe (12) [4].

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (12)$$

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 včerajšej cene. Ak dnešná cena je vyššia ako včerajšia, ich rozdiel sa ráta do priemeru v čitateli RS. Ak dnešná cena je nižšia ako včerajšia, 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 a 25 (n) dní. V tomto prípade bola nastavená perióda indikátora RSI na 14 dní [4].

Oblasť prekúpenia sa nachádza v prípade, že sa hodnota indikátora RSI nachádza nad 70, Naopak trh je prepredaný ak je hodnota indikátora pod 30. Oblasť prekúpenia znamená, že komodita je v súčasnosti drahá a existuje vysoká pravdepodobnosť, že cena danej komodity bude klesať. Naopak ak sa hodnota indikátora RSI nachádza pod 30 a trh je prepredaný, komodita je lacná a existuje vysoká pravdepodobnosť, že cena porastie. Oblasti prekúpenia a prepredania a špekulácie na odhad ceny na základe týchto oblastí je jednou z metód predikcie smeru [4].

Ďalší technický indikátor, na ktorom bola aplikovaná predikcia je MACD. Základom výpočtu MACD indikátora je indikátor MA (Moving Average). Kalkuluje a zobrazuje rozdiel medzi dvoma MA v

ľubovoľnom čase. Napríklad MA n je klasický kĺzavý priemer, ktorý sa vypočíta podľa (13).

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (13)$$

pričom MA n je kĺzavý priemer vypočítaný ako priemerná cena za n dní, P_i je cena i -tého dňa a n je počet dní na základe ktorých je kĺzavý priemer vypočítaný. Pri pohybe trhu sa MA v čase mení, rozširujú sa keď trh trenduje a odďaľuje keď trh.

MACD indikátor je kombináciou troch MA indikátorov s rôznym nastavením n parametra. Štandardné nastavenie MACD indikátora je 12,26,9, čo je časté nastavenie v obchodných systémoch a je to zároveň nastavenie, ktoré autor MACD G.APPEL považuje za to najvhodnejšie[5].

Ďalším indikátorom je indikátor Momentum indikátor. Patrí medzi najpoužívanejšie indikátory technickej analýzy. Indikátor momentum sa používa na meranie sily a rýchlosti trendu. Indikátor momentum (MOM) sa vypočíta podľa (14) [6].

$$MOM = P_A - (P_N) \quad (14)$$

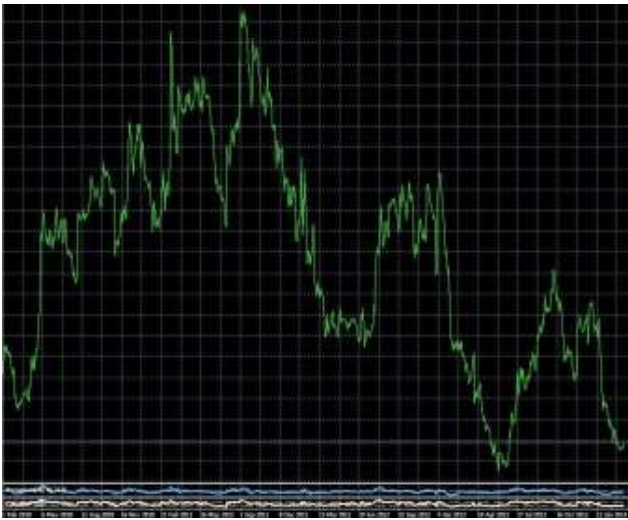
Pričom P_A je aktuálna cena, P_N je cena za n zvolených periód výpočtu. Najčastejšie sa za periódou volí hodnota 14. Ak je hodnota MOM kladná, aktuálna cena je vyššia ako cena N periód dozadu.

Existujú stovky technických indikátorov, avšak ich použitie pre trh s elektrinou nie je vhodné. V závere sú spomenuté niektoré z nich ako aj dôvody prečo nie sú vhodné pre predikciu ceny elektriny.

