

A market coupling közgazdasági hatása

—

A cseh – magyar - szlovák árampiac összekapcsolásának vizsgálata

OTDK Dolgozat

Tartalom

Bevezetés.....	4
Néhány gondolat a villamosenergia-piacról.....	4
A villamosenergia-piac Európai Unió szabályozása	8
Regionális lépések.....	9
A rendszer magyarországi bevezetése.....	11
A market coupling modell közgazdasági háttere	12
A piac működése	12
Piac meghatározása	14
Határkeresztező kapacitás, mint korlát.....	18
A market coupling értékelése	21
A magyarországi market coupling rendszer elemzése	23
Adatbázis	23
Stilizált tények.....	25
Adatbázis statisztikai elemzése	26
Kijelölt kérdések vizsgálata	31
Ár konvergencia	32
Volatilitás	34
Árcsökkenés	35
Konklúzió	38
Adatbázis:.....	41

Ábrajegyzék

1. ábra_ Út az integrált európai villamosenergia-piachoz	8
2. ábra_ A kereskedelem alapmodellje, és ár-konvergencia	13
3. ábra_ A kereskedelem jóléti hatása	14
4. ábra_ Keresleti és kínálati hajlandóságok a magyar áramtőzsdén	16
5. ábra_ Németország villamosenergia termelő technológiáinak határkötségei	17
6. ábra_ Bal oldalt egy belső fogyasztói árampiac, jobb oldalt egy külkereskedelmi piac.....	17
7. ábra: Kereskedelem részleges árkonvergenciával	19
8. ábra: Magyar tőzsdei árak 2012. 09 és 2013. 03 között	26
9. ábra_ Szlovák tőzsdei árak 2012. 09 és 2013. 03 között	26
10. ábra_ Magyarországi tőzsdei árak változása 2012. 09 és 2013. 03 között.....	27
11. ábra_ Az MC bevezetése óta megfigyelhető magyar tőzsdei árak hisztogramja	27
12. ábra_ Az MC bevezetése óta megfigyelhető magyar tőzsdei árak Hill plot ábrája	28
13. ábra_ A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak boxplot ábrája.....	30
14. ábra_ A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak napon belüli szezonálitása.....	30
15. ábra_ A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak héten belüli szezonálitása.....	31
16. ábra_ Átlagár eltérések Szlovákia és Magyarország tőzsdéjén euróban kifejezve	32
17. ábra_ Árkonvergencia Szlovákia és Magyarország között	33
18. ábra_ A teljes adatbázison vett árak lineáris trendvonalának megtörése	36
19. ábra_ A teljes adatbázison vett árak lineáris trendvonalának megtörése a heteroszkedaszticitás kezelése esetén.....	38

Bevezetés

A villamosenergia-piac legújabb és legérdekesebb kérdései közé tartozik Európában a market coupling rendszer, vagyis a másnapi órás termékek piacának implicit aukción keresztüli összekapcsolása, illetve ennek a jóléti hatásai. Az új megközelítésű allokációs rendszer vizsgálata nagy jelentőséggel bír, ugyanis ez az a tervezett eszköz, amely megteremtheti az összeurópai integrált villamosenergia-piacot. Különösen releváns hazánk szempontjából a kérdés, mivel Magyarország az uniós irányelveknek megfelelően 2012. szeptember 12. óta a market coupling rendszer segítségével határozza meg, hogy mekkora mennyiségű áramot és milyen áron exportál, illetve importál az összekapcsolt cseh- illetve szlovák piacról. (Szolnoki, 2012)

Dolgozatunk első részében az villamosenergia-piac bemutatása után a market coupling koncepcióját ismertetjük, és hasonlítjuk össze a korábban alkalmazott aukciós mechanizmusokkal. Az energiapiac összekapcsolására vonatkozó európai uniós szabályozás ismertetése után, röviden bemutatjuk a szeptemberi magyarországi átállás körülményeit. Munkánk második részében felvázoljuk a rendszer közgazdasági háttérét, megállapításokat teszünk működtetésének következményeire, majd bemutatjuk annak előnyeit és hátrányait. A fejezet végére világosan kirajzolódik, hogy mik a bevezetéssel kapcsolatos várakozások, és az is, hogy ez milyen csatornán keresztül hat a társadalmi jólétre. Dolgozatunk harmadik részében a cseh – magyar – szlovák összekapcsolt piac eddig elérhető és releváns adatainak statisztikai, ökonometriai elemzésével teszteljük, hogy teljesül-e Magyarország esetén a működés előnyeként megfogalmazott három hipotézis. A három tesztelt állítás a következő: a három piacon az árak a bevezetést követően közelednek egymáshoz, Magyarországon csökken az árak volatilitása és csökken a tőzsdei árszint.

Néhány gondolat a villamosenergia-piacról

A market coupling rendszer működésének megértéséhez elkerülhetetlen az iparág megismerése, speciális folyamatainak és a termék különleges jellemzőinek megértése, így szükségesnek találtuk a villamosenergia ipar jellemzőinek rövid bemutatását, melyet Hunt (2002) alapján foglalunk össze.

Az elektromos áram piaca a világ összes pontján hasonlóan épül fel mind a fizikai, mind a technológiai megvalósítás szempontjából vizsgálva. Az áramellátás fizikai megvalósítása négy szakaszra bontható: előállítás, rendszerirányítás, szállítás és ellátás. Az

első szakasz a villamosenergia fizikai előállítását jelenti, ahol különböző alapanyagok és előállítási formák, technológiák segítségével ugyanazt az egy homogén terméket állítják elő a termelők. Ezt követően a magas feszültségű gerinchálózaton keresztül eljut az áram az alacsony feszültségű alhálózatokba, melyek végpontjait az egyes fogyasztók jelentik. Az értékesítés két részre bontható: nagy- illetve kiskereskedelem.

A piaci liberalizációk előtt ezeket a funkciókat jellemzően vertikálisan integrált vállalatok látták el, melyek monopol pozícióban voltak. Egy cég felelt a villamosenergia fizikai előállításától a lakossági fogyasztók kiszolgálásáig minden egyes lépésért. Ennek fő oka a drága infrastrukturális beruházás, és ennek megfelelően a magas belépési költségek voltak. A monopolhelyzet másik oka az áram természetében rejlik: az elektromos áram nem tárolható, fénysebességen történik a szállítása, egy a fizika törvényeinek megfelelően működő, törékeny, kényes egyensúlyú hálózaton keresztül. Emiatt sokáig nem volt hatékony egynél több szereplő piacra lépése.

A piac deregulációjával a folyamat egyre több pontján alakult ki több szereplős verseny (termelés és ellátás), azonban az elosztás nagy beruházás igénye miatt továbbra is természetes monopólium maradt. Szintén monopolista pozícióban van a rendszerirányító, akinek a piac összes többi szereplőjével kapcsolatban kell állnia, és biztosítania kell a feltételeket ahhoz, hogy a fogyasztók alacsony és kiszámítható áron, az extra szolgáltatásokat is elérve megbízható áramforráshoz jussanak. (Hunt 2002) Magyarországon a teljes liberalizáció 2008. január 1-jével valósult meg a keresleti oldalon (REKK 2008 in Marossy 2010). A hazai termelők és fogyasztók szabályozásán túl a rendszerirányítónak a tervezés során figyelembe kell vennie azt is, hogy a villamosenergia-hálózatok egymástól nem függetlenek, hanem összekapcsolódnak. Az ő feladatuk a tranzit tranzakciók szabályozása, vagyis azon dolgozatunk szempontjából kiemelt fontosságú ügyleteké, amikor a termelő és a fogyasztó nem egy ország villamos-energia hálózatához tartozik. (Marossy 2010) A piacok integrációja és a nemzetközi verseny megkönnyítése egy újabb lépés a hatékonyabb, és így várhatóan alacsonyabb árat eredményező időszak felé. (Hunt 2002) Azonban, ahogy arra Marossy (2010) is rávilágít, az árak csökkenését nem csak a szabályozástól, hanem a piac működési elvétől és a piac szervezésétől is függ.

A villamosenergia-piacnak három fontos szereplője van a már korábban említett rendszerirányítón túl: a termelők, a kis- és nagyfogyasztók, valamint a villamosenergia-kereskedők. A termék minden esetben egy adott időszak (számunkra a továbbiakban az egy óra lesz kiemelt jelentőségű) alatt szolgáltatott egységnyi (1MW) villamos energia.

A termék értékestése két csatornán keresztül történik: OTC piacokon (közvetlenül a kereskedő felek között) illetve szervezett piacokon. A szervezett piacoknak két eltérő formáját különbözteti meg a szakirodalom: az energiatőzsdéket, valamint az ún. pool rendszereket. (Marossy 2010) Pool-ok esetén kizárólag a termelők vesznek részt a kereskedelemben, ebben az esetben egyoldali aukcióval osztják szét a kihirdetett kapacitásokat. Ezzel szemben az energiatőzsdéken a termelőkön kívül megjelennek az elosztásra specializált vállalatok, a kereskedők, valamint a fogyasztók is, ami kétoldali aukciót idéz elő. Míg az első forma esetén kötelező a részvétel, addig a tőzsdei kereskedelem (néhány kivétellel) önkéntes alapon történik. Az energiatőzsde alapvető feladata az optimális vételi és eladási árak kialakítása, ezen keresztül pedig a piactisztító ár meghatározása. Az így kialakuló árat spot árnak is szokták nevezni. Bár dolgozatunkban a spot-piaccal foglalkozunk, fontos megemlíteni, hogy léteznek egyéb technikai piacok is, például kiegyenlítő piac. A két kereskedési forma közötti határvonal gyakran elmosódik, így sokszor nehéz eldönteni, hogy melyik kereskedési formával állunk szemben. (Weron 2006) A továbbiakban a különböző kereskedett termékeket fogjuk bemutatni, egyre közelebb kerülve a market coupling kulcseleméhez: a másnapi órás termékek spot árához.

