

## Aplikácia technického indikátora CCI v prostredí trhu s elektrinou

Pavlík Marek · Elektrotechnika

20.06.2016



Predkladaný príspevok pojednáva o aplikácii technického indikátora v prostredí liberalizovaného trhu s elektrinou. Technické indikátory slúžia ako pomocný nástroj pre predikciu vývoja ceny komodít. Elektrinu je možné považovať za bežne obchodovanú komoditu i keď značným rozdielom je jej neskladovateľnosť, čo ju odlišuje od ostatných komodít. Ako pri iných komoditách aj pri elektrine je dôležitou informáciou pre nákupcov a predajcov jej cena. Preto vedieť predikovať cenu elektriny značne ovplyvňuje správanie účastníkov na trhu s elektrinou. Tento článok sa zameriava práve na aplikáciu technického indikátora CCI (Commodity Channel Index) v prostredí energetickej burzy PXE.

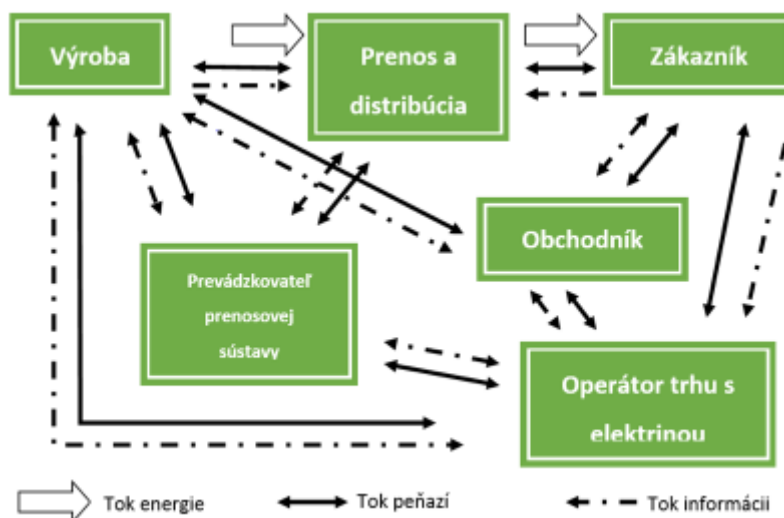
### 1. Úvod

Elektrina je v súčasnosti vnímaná ako bežne obchodovateľná komodita, čo spôsobila liberalizácia trhu s elektrinou. Hlavnou nevýhodou však je, že je neskladovateľná, čo je jej značná nevýhoda oproti iným komoditám obchodovaných na burze. Tak ako u iných komodít, tak aj pri elektrine je dôležité aspoň s určitou pravdepodobnosťou predpovedať budúci vývoj cien elektriny na energetickej burze. Liberalizácia trhu s elektrickou energiou znamenala „zrušenie“ vertikálne integrovaného systému (monopolných spoločností) a otvorenie trhu s elektrickou energiou. To malo za následok vytvorenie konkurenčného prostredia, ktoré napomáha skvalitneniu služieb zákazníkom. Liberalizovaný trh ma niekoľko charakteristických podmienok a skutočností:

- existencia legislatívy umožňujúcej podnikanie v energetike
- uskutočnenie privatizácie v sektore energetiky
- vytvorenie konkurenčného prostredia, podnikové stratégie sú zamerané na stratégiu odbytu
- existencia nových informačných technológií
- uplatnenie marketingu, zákaznicke modely chovania energetickej spoločnosti
- potreba prehľadnosti trhu energie, prehľadnosť toku informácii

V súčasnej dobe je rozhodujúca pre konečného zákazníka cena elektrickej energie, ktorá je vytváraná na nezávislom veľkoobchodnom trhu. Jedným z cieľov liberalizácie vertikálne integrovanej elektroenergetiky bolo zaistiť možnosť odberateľa elektrickej

energie vybrať si takého dodávateľa, ktorý ho svojou ponukou dokáže najviac osloviť. Príchodom liberalizácie bolo potrebné distribúciu a prenos elektrickej energie oddeliť od výroby a dodávky elektrickej energie, čo sa nazýva unbundling. Liberalizácia odvetvia viedla k rozšíreniu trhu s elektrickou energiou o ďalšie subjekty, ktoré si konkurujú na trhu s elektrickou energiou a zároveň nesú všetky investičné rizika. Sú zobrazené na Obr.1. [1] [2]