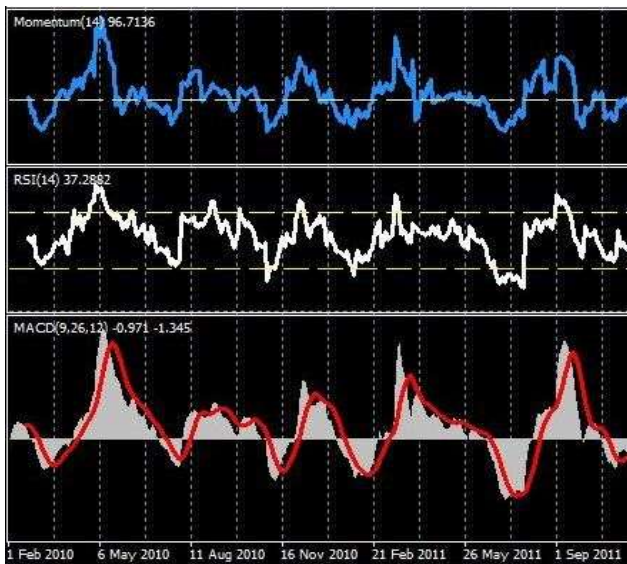
Za najlepší technický indikátor sa v súčasnosti považuje indikátor COT (Commitments of Traders). Tento indikátor odzrkadľuje súčasnú situáciu na komoditných trhoch, avšak s časovým oneskorením. Tento indikátor však nie je vhodný pre trh s elektrinou, nakoľko jeho výpočet pozostáva zo skladovacích zásob danej komodity. Ako však bolo spomenuté v úvode, nevýhodou elektriny ako komodity je práve jej neskladovateľnosť. Preto nebol pri žiadnej z analýz použitý indikátor COT. Pri trhoch ako elektrina je potrebné sa zamerať na technické indikátory, ktoré nepoužívajú pre svoj výpočet informáciu o množstve komodity v skladoch[8-10].

Všetky tri analýzy boli aplikované na vývoj ceny elektriny na burze PXE v časovom horizonte od 2.1.2010 do 21.3.2014 (Obr.3). Zobrazenie indikátorov RSI, MACD a MOM v obchodnej platforme je zobrazená na Obr.4 [11].

Analýzy spočíval v tom, že boli hľadané miesta v historických dátach, pre ktoré platili podmienky spomenuté v predošlej kapitole (oblasti prekúpenia prepredanosti danej komodity). Ak analýza poskytla informáciu pre predpoklad zmeny ceny daným smerom označila sa cena vstupu. Ak analýza poskytla signál pre ukončenie trendu ceny, bol označený výstup. Rozdiel medzi vstupom a výstupom pri obchodovaní špekulantov je generovaný zisk. Tieto princípy však nemusia platiť pre trh s fyzickým vyrovnáním, kde je potrebné danú komoditu reálne dodať. Pri tomto trhu nie je možné vždy čakať na lepšiu cenu komodity nakoľko s týmto obchodníkom má zmluvu na dodávku elektrickej energie druhá strana, odberateľ.



Obr. 3. Vývoj ceny elektriny na PXE



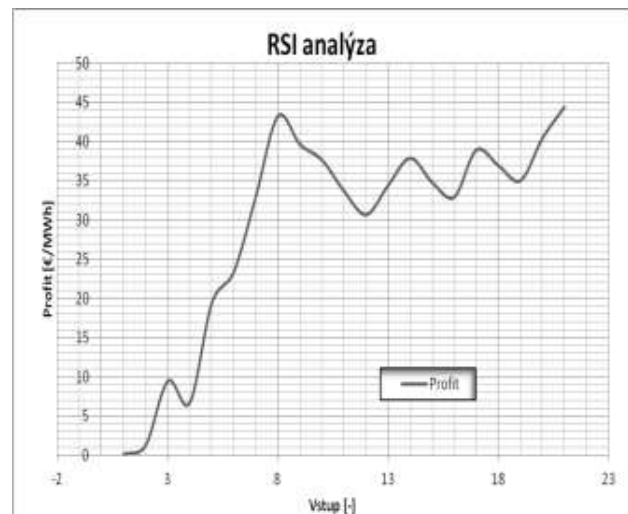
Obr. 4. Indikátory MOM, RSI a MACD v praxi