Az energia értékesítésére vonatkozó szerződések négy dimenzió mentén csoportosíthatóak: teljesítési idő, teljesítés helye, a termék mérete/időtartalma és a termék ára. Mivel az elektromos áram nem tárolható, az ellátásbiztonság megteremtése létre hozta a hosszú- (éves és havi) illetve rövid (napi és órás) termékeket. A rövid lejáratú termékek jellemzően szabályozott keretek között kerülnek értékesítésre. A hosszú távú lekötésekkel szemben, melyek feladata az ellátásbiztonság megteremtése, és az előre látható piaci sokkok kezelése, ezek célja a nem várt ingadozások kiigazítása. (Weron 2006) Mind az aznapi, mind a másnapi piacot is gyakran emlegetik spot piacként (Marossy 2010), mi a továbbiakban a másnapi termékek piacára fogjuk ezt a kifejezést használni. Itt az egyes órákra vonatkozó árak a leszállítást megelőző napon alakultak ki, ezek egymás mellé rendezve jelentik a spot idősort. Így lényegében különböző termékek egymás utáni árát elemezzük az adatsor vizsgálatokor. Mivel az idősor stabil struktúrával jelentkezik, illetve van mögöttes árgeneráló folyamat, ezért mégis van értelme a különböző termékek ár összehasonlításának. (Marossy 2010)

A termék és a piac néhány alap jellemzőjének megismerése után áttérünk arra, hogy hogyan alakul ki hagyományosan az ár a spot piacokon. Ez elengedhetetlen annak a megértéséhez, hogy az európai piacegységesítés szellemében bevezetett és egyre népszerűbb market coupling rendszer miben új a korábbi metódushoz képest.

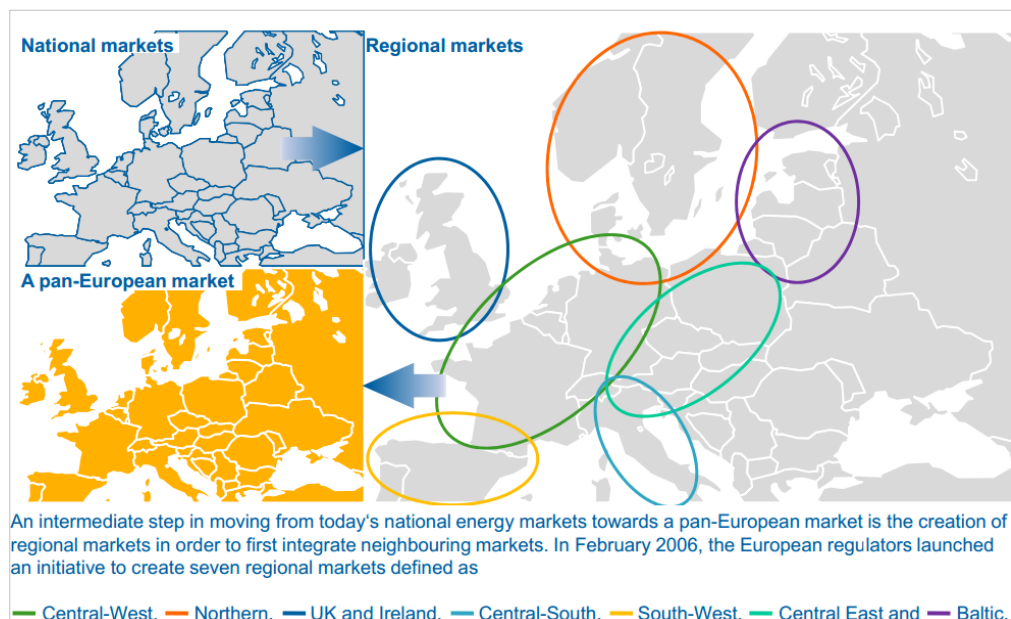
A piactisztító ár kialakítása kétoldali aukcióval történik, vagyis a keresleti és kínálati oldalon beérkező ajánlatokat aggregálva definiálódik a keresleti illetve kínálati görbe, melyek metszete megadja az egyensúlyi árat. Az energiatőzsdék általában egyenáras aukciót használnak, melynek értelmében az összes olyan vevő, aki az egyensúlyi ár felett fizetne a termékért egyensúlyi áron juthat áramhoz azoktól az eladóktól, akik ezen/ezalatt az ár alatt tettek ajánlatot a termékre. (Weron 2006) Az ár meghatározásakor gyakori alapelv, hogy a legnagyobb kereskedett mennyiség elérésére törekszik a tőzsde. Erre kizárólag abban a később tárgyalt esetben van szükség, ha a keresleti és a kínálati görbe nem egy egyensúlyi pontot, hanem egy egyensúlyi szakaszt határoz meg. (Borzen 2003 in Marossy 2010) Vannak olyan rendkívüli esetek, amikor a piaci ár végül nem egyezik meg a piactisztító árral: ez akkor történhet meg, ha az árlicitnél nem veszik figyelembe az átviteli kapacitás korlátosságát. (Marossy 2010) Ezzel elérkeztünk az energia piac egyik érdekes problémájához: ahhoz hogy a tradicionális rendszer működése során a tőzsde szereplői egy adott meghirdetett kapacitásra tesznek ajánlatot. Vagyis az átviteli kapacitás és az elektromos energia két külön piacon, egymástól függetlenül kerül értékesítésre. (NordpoolSpot 2013)

A különböző országok piacai között sokáig az előbb ismertetett gyakorlat volt az elfogadott. A kapacitást éves, havi és napi adagokban értékesítették a licitáló feleknek, míg egy másik fórumon ajánlatot tehettek az átviendő energia mennyiségére. Ez a módszer az ún. explicit aukció. A gyakorlat legnagyobb hátránya, hogy mivel a felek nincsenek tisztában a másik piacon kialakuló árral, így az információ hiányában meghozott döntés nem vezet maximális társadalmi jóléthez. (NordpoolSpot 2013) Amennyiben a kereskedelem nem egy országon belül, hanem országhatárokat átvívelően zajlott problémát jelentett, hogy a szereplők, nem tudták, hogy az energia végül melyik irányba fog áramolni, így mindkét országban kiszámolták a kapacitás várható értékét. Az információs asszimetria miatt a kapott eltérő értékek egyben jelezték is a kereskedők jövőbeli szándékait. (EMCC 2012a) A rendszer további hátránya, hogy a kapacitás- és az energia kereskedelem egymástól független kereskedése miatt szinte lehetetlen volt kihasználni az összes piaci arbitrázs lehetőséget, és ezzel maximalizálni az elérhető társadalmi jólétet. (REKK 2011) Ezt a problémát orvosolja az implicit aukciós módszer bevezetése az energiatőzsdéken. Ebben az esetben az átviteli kapacitás aukcióját összekapcsolják a termék értékesítésével. A két kereskedett termék együtt kerül értékesítésre, ezzel az elérhető legmagasabb szintre emeli a társadalmi jólétet mindkét érintett piacon. Ennek oka, hogy az átvivő közegre vonatkozó információkat azonnal integrálják az elektromos áram árának piacába. Azzal, hogy az árajánlatok implicit módon magukba foglalják mindkét termék értékét, jobb elosztást eredményez. (NordpoolSpot 2013)

A villamosenergia-piac Európai Unió szabályozása

Az villamosenergia-piac legújabb és legérdekesebb kérdései közé tartozik Európában a market coupling rendszer, vagyis a másnapi órás termékek piacának összekapcsolása, illetve az újdonságnak számító allokációs módszer jóléti hatásainak vizsgálata. Az új megközelítésű allokációs rendszer vizsgálata nagy jelentőséggel bír, ugyanis ez az a tervezett eszköz, amely végre megteremtheti az európai szintű integrált villamosenergia-piacot. Különösen releváns számunkra a kérdés, mivel Magyarország az uniós irányelveknek megfelelően 2012. szeptember 12. óta a market coupling rendszer segítségével határozza meg, hogy mekkora mennyiségű áramot és milyen áron exportál, illetve importál az összekapcsolt cseh- illetve szlovák piacról. (Szolnoki 2012)

Ahhoz hogy megértsük, miért is fontos a határkeresztező kapacitások allokációjának újraértelmezése, megvizsgáltuk az uniós előírásokat a villamosenergia-piacra vonatkozóan. A kérdéskör kiemelt jelentőségű, ugyanis a villamosenergia-piac azon kevés piacok közé tartozik Európában, amely messze elmarad a kontinens szintű szabad verseny megvalósulásától. (EMCC 2012a)



1. ábra_ Út az integrált európai villamosenergia-piachoz (forrás: EMCC 2012b)

Az európai árampiac egységesítésére vonatkozó törekvések, már a 90-es években elkezdődtek. Az ekkor elfogadott uniós direktívának megfelelően leválasztották a potenciálisan monopolista elemeket az iparág szabad versenyre épülő részeitől, ezen felül pedig minden egyes tagállamnak meg kellett terveznie a saját szervezett piacát, ahol ezt követően döntő részt folyt az áram adás-vétele. A direktíva bevezetésétől az elosztás

hatékonyabbá válását és alacsonyabb fogyasztói árak kialakulását várták, ezek azonban nem valósultak meg. A nemzetközi energiakereskedelem sokáig a hatékony energiapiac legnagyobb akadálya volt. (Weron 2006) Az integráció azonban mégis elindult, ehhez a piaci trendeket a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (2011)-es tanulmánya alapján mutatjuk be.

Jellemző, és a szabályozó hatóságok által támogatottak az alulról induló regionális kezdeményezések, melyek megpróbálják lebontani az országok között máig nehézségeket okozó átviteli akadályokat. Magyarország szempontjából a közép-nyugat- (CWE) és a közép-kelet-európai (CEE) régióknak van meghatározó szerepe. A CWE régió, mint azt a későbbiekben is látni fogjuk, komoly úttörő az integrált piaci rendszerek kidolgozása szempontjából, míg a másik egység hazánk földrajzi helyzete miatt lesz kiemelt jelentőségű. Az uniós szintű integrált árampiac megvalósításának céldátuma jelenleg 2014., így hazánknak ennek megfelelően rövid távú cselekvési terveket kell kidolgozni és megvalósítani. Ezek a projektek minden esetben arra irányulnak, hogy a kitűzött céldátumig össze tudják kapcsolni a már kialakított regionális együttműködéseket, megvalósítva a határok nélküli szabad energiakereskedelem vízióját.