Obr. 1 Zjednodušený pohľad na liberalizovaný trh s elektrickou energiou

## 2. Účastníci trhu s elektrinou

V zákone o energetike č. 102/2014 Z. z. sú definovaní títo účastníci trhu s elektrinou: [1]

- výrobca elektriny,
- prevádzkovateľ prenosovej sústavy,
- prevádzkovateľ distribučnej sústavy,
- dodávateľ elektriny,
- odberateľ elektriny,
- organizátor krátkodobého trhu s elektrinou.

Za výrobcu elektriny sa považuje fyzická alebo právnická osoba, ktorá obchoduje s elektrinou na základe licencie (povolenia), kde môže prevádzkovať zariadenia na výrobu elektriny, ktoré sú buď v jeho vlastníctve, alebo mu ich jeho prevádzkovateľ zveril. Každý výrobca elektrickej energie má svoje práva a povinnosti. Medzi základné práva sa považuje možnosť pripojenia svojho zariadenia k elektrizačnej sústave, pokiaľ spĺňa podmienky pripojenia k distribučným alebo k prenosovým sústavám a má licenciu. Na druhej strane má povinnosť riadiť sa a dodržiavať pokyny technického dispečingu prevádzkovateľa prenosovej alebo distribučnej sústavy, ku ktorej je zariadenie na výrobu elektrickej energie pripojené. Ďalej má povinnosť poskytovať potrebné informácie prevádzkovateľovi prenosovej alebo distribučnej sústavy, ku ktorému je zariadenie na výrobu elektrickej energie pripojené, ktoré sú potrebné pre prevádzku a rozvoj prenosovej alebo distribučnej sústavy. [1]

Zákon o energetike uvádza, že prevádzkovateľ prenosovej sústavy je právnická osoba s povolením na prenos elektrickej energie na vymedzenom území. Prevádzkovateľom

prenosovej sústavy na Slovensku je spoločnosť Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. (SEPS). Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. ako prevádzkovateľ prenosovej sústavy v SR je držiteľom povolenia na prenos elektriny. Základnou úlohou prevádzkovateľa prenosovej sústavy je poskytovať prenosové služby užívateľom prenosovej sústavy, poskytovať systémové služby potrebné pre bezpečnú a spoľahlivú prevádzku elektrizačnej sústavy. Poslaním SEPS je spoľahlivosť prevádzky prenosovej sústavy, zabezpečovanie dispečerského riadenia sústavy, údržba, obnova a rozvoj sústavy, aby bolo zabezpečené spoľahlivé a kvalitné dodávanie elektrickej energie každému užívateľovi prenosovej sústavy a prevádzka so susednými prenosovými sústavami.

Prevádzkovateľom distribučnej sústavy je právnická osoba, ktorá má povolenie na distribúciu elektriny na časti vymedzeného územia. Distribučná sústava pozostáva z elektrických vedení 0.4 /0.23 kV, 22 kV a 110kV, ktoré sú navzájom prepojené. Výnimkou sú niektoré vedenia a zariadenia 110 kV, ktoré sú časťou prenosovej sústavy a elektroenergetických zariadení, potrebných na distribúciu elektriny na časti vymedzeného územia; súčasťou distribučnej sústavy sú aj meracie, ochranné, riadiace, zabezpečovacie, informačné a telekomunikačné zariadenia potrebné na prevádzkovanie distribučnej sústavy; súčasťou distribučnej sústavy nie je elektrické vedenie a elektroenergetické zariadenie, s ktorým sa zabezpečuje preprava elektriny z územia členského štátu na vymedzené územie alebo na časť vymedzeného územia alebo z územia tretích krajín na vymedzené územie alebo na časť vymedzeného územia.