V. VÝSLEDKY

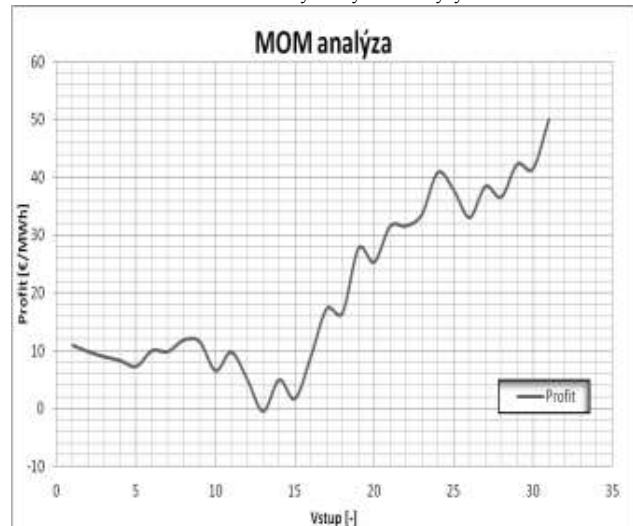
Na spotovú cenu elektrickej energie boli aplikované tri analýzy – analýzy na základe technických indikátorov RSI, MOM a MACD. Všetky tri analýzy boli aplikované nezávisle a pre to isté časové obdobie kvôli lepšiemu porovnaniu výsledkov. Pravidla vyhľadávania vstupných a výstupných signálov boli popísané v predošlej kapitole.

Na Obr.5 je možné vidieť krivku ziskov RSI analýzy pre sledované obdobie. Na Obr.6 je možné vidieť krivku ziskov MOM analýzy a na Obr.7 krivku ziskov MACD analýzy.

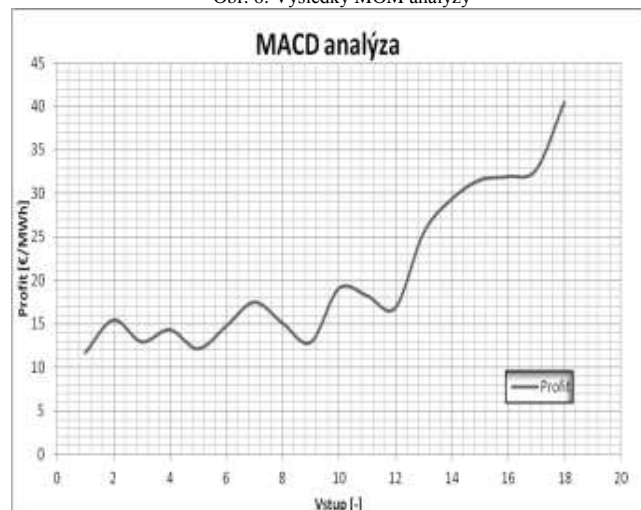
Z výsledkov analýz vyplýva, že všetky tri analýzy sú v sledovanom období ziskové. MACD analýza má najmenej vstupov a aj najmenší zisk, pri percentuálnej úspešnosti 61%. Na druhej strane, MOM analýza má najvyšší počet vstupov a výstupov, najväčší zisk ale najmenšiu úspešnosť – len 48%. MOM analýza je teda pre sledované obdobie a sledovaný trh najmenej úspešná z pohľadu percentuálnej úspešnosti predikovania smeru. Avšak aj napriek tomu priniesla najvyšší zisk na 1 MWh.



Obr. 5. Výsledky RSI analýzy



Obr. 6. Výsledky MOM analýzy



Obr. 7. Výsledky MACD analýzy

Celkový súhrn výsledkov všetkých troch analýz je zobrazený v Tab.1. V tabuľke je počet správnych predikcií a počet nesprávnych predikcií.