Regionális lépések

A regionális szintű gondolkodás nem új keletű ötlet az energiapolitika területén. Már a 2004-es firenze-i találkozón is felmerült az alulról építkező kezdeményezések támogatása, majd ennek nyomán 2 évvel később el is indultak a Regionális Kezdeményezések. (REKK, 2011, 11. oldal) Magyarország a regionális besorolás során a kelet-közép-európai (CEE) régióba került, ahol a vezető szabályozó hatóság az osztrák szabályozó lett. A régió legnagyobb kihívása a piacintegráció eléréséhez a határkeresztező kapacitások felszámolása, az itt keletkező torlódások kezelése különböző időtávokon (hosszú távú, másnapi és napon belüli), továbbá a kereskedelmi akadályok eltüntetése volt. A számos egyéb itt nem ismertetett kihívás közül kiemelkedik a határkeresztező-kapacitások elosztásának újragondolása, amit jól mutat, hogy az elmúlt években a szabályozó hatóságok erre fordították a legnagyobb figyelmet, és ezen a területen érték el a legnagyobb fejlődést. (REKK 2011)

A határkeresztező-kapacitások elosztásának vizsgálatához első lépésben definiáljuk, hogy mi is az a határkeresztező kapacitás, illetve milyen szerepet tölt be egy ország energiagazdálkodásában. A határkeresztező-kapacitás jog célja alapvetően az ellátásbiztonság megteremtése volt. A belső keresletre épülő piacok ezen keresztül kapcsolódnak össze, és

szükség esetén innen vonhatnak be újabb forrásokat. A korlát azért is különösen fontos, mivel egyedül ez szab határt egy ország kereskedelmének. Magyarországon a villamosenergia kb. 20%-a származik olcsóbb importforrásokból. (Szolnoki 2012) Bár a kapacitáskorlát nagyságának ismerete fontos lesz az ország szempontjából, meghatározása némileg mesterséges és egyszerűsített módon történik. Ennek oka, hogy az áram a Kirchoff törvénynek megfelelően egyszerre több párhuzamos úton is halad, nem lehet biztosan megmondani, hogy két pont között hány MW/h energia áramlik. (REKK 2011) Emiatt a törvény miatt lesz elkerülhetetlen az energia és az elosztó rendszer (jelen esetben ennek egy bizonyos eleme, a határ keresztező kapacitás jog) együttes kereskedése, amely az eredeti elgondolásoknál sokkal bonyolultabbá és összetettebbé teszi az európai integrációs folyamatot. (Oggioni-Smeers 2010)

2008-ban megalakult a Központi Allokációs Iroda (CAO), mely németországi központjából 2010. óta végzi a hosszú távú és másnapi kapacitástermékek allokációját illetve a határkeresztező-kapacitások régióon belüli elosztását. Eközben, mivel az integrációhoz nem tűntek elégségesnek az alulról induló kezdeményezések, az Unió kidolgozta az ún. Árampiaci célmodellt, amely alapjait 2014-re kell lefektetniük a tagállamoknak. Ennek értelmében európai szinten meg kell valósítani az ár-összekapcsolást, folyamatosan implicit módon kell kereskedni a határkeresztező kapacitásokkal, egyetlen platformon kell kereskedni a hosszú távú átviteli jogokkal, áramlás alapú allokációs módszertant kell alkalmazni a sűrűn hurkolt hálózatok esetén, végül pedig tesztelni kell az integrációt a kiegyenlítő piacok területén. Az újítások egyik leglényegesebb eleme és egyben vizsgálódásunk fókusza a másnapi piacok határkeresztező kapacitásának újfajta allokációja. A market coupling rendszer bevezetését megelőzően az országok explicit aukció formájában licitálhattak az éves és havi elosztás után fennmaradó napi kapacitásokra. Így az jutott hozzá az adott átviteli mennyiséghez, és ezzel az országok között megjelenő arbitrázs lehetőségek kihasználásához, akinek a legtöbbet ért az adott kiírt mennyiség. (REKK 2011) Ezt a hatékonytalan rendszert váltotta fel a market coupling modellje, amelyben a másnapi energiapiacok implicit aukcióként működnek, és így kerül kiosztásra a szabályozó hatóság által meghatározott határkeresztező kapacitás mennyisége. (REKK 2011)

Az Európai Unió hosszú távon az áramlásalapú kapacitás számolásra épülő áralapú piac-összekapcsolást tűzte ki céljául. Az áramlásalapú piac-összekapcsolás esetén az eddigiekhez hasonlóan regionális szinten határozzák meg a kiosztható kapacitásokat. A legfontosabb különbség a gyakorlatban megvalósuló NTC alapú összeakcsoláshoz képest, hogy a korlát meghatározása során figyelembe veszik a kapcsolódási pontokon átfolyó

áramlás mennyiségét. Ez a becslés pontosabban közelíti a fizikai áramlások feltérképezését. A jobb közelítés elősegítené az ellátásbiztonság növekedését, azonban megvalósítása egyelőre gyakorlati akadályokba ütközik. (Selei 2012)

Az integrált piac kialakulásának előfeltétele az egységes technológiai háttér megteremtése volt. Ennek megfelelően kialakult egy olyan tőzsdék által használt közös program, amely elvégzi az allokációs folyamatot. Magát az optimalizációs folyamatot, mely során adott korlátok és a beérkezett keresleti/ kínálati függvények mellett a társadalmi jólét maximalizálása a cél, a market coupling szempontjából fejletlennek számító közép-nyugat-európai régióban egy ún. COSMOS nevű program végzi el. Ez a program képes arra, hogy megadva az ajánlati profilokat, kapacitáskorlátot és egyéb információkat kikalkulálja, hogy adott órában az ország nettó exportőr/importőr lesz és mekkora mennyiséget szeretne kereskedni. Emellett pedig biztosítja az árak koherenciáját és azt, hogy a kihasználtság soha ne haladja meg a maximumot. (COSMOS description 2011) Hazánkban a nyugat-európaival kompatibilis rendszer végzi el az optimalizációs folyamatot, amely lehetőséget nyújt egy későbbi összeolvadásra, illetve ösztönzi a többi régiós országot is a csatlakozásra. (Selei 2012) A 2014-es Uniós irányelvek teljesítése is úgy képzelhető el, hogy az eddigi kimaradó országok a már meglévő két régióhoz csatlakoznak. (REKK 2011)

A rendszer magyarországi bevezetése

2012. szeptember 12-i kereskedési nappal megindult a másnapi villamosenergia-piacok összekapcsolása a cseh-szlovák-magyar piacon. (Selei 2012, 1. oldal) Ennek előzményeként már korábban be kellett vezetni a másnapi órás mennyiségekre vonatkozó aukciót minden egyes piacon, illetve szükséges volt az energia tőzsde átfogó harmonizációja is. (REKK 2011) Bár a kezdeményezés jelentős előrelépés volt az integrált európai piac létrehozásának irányába, az értékelésekor figyelembe kell venni, hogy jelenleg a szlovák-magyar határkeresztező-kapacitásnak csupán az egy negyedét osztják ki market coupling keretében. (Selei 2012, 1. oldal) A rendszer azt a korábbi gyakorlatot váltotta fel, mely értelmében a Mavir rendelkezett a határkeresztező kapacitás joggal és értékesítette azt a piacon. A magyar rendszerirányító határozta meg, hogy mekkora volumen értékesíthető, majd first come-first serve alapon eladták a jogot az legjobb ajánlatot benyújtónak. Egy ilyen explicit aukció esetén a két ország rendszerirányítói minden körülményt figyelembe véve próbálnak becslést adni a másnapi piaci árak különbségének várható értékére, amely a későbbiekben kialakítja a tőzsdei árakat. Az allokáció ezen formája nem lehet hatékony a

társadalmi jólét szempontjából, az optimálisnál magasabb árak kialakulásához vezet, rossz ösztönzőket biztosít, valamint marad a piacon kihasználatlan arbitrázs lehetőség. (Szolnoki 2012)

A market coupling modell közgazdasági háttere

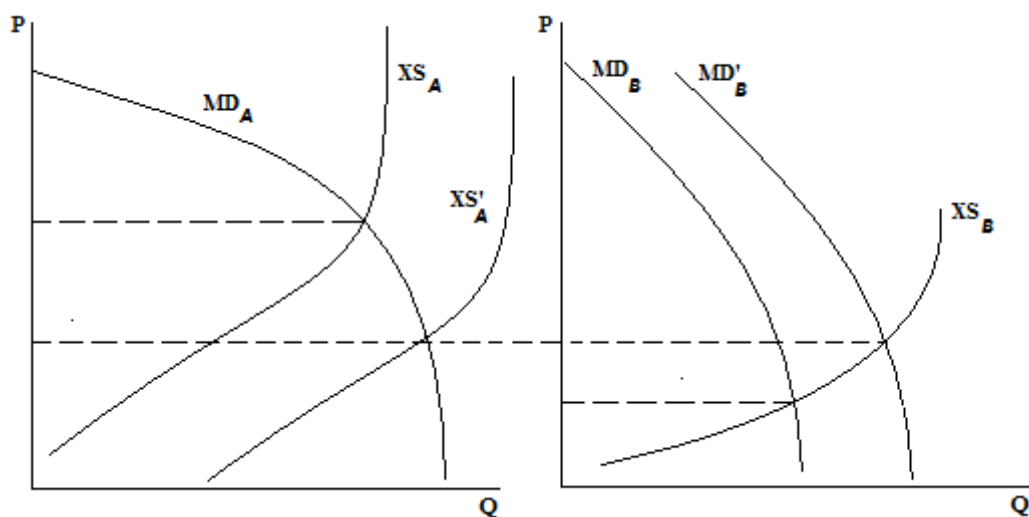
A market coupling rendszer jelentős újdonságerővel bír hazánkban, ezért egyelőre keveset tudunk jólétre gyakorolt hatásairól. Mielőtt elemeznénk, hogy a tőzsdepiacokon kialakult elvárt mennyiségi és árváltozások valójában megtörténtek-e, és ha igen milyen hatást gyakorolhatnak a társadalmi jólétre, bemutatjuk a rendszer általános közgazdasági hátterét és bevezetésének magyarországi specifikumait.

A piac működése

Ahogy előző fejezetünkben már írtunk róla, a market coupling egy olyan implicit aukciós folyamat, ahol egyszerre, kapcsolt termékként kerül értékesítésre a másnapi villamosenergia és a hozzá kapcsolódó átviteli határkeresztező kapacitásjog. (COSMOS description 2011) Ez, a piacokat összekapcsoló rendszer képes megteremteni a feltételeket ahhoz, hogy a magasabb energia árakkal rendelkező piacra hatékonyan áramoljon az energia az alacsonyabb árszínvonalú országokból. (Powernext/APX 2006).