Dodávateľom elektriny je držiteľ licencie na rozvod elektriny, ktorý dodáva elektrinu podľa uzavretej zmluvy odberateľovi elektriny. Dodávateľ je povinný pripojiť na verejný rozvod elektriny odberné zariadenie odberateľa elektriny, ak uzavrel zmluvu o dodávke elektriny, má súhlas vlastníka dotknutej nehnuteľnosti, má zriadenú elektrickú prípojku a odberné elektrické zariadenie, ktoré zodpovedá predpisom na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti technických zariadení. Dodávateľ elektriny je povinný zabezpečiť odberateľom pripojeným na verejný rozvod dodávku elektriny v dohodnutom množstve a zodpovedajúcej kvalite. Na území Slovenskej republiky v súčasnosti existuje 42 dodávateľov elektriny pre domácnosti a 104 dodávateľov pre malé podniky. Nie všetci dodávateľia sú prístupní pre všetkých odberateľov. Každý dodávateľ dodáva elektrinu na určitom území Slovenskej republiky. Existujú tradiční dodávateľia elektriny, ku ktorým patria VSE, SSE a ZSE a alternatívni dodávateľia elektriny. [3] [4].

Koncový odberateľ elektriny je fyzická alebo právnická osoba, ktorá odoberanú elektrinu iba spotrebováva. Každý odberateľ musí spĺňať technické podmienky pripojenia. Každý odberateľ elektriny má právo na výber dodávateľa elektriny. Dodávateľ elektriny nesmie požadovať od odberateľa elektriny finančnú úhradu za vykonanie zmeny. Odberateľ elektriny má právo uzatvoriť zmluvu o dodávke elektriny s dodávateľom elektriny; odmietnutie uzatvoriť zmluvu o dodávke elektriny musí dodávateľ elektriny odôvodniť [2] [3].

Organizátor krátkodobého trhu s elektrinou na Slovensku predstavuje spoločnosť OKTE, a.s., ktorá funguje od roku 2011. Je dcérskou spoločnosťou Slovenskej elektrizačnej prenosovej sústavy, a.s., ktorá je jej vlastníkom. Organizátor

krátkodobého trhu s elektrinou je regulovaný subjekt, ktorý sa riadi pravidlami regulácii podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví. Je taktiež držiteľom povolenia, ktoré jej povoľuje činnosť organizátora krátkodobého trhu s elektrinou na Slovensku.

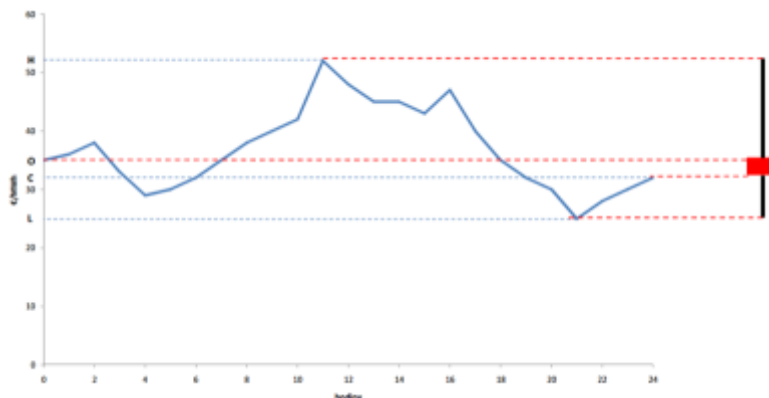
OKTE, a.s. poskytuje služby všetkým účastníkom trhu s elektrinou na základe otvorených, transparentných a nediskriminačných podmienok. Činnosť OKTE, a.s. plynie z medzinárodnej a národnej legislatívy. OKTE, a.s. vyhodnocuje a organizuje organizovaný krátkodobý cezhraničný trh s elektrinou a zaisťuje zúčtovanie odchýlok na území Slovenska, vykonáva činnosť správy a zberu nameraných dát a centrálnu fakturáciu poplatkov súvisiacich s prevádzkou elektrizačnej sústavy a oznamovanie transakcií uzatvorených na veľkoobchodnom trhu s elektrinou a plynom[2][5].