TABUĽKA I

Celkový prehľad výsledkov analýz MACD, RSI a MOM

Analýza	Počet vstupov	Zisk [€/MWh]	Správna predikcia	Nesprávna predikcia	Úspešnosť [%]
MACD	18	40.45	11	7	61
RSI	21	44.42	12	9	57
MOM	31	49.95	15	16	48

Úspešnosť vstupov ovplyvňuje aj početnosť vstupov. Platí teda, čím viac vstupov je k dispozícii, tým je informácia o úspešnosti presnejšia.

VI. ZÁVER

Príspevok sa zaoberá možnosťami predikcie ceny elektriny, konkrétne na báze technických indikátorov. Pre analýzu boli použité dáta v období od 2.1.2010 do 21.3.2014. Na predikciu boli použité technické indikátory RSI, MACD a MOM.

Ako je možné vidieť z analýz ceny elektriny, elektrina je obchodovateľná podobne ako bežné komodity. Mechanizmy pre analýzu ceny elektriny popísané v tomto článku boli aplikované na niekoľkokoročných dátach. Preto je možné predpokladať, že budú aplikovateľné aj pre predikciu do budúcnosti pre ziskové obchodovanie s touto komoditou.

Z výsledkov vyplýva, že každá zo zvolených analýz je zisková, každá prináša iný zisk a inú percentuálnu úspešnosť správnosti predikcie smeru. Výsledné zisky zobrazené na obrázkoch sú pre 1MWh, čo je najmenší kontrakt obchodovaný na burze PXE. Parameter zisk nie je až tak dôležitý nakoľko pri reálnom nákupe a predaji elektriny je možné kupovať a predávať väčšie množstvo kontraktov. Dôležitejším parametrom je práve percentuálna úspešnosť navrhovanej analýzy.

Kombináciou rôznych technických indikátorov je možné percentuálnu úspešnosť ešte navýšiť. Aj kombináciou iného vstupného indikátora a iného výstupného indikátora je možné percentuálnu úspešnosť navýšiť. Výskumy kombinujúce rôzne indikátory boli popísané v [12-19].

Existuje mnoho technických indikátorov, no mnoho z nich nie je aplikovateľných na trh s elektrinou, alebo nedosahujú zisk na tomto trhu. Analýzy boli realizované na mnoho ďalších technických indikátorov, avšak tieto nedosahovali zisk. Príkladom neziskových technických indikátorov sú indikátory CCI (strata -23€/MWh), %W (strata -13,5€/MWh) poprípade ParabolicSAR (strata -41,5€/MWh). Vzhľadom na to, že cenu elektriny do značnej miery ovplyvňuje aj počasie, ekonomické ukazovatele a pod. (fundamenty), má význam venovať sa predikcii ceny elektriny aj na základe týchto fundamentov. Tu však nastáva podobný problém ako aj v prípade technických indikátorov a tým je neskorá informácia o stave danej komodity [12].

Rozšírením týchto analýz by mohla byť ich aplikácia na čo najväčšie množstvo dát. Čím je viac vstupov, tým je informácia o úspešnosti presnejšia. Náhradou týchto dát by mohli byť dáta pre trh s finančným vyrovnaním, ktorý z časti koreluje trh s fyzickým vyrovnaním. Tým by sa na jednej strane zlepšila presnosť (počet vstupov by bol väčší), no na druhej strane by sa presnosť znížila práve kvôli nepresnostiam, ktoré podobne korelujúce trhy spôsobujú.

POĎAKOVANIE

Túto prácu podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA č. 1/0372/18.