A piac- összekapcsolásnak két típusát szokás elkülöníteni: az ár- illetve mennyiség alapú market couplingot. Mindkét verzió esetén első lépésben a résztvevő tőzsdék meghatározzák a kapacitáskorlátok figyelembe vételével a másnapi vételi és eladási ajánlatot. Mennyiség alapú összekapcsolás esetén a tőzsdék csak a másnap kereskedett mennyiséget veszik adottnak, az energiaárak egymástól függetlenül alakulnak ki az összekapcsolt országokban. (Selei 2012) Az ár alapú összekapcsolás annyiban különbözik az előzőtől, hogy itt az optimalizációhoz az ajánlati árinformációkat is tartalmazó nettó export illetve import görbéket használják fel a szereplők. Egyszerűbb piacok esetén a két módszer ugyanarra az eredményre vezet, azonban bonyolultabb, blokk ajánlatokat is tartalmazó tőzsdék esetén előfordulhat, hogy a mennyiség alapú piac összekapcsolás ellenáramlatokat idéz elő a drágább helyről az olcsóbb felé, így ez csak átmeneti lépés lehet a piaci liberalizáció során. (REKK 2011)

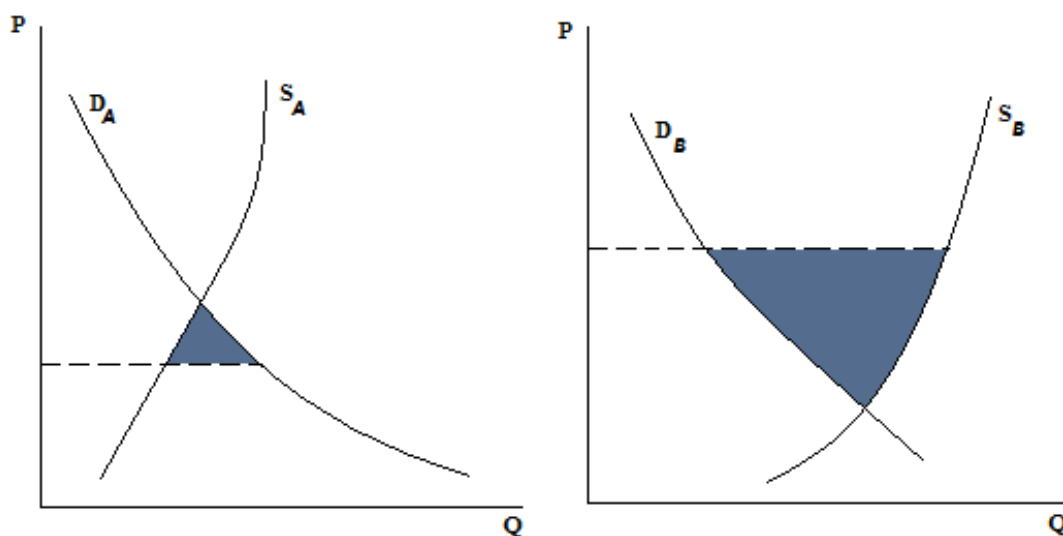
A folyamat és hatásainak pontos megértéséhez felelevenítenénk a következőekben Krugman-Obstfeld (2003) alapján a nemzetközi kereskedelem alapmodelljét. Eszerint, tökéletes verseny esetén és kereskedelmi korlátok nélkül az 2. ábrán látható állapotot eredményezi a piacok összekapcsolása. Ekkor az alacsonyabb határköltséggel rendelkező ország szektora importálni fogja termékét a magasabb határköltséggel és ebből kifolyólag magasabb kialakult árral rendelkező ország piacára.



2. ábra_A kereskedelem alapmodellje, és ár-konvergencia (forrás: Saját ábra)

Ez azt eredményezi, hogy az eredetileg drágább országban megnő a termék kínálata, ami lenyomja az árakat és egy új, magasabb fogyasztott és kereskedett mennyiség határozódik meg a piacon. Az olcsóbb országban ezzel párhuzamosan egy ellentétes irányú folyamat játszódik le; itt a keresleti függvény tolódik el a kínálati függvény mentén. Ez a folyamat egészen addig tart, amíg az árak konvergenciája egységes árak kialakulásához vezet az egymással kereskedő piacokon. Ekkor már nem éri meg többet importálnia a kezdetekkor olcsóbb szektornak, az importőr ország belső keresletét pedig a belső kínálat valamint az

import mennyisége együttesen teljes mértékben kielégíti. (2. ábra)



3. ábra_A kereskedelem jóléti hatása (forrás: Saját ábra)

A 3. ábrán az ezzel járó jóléti változást szemléltetjük. Az eredetileg magas árszinttel rendelkező országba begyűrűző import és nyomott árak a fogyasztói jólét növekedését eredményezik a termelői jólét csökkenése mellett, melynek nettósított értékét ábrázoltuk egyszerű példánkban az ábrán megjelölt háromszögben (bal oldali ábra). A másik ország nettó jóléti nyereségét a jobb oldali ábrán figyelhetjük meg. A kereskedelem általános elmélete szerint ezért, a két aktornál összesen elért társadalmi jóléti nyereségért érdemes kereskedni, hiszen minden ország jobban jár. A market coupling rendszer bevezetésével hatékonyabbá válik a kapcsolt országok közti kereskedelem, így a fent vázolt modellnek megfelelően a résztvevő országok mindegyikének nyereséget kell realizálnia. Természetesen a valóságban a példabelinél jóval komplexebb eszköztárral és feltételrendszerrel kell dolgoznunk. A következőekben azt vizsgáljuk meg, hogy a feltételrendszerünk mely pontjain kell szigorítani, hogy az általános kereskedelmi modelltől közelebb kerüljünk a valós market coupling modell működéséhez.

Piac meghatározása

Az első megfontolandó szempont a tényleges piac meghatározása. Ahogy azt az eddigiekben is hangsúlyoztuk, a vizsgált piac egy külkereskedelmi szintér, amely mindenképpen hatással lesz a belső piacokra is, de ennek pontos mértéke és csatornái már nem olyan egyértelműek. Magyarországon jelenleg kétfajta energia ellátási forma létezik: az egyetemes szolgáltatási szegmens, illetve a versenypiac. Az egyetemes szolgáltatás elsősorban lakossági és kis fogyasztók részére alkalmazandó, a nettó villamosenergia-

fogyasztás 35%-a itt megy végbe. Magyarországon a fogyasztói árakat az állam szabályozza és határozza meg az egyetemes szolgáltatás esetén, így első gondolatra ezek alakulása független a külkereskedelmi modelltől. (MEKOSZ 2013) Mi ennek ellenére azt gondoljuk, hogy az import- és exportárak változása hosszútávon hatni fog az egyetemes árszabályozóra. A market coupling miatt bekövetkező árszint csökkenés idővel csökkentheti a fogyasztói árakat is, amennyiben azok alkalmazkodnak a tőzsdei árszinthez. Ennek vizsgálatára a market coupling bevezetése óta eltelt rövid időtáv miatt még nincs lehetőségünk.

A fogyasztói árakra egy másik csatornán keresztül is hatással lesz a tőzsdei árak változása. A piacokról nem kötött árakon a nagy fogyasztók, hazánkban jellemzően a nagyvállalatok, is tudnak villamosenergiát vásárolni. Ez azt jelenti, hogy a termeléshez vagy szolgáltatáshoz közvetlenül vagy közvetve szükséges árammennyiséget ezek a szereplők importból is fedezhetik. A külkereskedelmi piac ebben az esetben közvetlenül befolyásolja a termelő által érzékelt árat, hiszen nem az egyetemes szolgáltatótól, hanem a szabad piacról szerzi be azt. Ennek kialakulására már közvetlenül hatással van az import/export mennyisége, melyek a kínálati függvényt eltolva, új egyensúlyi árat alakít ki. A vállalatok így más áron jutnak áramhoz, mint autarkia vagy akár a korábbi, explicit aukciós árképzés esetén. Ezen új árak módosítják a vállalatok költségeit, bár a hatás mértéke iparáganként és vállalatonként eltérő lesz. Magyarországon több olyan nagy termelő vállalat található például az alumíniumgyártásban, ahol az áramfelhasználás jelentős inputtényező a termelésben. Számukra a villamosenergia közvetlen költség lesz, így az áramár alakulásának jelentős szerepe lesz a vállalat költség szerkezetében. Ha egy ilyen tulajdonságokkal rendelkező vállalat a költségekből vezeti le a terméke árát, akkor az új költségek egyértelműen módosítják a fogyasztói árakat, ezáltal pedig hatással lesznek a fogyasztói jólétre is. A fogyasztói árakra gyakorolt hatás egyelőre csak elméleti konstrukció, a kérdéskör vizsgálata túlmutat jelen dolgozatunk keretén.

Az eddig bemutatottak alapján világos, hogy a rendelkezésre álló adatbázis mérete, és a belső piaci szabályozás speciális jellege miatt az új kereskedési forma vizsgálatakor kizárólag a külkereskedelmi piacon megjelent szereplők helyzetére tehetünk biztos megállapításokat. A folyamat továbbgyűrűző hatásait egyelőre nem tudjuk megbecsülni, csak sejtéseink lehetnek a hatásmechanizmusokról.

Már korábban kitértünk arra, hogy a market coupling működése esetén a piactisztító ár kialakulása kétoldali implicit aukcióval történik, vagyis a keresleti és a kínálati oldalon is a

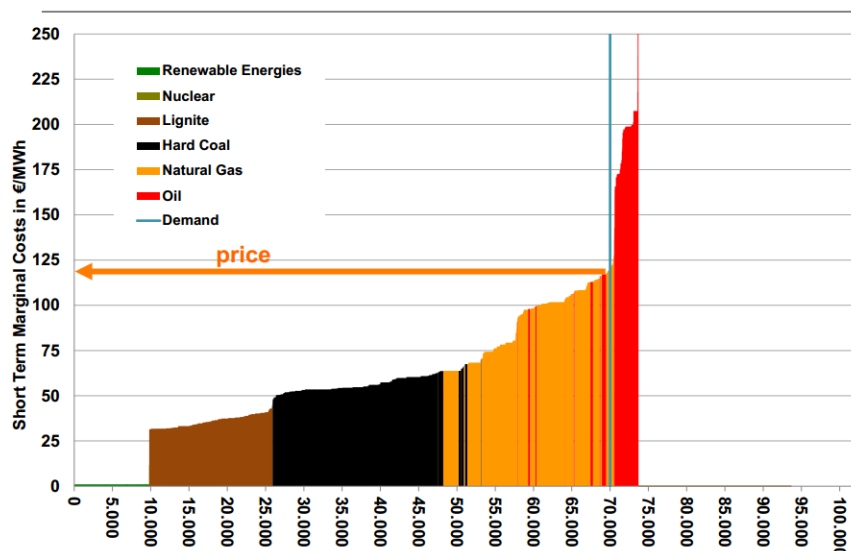
beérkező ajánlatokat aggregálva definiálódik a keresleti illetve kínálati görbe, melyek metszete megadja az egyensúlyi árat. Ezt mutatja az 4. ábra is, ahol 2013. március 24-ei piaci adatokat ábrázoltunk a folyamat szemléltetéséhez. Jól látható a vásárlók keresleti és az eladók kínálati oldali különböző hajlandósága.