S elektrinou je možné obchodovať na komoditnej burze, na ktorej sa obchoduje s určitými komoditami. Komoditou môže byť hmotný predmet, ovládateľná prírodná sila, výrobok, nerastná surovina (vrátane drahých kovov), energia a pod. Burzový komoditný obchod súvisí s kúpou a predajom komodít a komoditných derivátov na komoditnej burze alebo aj mimo nej, ak je cena tohto obchodu zaznamenaná príslušným orgánom komoditnej burzy. V zmysle Zákona 92/2008 Z.z. o komoditnej burze je komoditná burza charakterizovaná ako právnická osoba so sídlom na území Slovenskej republiky, založená ako akciová spoločnosť, ktorá organizuje komoditné obchody a zabezpečuje s tým súvisiace činnosti na základe povolenia na vznik a činnosť komoditnej burzy. Na Slovensku je možné obchodovať s elektrinou napr. na burze PXE (POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE), ktorá bola založená v roku 2007 a umožňuje obchodovanie s elektrickou energiou s miestom dodania v Česku, na Slovensku, v Maďarsku, Poľsku a Rumunsku [6][7].

### 3. Cenotvorba

Vo všeobecnosti je možné definovať dva typy obchodníkov s komoditami na burzách. Prvými sú fundamentálni obchodníci, ktorí predpovedajú budúci vývoj danej komodity na základe fundamentálnych správ. Príkladom fundamentálnej správy môže byť správa o havárii vo Fukušime, ktorá otriasla cenou elektriny. Druhým typom obchodníkov sú technickí obchodníci, ktorí predpovedajú budúci vývoj komodity na základe technických indikátorov. Tento článok sa zameriava práve na technických obchodníkov.

Technický indikátor je možné si predstaviť ako matematický model, ktorého vyjadrenie zahŕňa v sebe historické údaje predošlých cien. Ceny a vývoj elektriny sú charakterizované grafom, ktorý môže byť čiarový, OHLC, sviečkový a podobne. Každá sviečka alebo jedna úsečka (v prípade OHLC) reprezentuje štyri hodnoty ceny elektriny - open (otváracia), high (najvyššia sa sledované obdobie), low (najnižšia za sledované obdobie), close (zatváracia) cena. Na Obr.2 je možné vidieť vysvetlenie týchto cien. Farba sviečky je buď zelená alebo červená. Zelená sviečka znamená, že cena sa uzavrela vyššie než otváracia cena. To znamená, že cena v tomto časovom úseku narástla. Červená sviečka naznačuje opak, cena v tomto časovom úseku sa uzavrela nižšie než bola otváracia cena.



Obr.2 Porovnanie grafickej závislosti dennej sviečky a dennej sviečky

Ako už bolo skôr spomenuté, technickí obchodníci využívajú pre predikciu ceny technické indikátory. Jedným z množstva technických indikátorov je obľúbený technický indikátor CCI (Commodity Channel Index). CCI meria pohyby ceny okolo jej statického priemeru. Autorom je Donald Lambert. Vzorec pre výpočet CCI je nasledovný [8]:

$$CCI(n) = \frac{cena - MA(cena)}{0,015D} \quad (1)$$

pričom:

$$cena = \frac{H+L+C}{3} \quad (2)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n cena_i - MA(cena)}{n} \quad (2)$$

kde  $n$  - Sledovaná perióda,  $MA(cena)$  - kľzavý priemer,  $D$  - odchýlka,  $H$  - High, najvyššia cena za sledovanú periódu,  $L$  - Low, najnižšia cena za sledovanú periódu,  $C$  - Close, uzatváracia cena za sledovanú periódu

$MA$  alebo kľzavý priemer sa počíta ako priemer  $n$  posledných hodnôt. Hodnota  $MA$  indikátora s periódou 14 sa vypočítava z posledných 14 dňoch vrátane aktuálneho. Vzorec pre výpočet je nasledovný[8]:

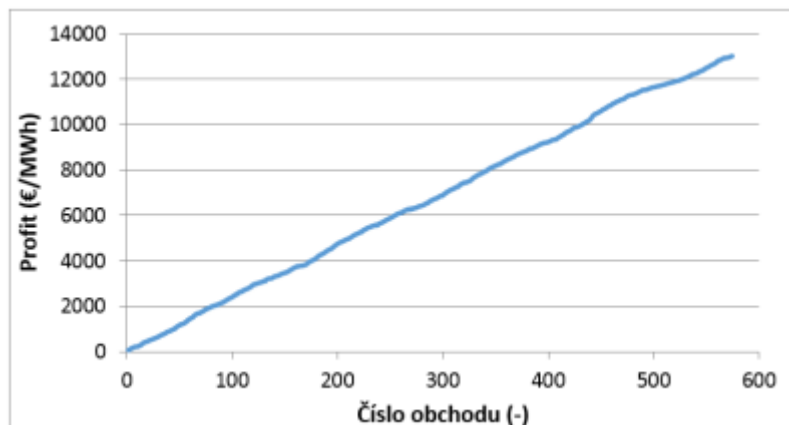
$$MA = \frac{\sum_{i=0}^n P_i}{n} \quad (4)$$

Pokiaľ sa CCI pohybuje na úrovni vysokých hodnôt ( $CCI < 100$ ), to znamená, že ceny sú neobvykle vysoko nad svojou priemernou hodnotou. Pokiaľ sa CCI pohybuje na úrovni nízkych hodnôt ( $CCI > -100$ ), potom sú ceny príliš nízko pod svojou priemernou hodnotou. Prekročenie hodnôt  $+100$  resp.  $-100$  môže značiť silný trend a to značí prekúpenosť, resp. prepredanosť.

#### 4. Predikcia ceny elektriny

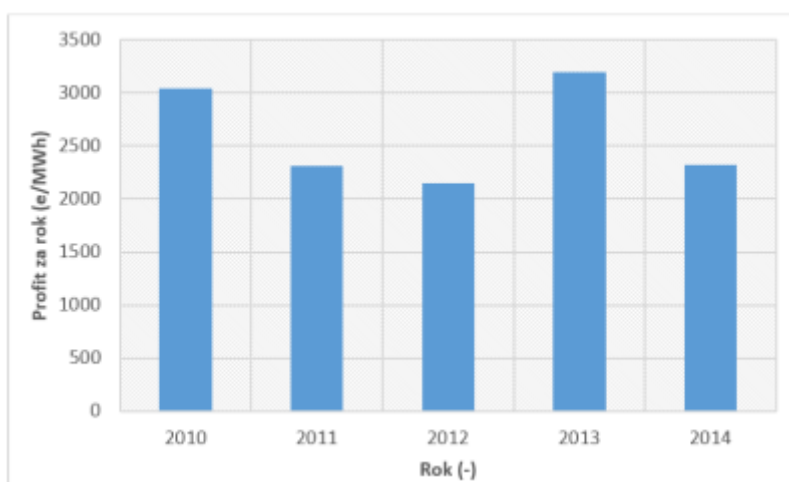
Technických indikátorov existuje nepočtené množstvo. Pre tento príspevok bol zvolený technický indikátor CCI. Stratégia CCI bola aplikovaná na dáta z burzy PXE a to v sledovanom období od roku 2010 do roku 2014. Stratégia bola aplikovaná v programe Meta Trader. Pri stratégii pomocou indikátora CCI boli zvolené signálne čiary pri

hodnotách -150 a 150. Klesnutie pod hodnotu -150 a následné stúpnutie nad túto hodnotu znamená vstup do obchodu (nákup). Stúpnutie nad hodnotu 150 a následne klesnutie znamená výstup z obchodu (predaj). Pri tejto stratégii vzniklo 575 vstupov do obchodu, z ktorých bolo 15 stratových a 560 ziskových. Zisk, resp. strata sa pohybovali v rozmedzí od -29,8 po 70,16 €/MWh. Na nasledujúcom Obr. 3 je zobrazený profit pri využití indikátora CCI(14), ktorý so zvyšovaním obchodov stúpa.