LITERATÚRA

- [1] Chemišinec I., Marvan M., Nečesaný J., Sýkora T., Tůma J., Obchod s elektrinou, Příbram: CONTE, s.r.o. 203s. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [2] Pillár V.: Slovenské elektrárne – súčasť otvoreného trhu s elektrinou, 5. medzinárodná konferencia energetika v pohybe 10.–12.9.2002, Banská Bystrica, 2002.
- [3] Burzovní pravidla, Pravidla obchodovania, cit:[21.1.2014], dostupné na: http://www.pxe.cz/pxe_downloads/Rules_Regulation/Cz/PXE_pravidla_obchodovani_130901.pdf.
- [4] Dean P., The RSI Pro: The Core principles, 2010, cit:[21.1.2014], dostupné na: <http://www.cabafx.com/trading-ebooks-collection/newpdf/The%20RSI%20Pro%20The%20Core%20Principles.pdf>.
- [5] Appel G., Construction and application of the MACD indicator, TAG, XVIII, New Orleans, 1996.
- [6] Wilder W., New Concepts in Technical Trading Systems. Trend Research. 1978, ISBN 978-0-89459-027-6.
- [7] Legorburu L.J., Perez V., Martinez J., "Information systems in an electricity open market," IEEE Porto Power Tech Proceedings, 10-13 Sept. 2001, Porto, DOI: 10.1109/PTC.2001.964574.
- [8] M. Kolcun, M. Kanálik, D. Medveď, Z. Čonka, Measuring of real value of short-circuit power in Island Operation Condition, In: Electric Power Engineering (EPE). Ostrava: VŠB-TU, 2015, p. 418-422. ISBN 978-1-4673-6787-5.
- [9] Salgado P., Afonso P., "Hybrid fuzzy clustering neural networks to wind power generation forecasting," IEEE 14th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 19-21 Nov. 2013, Budapešť, DOI: 10.1109/CINTI.2013.6705222.
- [10] Chudasama R., Dobariya S., Patel K., Lopes H., "DAPS: Dairy analysis and prediction system using technical indicators," Third International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS), 4-5 May 2017, DOI: 10.1109/SSPS.2017.8071587.
- [11] M. Kolcun, Z. Čonka, E. Beňa, M. Kanálik, D. Medveď, Improvement of transmission capacity by FACTS devices in central east Europe power system. In: IFAC-PapersOnLine: CTDSG 2016. Vol. 49, no. 27 (2016), p. 376-381. - ISSN 2405-8963.
- [12] Ji R., Lejeune M.A., Prasad S.Y., "Dynamic portfolio optimization with risk-aversion adjustment utilizing technical indicators," 20th International Conference on Information Fusion (Fusion), 10-13 July 2017, Xian, DOI: 10.23919/ICIF.2017.8009871.
- [13] Slovník pojmov, OKTE, a.s.: Všeobecné elektroenergetické pojmy [online], Dostupné z <<https://www.okte.sk/sk/informacie/slovník-pojmov>>.
- [14] Pavlík M., Kolcun M., "Predikcia ceny elektriny na burze PXE použitím RSI a MACD indikátorov," In: Energetika. Vol. 64, no. 5 (2014), p. 279 - 281. - ISSN 0375-8842.
- [15] Capitán L., Vogel-Heuser B., "Metrics for software quality in automated production systems as an indicator for technical debt," 13th IEEE Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 20-23 Aug. 2017, Xian, DOI: 10.1109/COASE.2017.8256186.
- [16] Prasetijo A.B. et al., "Buy/sell signal detection in stock trading with bollinger bands and parabolic SAR: With web application for proofing trading strategy," 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), 18-19 Oct. 2017, Semarang, DOI: 10.1109/ICITACEE.2017.8257672.
- [17] Berzan V., et al., "The estimation of the technical and financial indicators of exploitation combined heat and power plants with variable load," International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIEMEN), 11-13 Oct. 2017, Iasi, DOI: 10.1109/SIEMEN.2017.8123396.
- [18] D. Medveď, Z. Čonka, M. Kolcun, M. Kosterec, Solution of transient phenomena during the connection of the photovoltaic power plants, In: EPE 2017. - Ostrava : VŠB-TU, 2017, p. 643-648. ISBN 978-1-5090-6405-2.
- [19] D. Medveď, M. Klešč, Modeling of electrical off-grid network in the simscape power systems, In: ELEKTROENERGETIKA 2017. Košice: TU, 2017, p. 465-470. ISBN 978-80-553-3195-9.

ADRESY AUTOROV

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