Mindkét függvényen megfigyelhető az energiaszektorra jellemző lépcsőzetes alak, ami tulajdonképpen az egyes szereplők rezervációs árát jelenti. A függvény megmutatja, hogy adott p áron meghatározott számú fogyasztó és termelő hajlandó belépni a piacra. Mivel ezen az áron (vagy ennek nagyon kicsi környezetében) többen is belépnének, így gyakoriak a görbék mentén a vízszintes szakaszok vagy a kvázi vízszintes törések. A kínálati oldal mentén vett töréspontokról annyit mindenképpen meg kell említeni, hogy ezek a különböző technológiák alkalmazása mellett kapott eltérő határkölségeket, és az eltérő technológiák közötti váltást jelentik meg.



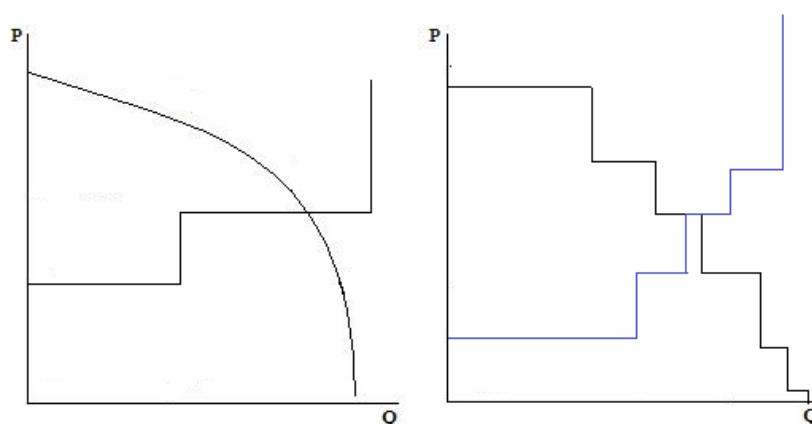
4. ábra_Keresleti és kínálati hajlandóságok a magyar áramtőzsdén 2013. 03. 24-én (Forrás: Hupx.hu, Letöltés dátuma: 2013. március 25.)

Az 5. ábránkon Németország egyes villamosenergia termelő technológiáinak határkölségeit ábrázoltuk. Valószínűleg a legkisebb határkölséget az állandó szolgáltatást biztosító gáz jelenti, míg a görbe mentén haladva fokozatosan eljutunk a magas határkölségű, jellemzően rövid időszakban használt kisebb erőművekig. (Weron 2006) Sajnos nem találtunk elérhető magyar adatokat, de a villamosenergia-piac minden országban hasonló működéséből arra következtettünk, hogy általánosan megfigyelhető és igaz az állítás, miszerint az egyes technológiákkal más árszinteken van a piaci belépési küszöb.



5. ábra_Németország villamosenergia termelő technológiáinak határköltségei (Forrás: Okoe Institut (2013))

Egy elképzelt rendszerben, ahol a fogyasztók minden egyes időpillanatban bejelenthetik a fogyasztani kívánt áram mennyiségét, továbbá ha a kereskedési mennyiség is korlátozott, akkor ezeknek a lépcsőknek nagyobb szerepe lehet. Ennek szemléltetésére az 6. ábrán bemutatjuk egy fiktív ország általunk intuíció alapján elképzelt belső és külkereskedelmi árampiacát.



6. ábra_Bal oldalt egy belső fogyasztói árampiac, jobb oldalt egy külkereskedelmi piac (Forrás: Saját ábra)

Az eddigieknek megfelelően a különböző technológiák miatt mindkét esetben lépcsőzetes alakú a kínálati függvény. Mivel a kínálat nem különbözik jelentősen a két fajta piacon, így ezt ugyanolyannak tekintettük a két esetben. A kereslet belső fogyasztási piacon véleményünk szerint (és az eddig vizsgált piac szerkezetek, valamint árak alapján) kevésbé lesz töredezett, a függvény kisimul a jelentős számú piaci szereplő miatt. Fogyasztói oldalon a belföldi energiatőzsdén relatíve kis szereplők is képviseltetik magukat, ők is tehetnek árajánlatot. A külkereskedelmi piacon ezzel szemben gyakran találkozhatunk az előzőnél lépcsőzetesebb alakokkal, mivel ott nagyságrendileg kevesebb szereplő jelenik meg a keresleti

oldalon, és az ár meghatározás is az azonnal igényekre reagáló „bemondásos” módszerhez hasonlóan történik. A belső piacon egyetemleges szolgáltatás esetén meghatározott az ár, ahogyan erre már korábban is utaltunk. Azok a termelők, akik ezalatt az ár alatti határköltséggel képesek termelni, vélhetően kilépnek a piacra. A folyamatot jelentősen komplikálja, hogy minden termelő a versenypiac mellett az egyetemes szolgáltatónak is termel. Az, hogy az egyes erőmű mennyit és mikor termel az egyetemleges szolgáltatást használó fogyasztónak, azt a szabályozó szerv, a rendszerirányító határozza meg. Az itt lejátszódó folyamatok jóval komplikáltabbak egyszerű modellünkénél. Bár a dolgozat bővítésének egyik iránya lehet a fogyasztói árak alakulásának vizsgálata, ettől itt eltekintünk, a továbbiakban kizárólag a számunkra releváns, külkereskedelmi piacra koncentrálnak. Külkereskedelem esetén a piactisztító ár a keresleti és kínálati függvények metszéspontjaként határozódik meg, így lépcsőzetes jellege miatt előfordulhat, hogy nem lesz egyértelmű piactisztító ár.

Dolgozatunk későbbi fejezeteiben részletesen is foglalkozunk a kiugró értékek kialakulásával és elemzésével. Jelen egységben röviden bemutatjuk az ezeket okozó kereslet és kínálat oldali sokkokat. Ártüskék akkor jelennek meg, amikor a csökkenő kínálat (emelkedő kereslet) következtében a kínálati görbe balra (a keresleti görbe jobbra) tolódik. A piaci ár ezek miatt megemelkedik. A kínálati görbe eltolódását jellemzően egy termelő egység leállása okozza. Hazánkban ilyen lehet például a Paksi Atomerőmű egy blokkjának leállítása. Ilyenkor a magas határköltséggel termelő üzemek is beléphetnek a piacra. Kínálati sokk esetén jelentős szerepe van annak, hogy az energia nem tárolható, a sokk hatása azonnal jelentkezik, egyből hatással lesz a villamosenergia árára. A kereslet növekedését okozhatja az ünnepekkor tapasztalt megnövekedett áramfogyasztás vagy egy sportesemény döntője. (Weron 2006)

Határkeresztező kapacitás, mint korlát

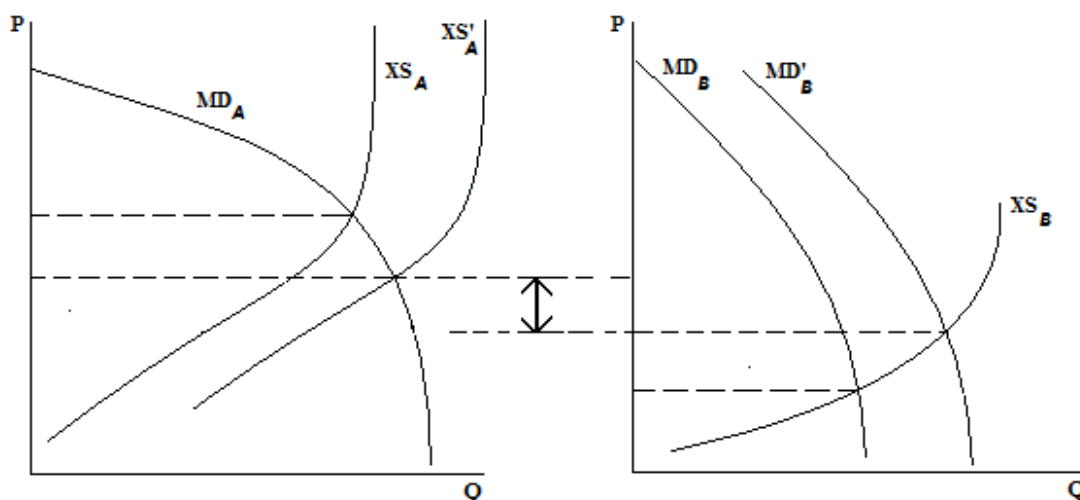
A piac pontosabb behatárolását követően szükséges megemlítenünk egy fontos kereskedelmi korlátot: a határkeresztező kapacitást. A piacok összekapcsolása esetén a két vagy több ország tőzsdéjének együttműködve kell megoldania azt a problémát, hogy hogyan maximalizálják az össztársadalmi jólétet egyetlen szűk korlátot, a határkeresztező kapacitásjogot figyelembe véve. (Oggioni-Smeers 2010) A market coupling során az érintett piacok rendszerirányítói minden nap meghatározzák a másnapi aukcióra bocsátott határkeresztező kapacitás mennyiségét. Mivel minden határra két becslés fog érkezni, az

optimalizációt végző algoritmus minden esetben az alacsonyabb értéket veszi figyelembe. (Selei 2012) Bár a rendszerirányító dönti el, hogy a teljes kapacitás mekkora részét értékesítik éves, havi és napi szinten, az empirikus tapasztalatok alapján a tárgynapi kereskedett mennyiség általában megegyezik a kapacitáskorláttal. (REKK 2011)

A kapacitáskorlátot figyelembe vevő ajánlatok párosítása során a legmagasabb vételi ajánlatot kapcsolják össze a legalacsonyabb eladási ajánlattal, attól függetlenül, hogy melyik piacról érkezett az ajánlat. Egészen addig fog folytatódni az áramlás a két ország között, amíg az egyik piacon alacsonyabb az ajánlati határköltség, mint a másik piacon a vételi, illetve amíg van további szabad kapacitás. (Belpex.be 2012)

Adott árak mellett minden egyes piac esetén meghatározhatjuk annak nettó exportját. Két piac összeolvadása esetén két kimenet következhet be: első esetben az országok nem használják ki teljesen a határkeresztező kapacitást, és így az árak kiegyenlítődnek a két piac között. (Belpex.be 2012) Ebben az esetben semmi nem áll annak az útjába, hogy kialakuljon a keresleti és a kínálati függvény által meghatározott optimális árszint, ahogy a korábban bemutatott 2. ábrán is láthatjuk.