Obr.3 Krivka profitu pre indikátor CCI(14)

Na nasledujúcom Obr. 4 je zobrazený celkový profit za jednotlivé roky. Na tomto grafe je vidieť, že najväčší profit mala táto stratégia v roku 2013 a najmenší v roku 2012. Celkový profit za obdobie piatich rokov je 13025,15 €/MWh. Tento profit je prepočítaný na 1 kontrakt, čo je prípade elektriny 1MWh.



Obr.4 Celkový profit za jednotlivé roky

## 5. Záver

Elektrina ako komodita na burze prešla za posledné roky (príchodom liberalizácie) značnými zmenami. Zmenil sa celkový pohľad na elektrinu a stala sa z nej bežne obchodovaná komodita, na ktorú sa všetci účastníci pozerajú skrz jej cenu, ktorá je najdôležitejším parametrom z pohľadu obchodovania na burze. Predkladaný príspevok sa zameriava na aplikáciu technického indikátora CCI v prostredí trhu s elektrinou. Stratégia využíva technický indikátor CCI s nastavenou periódou 14. Zvolená stratégia bola aplikovaná na sledované obdobie od roku 2010 do roku 2014 na burze PXE. Z výsledkov analýzy vyplýva, že stratégia popísaná v tomto príspevku je vhodná na predikciu ceny elektriny do budúcnosti, nakoľko za sledované obdobie vykazujú zisk

približne 13025,15 €/MWh. Predpokladá sa, že ešte vyšší zisk by mohol byť dosiahnutý pridaním ďalších indikátorov, resp. vstupných podmienok do stratégie, avšak v obmedzenom počte. Viacero technických indikátorov obsiahnutých v tej istej stratégii by mohlo spôsobiť protichodné vstupné signály na obe strany.

## Referencie

1. Zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 102/2014 Z. z.
2. I. CHEMIŠINEC a kol.: Obchod s elektrinou. Praha: CONTE spol. s r.o. 2010. 202 s. ISBN 978-80-254-6695-7.
3. Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. – SEPS, a.s.: Prevádzkový poriadok prevádzkovateľa prenosovej sústavy [online]. Bratislava: SEPS, a.s., Aktualizované 2015 [2016-02-25]. Dostupné na internete:  
[http://www.sepsas.sk/seps/Dokumenty/PrevPoriadok/2015/12/PP\\_SEPS\\_as\\_0035\\_2015\\_E-PP.pdf](http://www.sepsas.sk/seps/Dokumenty/PrevPoriadok/2015/12/PP_SEPS_as_0035_2015_E-PP.pdf)
4. Úrad pre reguláciu sieťových odvetví: Zoznam dodávateľov elektriny poskytujúcich univerzálnu službu [online]. Bratislava: URSO, 2010. Aktualizované 31.01.2016 [10-0-2016]. Dostupné na internete:  
<http://www.urso.gov.sk/?q=Informa%C4%8Dn%C3%BD%20servis/Elektroenergetika/Zoznam%20DE%20poskytuj%C3%BAcich%20univerz%C3%A1lnu%20slu%C5%BEbu>
5. Organizátor krátkodobého trhu s elektrinou - OKTE, a. s.: O zúčtovateľovi odchýlok [online]. Bratislava: OKTE, a.s., 2009. Aktualizované 2010 [10-02-2016]. Dostupné na internete:  
<http://www.okte.sk/sk/o-spolocnosti/zakladne-informacie>
6. R. SIVÁK a kol.: Financie. Bratislava: Wolters Kluwer, 2015. 457 s. ISBN 987-80-81-8-232-2.
7. TotalMoney s.r.o.: Komoditná burza [online]. Poprad: TotalMoney s.r.o., [29-03-2016]. Dostupné na internete:  
<https://totalmoney.sk/slovník/K/komoditna-burza-tovarova-burza/>
8. O. HARTMAN a kol.: Začínáme na burze: Jak uspět při obchodování na finančních trzích: akcie, komodity a forex. Brno: BizBooks, 2013. 236 s. ISBN 978-80-265-0033-9.

---

Spoluautormi článku sú Peter Sučko, Ing. Martin Kanálik, PhD, Ing. Dušan Medveď, PhD, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 041 20 Košice

---