Míg abban az esetben, amikor az országok közötti áramlás optimális szintje magasabb, mint amit a határkeresztező kapacitás megenged, nem valósul meg az árak teljes konvergenciája és az országok teljes mértékben kihasználják a rendelkezésükre álló kapacitást. (Belpex.be 2012) A két piacon közeledni fog egymáshoz az ár, de nem egyenlítődnek ki. Ezt szemléltetjük a 7. ábrán. A kialakult árszintek ebben az esetben eltérnek egymástól, a határkeresztező kapacitás jog értéke pedig megegyezik a két piacon kialakuló ár különbségével, szemben a teljes konvergencia esetével, amikor a kapacitás nem korlát a kereskedelem számára, így a kapacitásjog járadéka nulla lesz. (Belpex.be 2012)



7. ábra: Kereskedelem részleges árkonvergenciával (Forrás: Saját ábra)

Ezek ismeretében megvizsgáltuk, hogy mi az az optimalizációs probléma, amelyet a piacnak meg kell oldania. Az itt levont tanulságoknak később a magyar adatok elemzésénél, illetve a jóléti előnyök meghatározásánál lesz szerepe. Ehhez a módszertant Meeus, Vandezande, Cole, Belmans (2009)-es cikkéből vettünk át. Ahogyan azt már korábban is említettük a piac-összekapcsolás során az a cél, hogy a különböző piacok keresletét és kínálatát összekapcsolva maximalizáljuk a résztvevő országok társadalmi jólétét. Az optimalizációs probléma során a kapacitás korlátot fixnek tekinthetjük, ugyanis ezt a kiinduláskor meghatározza a kijelölt rendszerirányító/rendszerirányítók. Ugyancsak ismertek a piacon meghatározott és tőzsdékre benyújtott keresleti és kínálati ár-mennyiség kombinációk. A folyamat során azt az adott órára vonatkozó árat kell eredményként meghatározni, amelyen elfogadják a tőzsdék az egyes ajánlatokat.

Ezt formálisan a következő módon fejezhetjük ki:

$$\max_q \sum_z \left(\sum_j q_{jz} P_{jz} - \sum_i q_{iz} P_{iz} \right)$$

Vagyis az összekapcsolt országok megpróbálják maximalizálni adott piacra vonatkozóan a keresletből származó bevétel (keresleti ár x keresett mennyiség) és a kínálatból származó bevétel (kínálati ár x kínált volumen) különbségét. Ez lényegében azt jelenti, hogy megkeresik az összekapcsolt piacokon található legmagasabb keresleti árral rendelkező (vagyis a leghatékonytalanabb módon termelő) vállalatot és ezt összekössék a legalacsonyabb kínálati árat ajánló (vagyis leghatékonyabban termelő) vállalatot. Ha pedig megtalálták ezt az árpárt, akkor már csak a maximális társadalmi jóléthez szükséges kereskedett mennyiség definiálására van szükség, ami levezethető az optimalizációs feltételből. Az határkeresztező kapacitásjog allokációjánál az egyetlen korlátot az átviteli kapacitás nagysága jelenti: a kereskedett mennyiség nem lehet nagyobb a TSO által meghatározott átviteli volumennél.

$$q_{iz} \leq Q_{iz}$$

$$q_{jz} \leq Q_{jz}$$

Az árazás során kihívást jelent, hogy a tőzsdéken ún. blokk ajánlatokkal is kereskednek, melyekben adott mennyiségű kapacitás több perióduson keresztül kötnek le, így ebben az esetben az egyes időszakok optimális döntései nem lesznek függetlenek egymástól. (Belpex.be 2012)

A market coupling értékelése

A villamosenergia-piacok összekapcsolásának rengeteg előnye van a korábban alkalmazott tradicionális megoldásokhoz képest. Talán a legjelentősebb, hogy csökkenek az árak minden olyan piac estén, ahol a versenyző importot eddig szabályozásbeli hiányosságok fogták vissza. (Selei 2012) Emellett kiemelnénk azt a gyakorlati előnyét, hogy az eddigi kétlépcsős kereskedelmi folyamatot a két termék összekapcsolásával képes egy lépcsőbe tömöríteni. Ez az egyszerűsítés lehetővé teszi, hogy kisebb piaci szereplők is bekapcsolódjanak a versenybe, valamint garantálja, hogy ne legyenek ellenáramlások a rendszerben. (Belpex.be 2012) További előnye a módszernek, hogy megszünteti a párhuzamos, egymással ellentétes irányú áramlásokat adott határszakaszokon, ezzel növelve az elosztás hatékonyságát. Ezen kívül megakadályozza a stratégiai célú lekötéseket, a nagyobb volumen miatt növekszik az ellátásbiztonság, továbbá mivel az összekapcsolt piacokon eloszlik a sokkok hatása, így csökken az árak volatilitása is, ami jobb tervezhetőséget eredményez. A külföldi szereplők megjelenése csökkenti a piaci koncentrációt. (Selei 2012) Emellett a keresleti és kínálati viszonyok pontosabb felmérésével realisabb képet kaphatunk a kapacitásbővítések tényleges szükségességéről, ami egy megfontoltabb energiapolitikához vezethet. Az integrált európai árampiac eközben csökkentené a külső partnerektől való függést, és növelné a rendszer biztonságát. (EMCC 2012a)

Rengeteg előnye ellenére azonban nem szabad megfeledkeznünk a rendszer hátulütőiről sem, ugyanis a hatékonyságnövekedés ezek ismeretében nem olyan egyértelmű. A market coupling rendszer megvalósulásához szükséges, hogy a piaci szereplők folyamatosan hozzáférjenek az összekapcsolt piacok adataihoz, mely hatalmas tranzakciós költséget jelent. Ezen kívül mivel az ügyletek előző nap zárják le, még 12-36 óra van hátra a tényleges bekövetkezésig, ami alatt rengeteg előre nem látott esemény történhet, melyek eltéríthetik a várt árat. Bár csökken az árak volatilitása, továbbra is kockázatként jelenik meg a rendszerirányítók számára. Emiatt szükséges, hogy a kereskedők fedezhessék piaci pozíciójukat aznapi spot ügyletekkel. Jelenleg ezek a fedezeti ügyletek azok, amelyek kiegyenlítik a tényleges kapacitást. Azonban kritikaként merül fel, hogy ez a fedezési mód nem elég rugalmas a problémák kezelésére, és így rontja a kialakított allokáció hatékonyságát. (REKK 2011)

Az eddigiek alapján az a várakozásunk, hogy a market coupling rendszer bevezetése után csökkenni fognak az eredetileg drágább piacon az árak. Zachmann (2012)-es cikkében ezt a

feltételezést vitatja. Teszteli azt a hipotézist, hogy állandó és árrugalmatlan kereslet mellett ténylegesen csökkennek-e az árak a két piac összekapcsolását követően. Ehhez a francia-német piacon összehasonlítja a 2010-es év árait és a hozzájuk tartozó kereskedett mennyiséget azokon a napokon, amikor kiegyenlítődték az árak illetve amikor nem. Azt tapasztalja, hogy csak szélsőséges kereskedett mennyiségek esetén lesz igaz az, hogy az összekapcsolás esetén alacsonyabb árak alakulnak ki. Ehhez hasonló eredményt tapasztalt különböző piacok eltérő időszaki vizsgálata esetén, és egyedüli kivételként a Nordpoolt (skandináv országok összekapcsolása) említi, ahol látványosan csökkentek az energiaárak. Egy lehetséges magyarázat lehet az, hogy mivel az aggregált kínálati függvény nem lineáris, hanem lépcsős szerkezetű lesz, így a kereslet kis változása is nagy ugrást idézhet elő az egyensúlyi árban. Nem biztos, hogy az ár változásán keresztül fog hatni az összekapcsolás a társadalmi jólétre, de azt a cikk sem kérdőjelezi meg, hogy a volatilitás csökkenése miatt biztosan pozitív hatással lesz rá. A cikk fő tanulsága számunkra az volt, hogy a market coupling hatásainak mélyreható vizsgálatakor figyelembe kell venni a piaci szereplők erőviszonyát is.

A magyarországi market coupling rendszer elemzése

Dolgozatunk harmadik nagy egységében azt vizsgáljuk, hogy a Magyarország, Csehország és Szlovákia között 6 hónapja működő három-szereplős market coupling modell magával hozta-e az elméletileg várt előnyöket a rendszer teljes szintjén. Teszteljük továbbá, hogy Magyarország szempontjából megvalósult-e a remélt jólét növekedés. A vizsgálatot a rendelkezésünkre álló adatbázison a közgazdasági megfontolásokat alátámasztó statisztikai módszertannal, leíró és ökonometriai módszereket is felhasználva végeztük el. Kutatásunk során három különböző aspektusból vizsgáltuk a jelenséget. Az első közgazdasági kérdés, hogy ténylegesen megvalósult-e az árkonvergencia az összekapcsolt országok között. Ennek teljesülése a rendszer megfelelő működését szignálolja. A második vizsgált probléma, az árak volatilitásának csökkenése már átvezet minket a rendszer jóléti hatásának vizsgálatára. Ezt követően megnéztük, hogy a magyarországi tőzsdeárak valóban csökkenő tendenciát mutatnak-e a piacon az összekapcsolás óta eltelt fél éve alatt. Azért ezeket a jelenségeket vizsgáltuk mivel ezeken a jellemzőkön keresztül ragadható meg a market coupling társadalmi hatása.

A vizsgálat során számunkra csak a magyar-szlovák kapcsolat releváns, hiszen Csehország és Magyarország nem határosak, hozzájuk kizárólag Szlovákián keresztül kapcsolódik hazánk. A dolgozat továbbírása során jelentős hozzáadott értéket képviselhet a cseh árak vagy egy másik, a magyarországi sokkok hatásaitól független európai energiatőzsde adatsorának vizsgálata. Ez segíthet feltérképezni a közép-európai árampiaci trendeket és kiszűrni a mindhárom országban megjelenő piaci hatásokat.

Adatbázis

Adatbázisunk forrásait a magyarországi (Hungarian Power Exchange 2013) és a szlovák (OKTE 2013) áramtőzsde hivatalos honlapja jelentették. Adatbázisunk órás megfigyeléseket tartalmaz 2011. szeptember 12. és 2013. március 12. között. Ez a vizsgált másfél év 13.152 megfigyelést jelent, amely nagy mintaelemszámnak tekinthető. Elemzésünk a 2012. szeptember 12. és 2013. március 12. közötti időszakra fókuszál, vagyis a market coupling bevezetésétől a dolgozatunk megírásának időpontjáig eltelt fél éves időtartamra. Az elemzés során nem csak ezt a félévet, hanem az előtte lévő egy évet is vizsgáljuk. Ezek az adatsorok szolgáltatnak viszonyítási alapot a hatások megértéséhez és a trendek megadásához. A megjelölt adatbázisban a következő dimenziók mentén kaptunk információkat:

- Szlovák tőzsdei árak: P_{sk}
- Magyar tőzsdei árak: P_{hu}
- Cseh tőzsdei árak: P_{cz}
- Export Magyarországról Szlovákiába: EXP_{husk}
- Import Magyarországról Szlovákiába: IMP_{husk}
- Országok közötti határkeresztező kapacitások: ATC_{husk} ; ATC_{skhu}

Adatsorunk első körben tisztítást nem igényel, hiányzó értékekkel (szakadással, ami az idősoreslemzés során problémát jelentene) nem találkozunk. A szakirodalomban is megfigyelhető problémával, ami az évi két óra átállítást jelenti, nekünk is foglalkozni kell. Az őszi óraátállítás generált plusz egy megfigyelést az időintervallumban. Az október 28-i naphoz 24 megfigyelt adata helyett 25 tartozik. Mivel a plusz egy megfigyelés piaci tranzakció következménye, ennek eltüntetését nem találtuk szakmailag megérvelhetőnek, és az adatbázisban hagytuk. Az egy évvel korábbi 2011. októberi extra megfigyelést is hasonló megfontolások mentén hagytuk az idősorunkban. A 2012. március 25-i tavaszi óraátállítás következménye, hogy az adott napon egy órával kevesebbet tudunk megfigyelni. Ennek kezelésére kevés, és gyakran ellentmondásos utalás található a szakirodalomban. Marossy (2010), akinek cikkére nagyban támaszkodtunk az elemzés során, a heti árak szezonálisát felhasználva felírt egy becslőfüggvényt az adatpont (órás érték) pótlására, amely a heti átlagárakhoz képesti adott órában vett átlagos eltérés becslésén alapszik. Mi ennek a komplex módszernek a használatát nem tartottuk adekvátnak, hiszen az idősorunk így is szakadásmentes és összefüggő adatsor volt. Felhívánk a figyelmet arra, hogy a hiányzó érték problémája komoly zavart is okozhat az elemzésben. Az adatvesztés könnyen rossz irányba viheti az elemzést a napon belüli szezonális torzításával, és a késleltetések eltolásával. Amennyiben ez releváns problémává válna, mindenképpen korrigáltuk volna az idősorunkat, nehogy a megfigyeléseink elcsússzanak egymáshoz képest. Erre jelen elemzésben nem volt szükség.

Órás adatainkat, amikor azt szükségesnek tartottuk, átkonvergáltuk napi megfigyelésekbe, meghatározva a napi baseload (zsinór) árakat, valamint a hozzájuk tartozó napi aggregált transzferált mennyiséget. A baseload ár meghatározása azt jelenti, hogy vesszük a 24 óra megfigyelt árának súlyozatlan számtani átlagát. A napi átlagárak meghatározásának többféle módszertana ismert. Mindegyik célja, hogy a napon belül órás adatok körüli zajokat és a szezonális kiszűrjék. (Weron 2006) Úgy találtuk, hogy az

általunk választott átlagárszámítás a leggyakoribb eljárás a szakirodalomban, így jól alkalmazható a továbbiakban.

Dolgozatunk következő egységében a fent megjelölt, rendelkezésünkre álló adatbázist elemezzük. Az elemzés fókuszát a magyar energiatőzsde árai adják. Amennyiben relevánsnak találjuk más piacok árait is figyelembe venni, a vizsgált időintervallum hosszán változtatni, vagy éppen a megfigyelt órás árakat más időegységbe átkonvertálni, arra minden rész elején kitérünk, és megindokoljuk döntésünket.

Stilizált tények

A villamosenergia-piac adatbázisok egyik legnagyobb előnye az elemzés szempontjából, hogy a benne található megfigyelések a mennyiség-ár kombinációkra azonos időközönként érkeznek. A hagyományos tőzsdei kereskedéshez képest, ahol a kötések nem egyenlő időközönként valósulnak meg, sokkal könnyebben vizsgálhatók az adatok. Az ekvidisztans jelleg lehetővé teszi a normál statisztikai elemzések elvégzését időskála transzformálás vagy adatsor korrigálás igénye nélkül. (Marossy 2010)

A könnyű elemzési lehetőség miatt jelentős mennyiségű szakirodalom foglalkozott a villamosenergia-tőzsde piacainak áraival, így könnyen találtunk általánosan elfogadott (vagy néhány esetben vitatott) tényeket az adatsorok viselkedésével kapcsolatban.

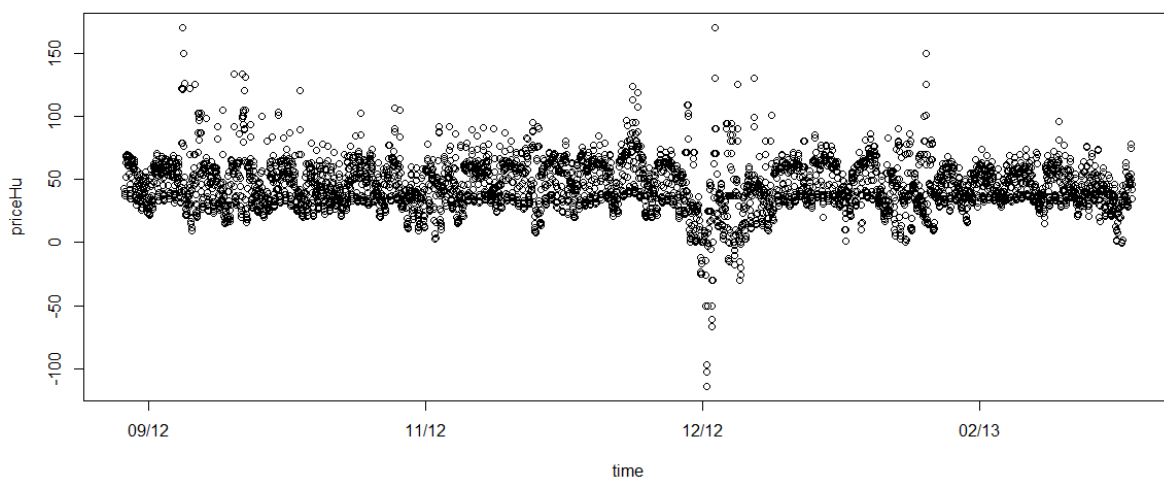
Marossy (2010) alapján a következő statisztikai vonásokat emelnénk ki a villamosenergia adatsorokban:

1. Az árak kiugró értékeket tartalmaznak
2. Az árak eloszlása vastag szélű
3. Az adatsor szezonális jellegű (napi, heti, éves szezonális is megfigyelhető)
4. Az idősor heteroszkedasztikus
5. Magas az autokorreláció az idősorban

Az árak perzisztenciáját és azt illetően, hogy található-e az idősorokban egységgyök, a szakirodalomban nincs megegyezés. A következő részben saját idősorunkon keresztül bemutatjuk, hogy milyen mértékben figyelhető meg a fent említett öt tény a magyar energiatőzsdei árakon. Ennek gyakorlati relevanciáját az adja, hogy a leíró elemzés és a modellünk következményeinek levonásánál már ezeket a tényeket is figyelembe tudjuk venni.

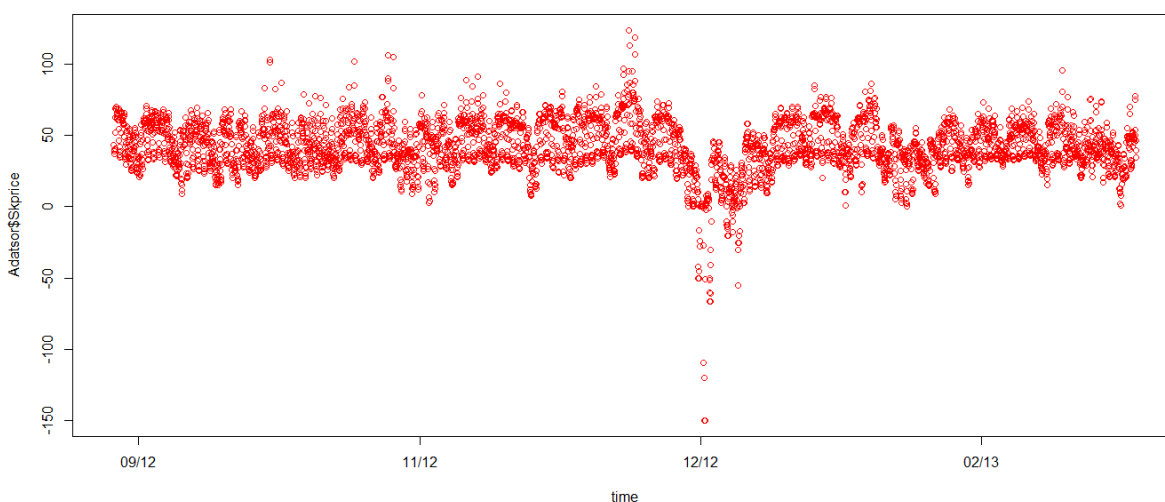
Adatbázis statisztikai elemzése

Az 8. ábrán a magyar áramtőzsde 2012. szeptember és 2013. március közötti árait ábrázoltuk. Ezt tanulmányozva az elsőre szembetűnő dolog a kiugró értékek létezése. Elemzés megerősítése nélkül úgy tűnik, hogy az árak egy átlagos érték körül ingadoznak, ehhez húznak vissza. Weron (2006) szerint ez az antiperzisztens jelleg alapvetően jellemző a villamosenergia-piacokra.



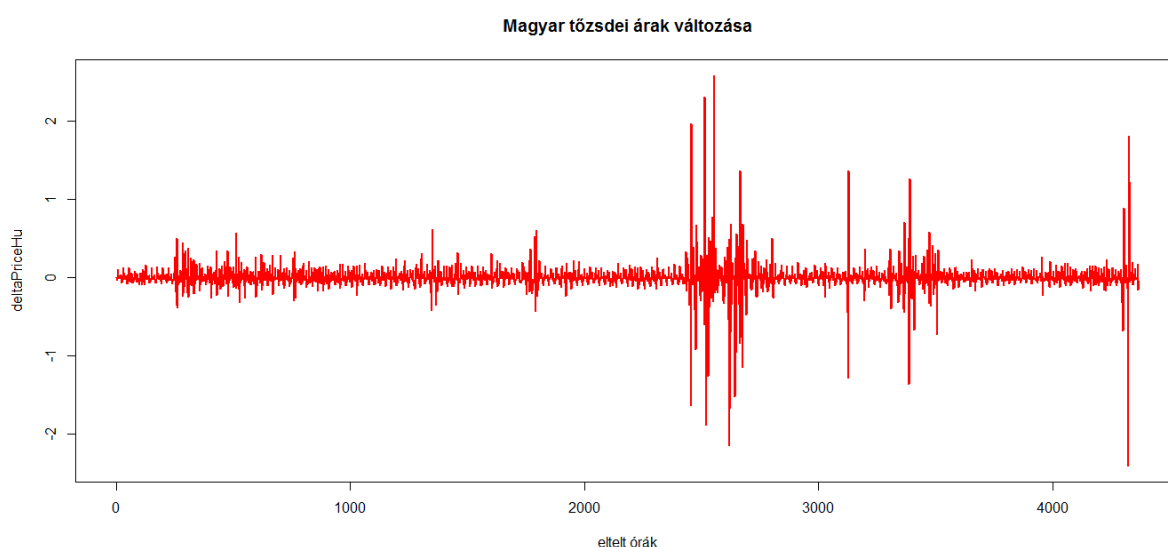
8. ábra: Magyar tőzsdei árak 2012. 09 és 2013. 03 között (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra)
[A vízszintes tengelyen a dátumot, a függőleges tengelyen az árakat láthatjuk]

A 9. ábránk alapján látható, hogy a szlovák árak is hasonló magatartást tanúsítanak. Elemzésünk részletes bemutatását megelőzve, jelen ábrák alapján úgy tűnik, hogy a szlovák árak mozgása és a kiugró árak megléte hasonlít a magyar piacon tapasztaltakhoz. Valószínűsíthető az együttmozgás a két piac között a market coupling működésének időszakában.



9. ábra_Szlovák tőzsdei árak 2012. 09 és 2013. 03 között (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra)
[A vízszintes tengelyen a dátumot, a függőleges tengelyen az árakat láthatjuk]

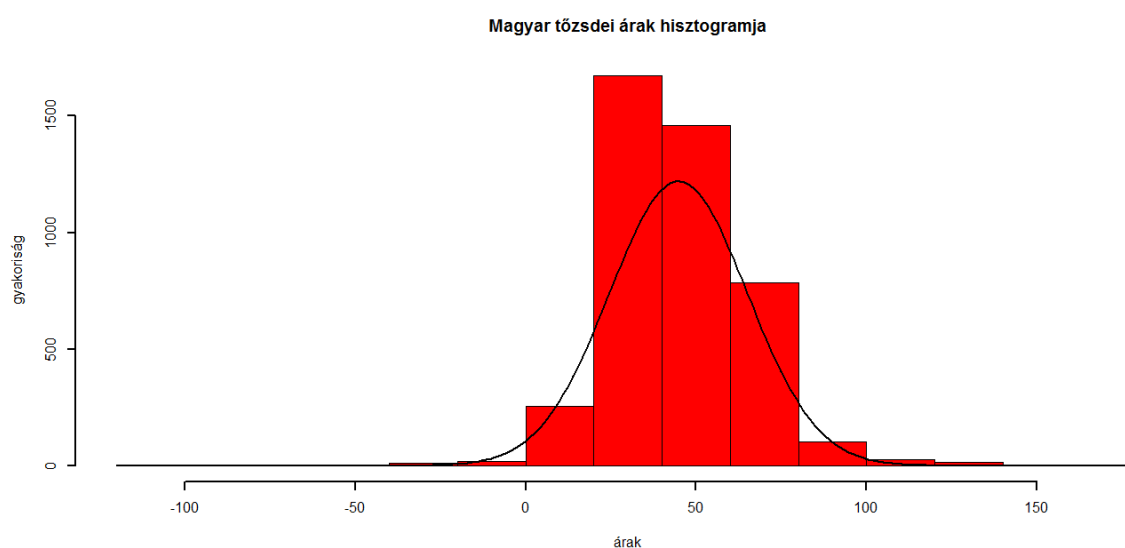
Idősoroknál gyakori az abszolút értékek mellett a differenciált értékek viselkedésének vizsgálata is. Ezek használata különösen tőzsdei termékek elemzése esetén fontos, ahol a különbségeknek van értelmezhető, közgazdasági tartalma (hozam). Esetünkben az árak különbsége két elkülönült piaci tranzakció egyensúlyi árának különbségét jelenti, jelentős következtetéseket ebből közgazdasági tartalom híján nem tudunk levonni.



10. ábra_Magyarországi tőzsdei árak változása 2012. 09 és 2013. 03 között (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra)
[A vízszintes tengelyen a dátumot, a függőleges tengelyen az árakat láthatjuk]

Eloszlás

A következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen eloszlást követ a magyar áramtőzsde áraiból alkotott adathalmaz.



11. ábra_Az MC bevezetése óta megfigyelhető magyar tőzsdei árak hisztogramja (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra))
[A vízszintes tengelyen az árakat, a függőleges tengelyen a gyakoriságot láthatjuk]

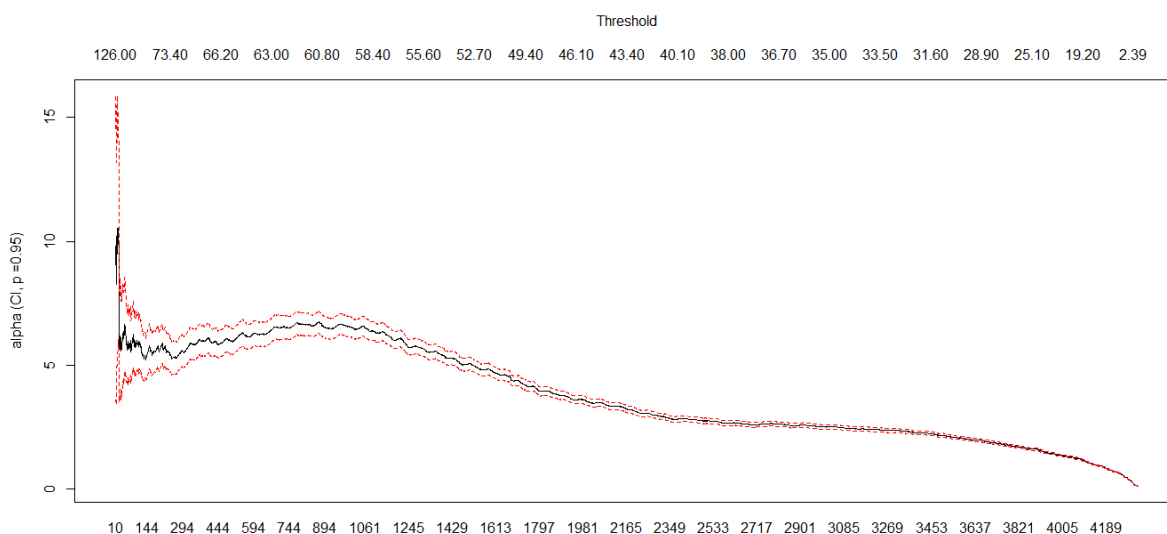
Az 11. ábrán az árakhoz tartozó hisztogramot láthatjuk, és egy normális eloszlás görbét. Csupán az ábra alapján is megállapítható, hogy a vizsgált mutató nem követ normális eloszlást. Az eloszlás balra ferde és csúcsosabb, mint a normális eloszlás.

Ennek igazolására lefuttattunk egy Jarque-Bera normalitást ellenőrző tesztet. Eredményül azt kaptuk, hogy teljes bizonyossággal elvethető a nullhipotézis, miszerint a vizsgált változó normális eloszlású. A teszt értékeit a következő táblázat foglalja össze:

Jarque-Bera Normality Test	
data: Adatsor\$priceHu	
JB = 5024.443, p-value < 2.2e-16	
alternative hypothesis: greater	

1. táblázat_Az MC bevezetése óta megfigyelhető magyar tőzsdei árak normalitásának tesztje
(Forrás: OKTE (2013), Saját számítások)

A releváns szakirodalomban több típusú eloszlás feltételezésével és vizsgálatával is találkoztunk. A árak hisztogramja alapján, a hozamok általános jellemzői és az ismertett stilizált tények ismeretében az a sejtésünk, hogy az eloszlás vastag szélű. Az eloszlás akkor vastag szélű, ha a normális eloszláshoz képest a széleken (a legalacsonyabb és a legmagasabb árak környezetében) számos érték csoportosul. Ezt a feltételezést tesztekkel is ellenőriztük. Az úgynevezett Hill modell a vastag szélek elemzésére kitűnően alkalmazható. A módszer segítségével tesztelni tudjuk, hogy az eloszlás függvény a szélső értékekhez közeledve hatványszerűen esik. (Weron 2006)



12. ábra_Az MC bevezetése óta megfigyelhető magyar tőzsdei árak Hill plot ábrája (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra))
[A vízszintes tengelyen az árakat, a függőleges tengelyen a becsült kitevőt láthatjuk]

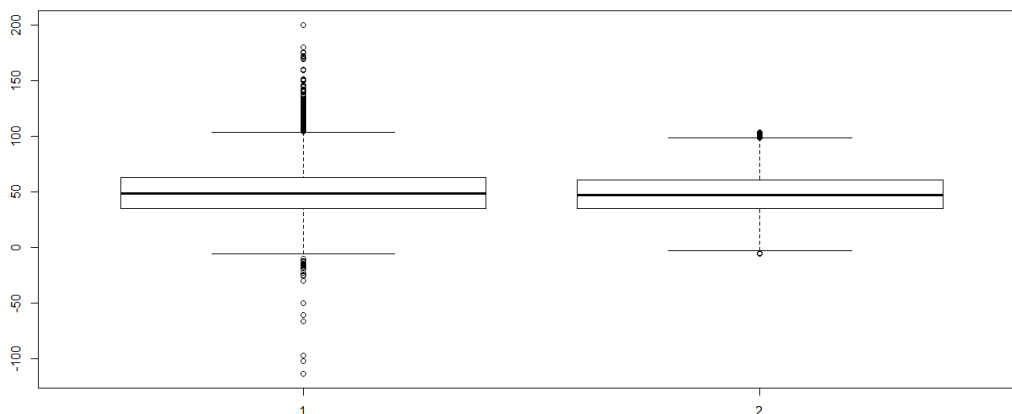
A modell eredményét az 12. ábrán ábrázoltuk. Normális eloszlás esetén az eredmény egy exponenciálisan csökkenő függvény képe lenne. Ehhez képest azt látjuk, hogy a függvényünk púpos lesz a 3. kvartilisnél (a csúcsosság miatt), a szélső értékeken pedig gyorsabban csökken, mint az exponenciális függvény. Ezek alapján biztosak lehetünk a vastag szélű tulajdonság létezésében.

A vastag szélek a kiugró értékek jelenlétét szignálazzák, amelyek a modellépítés során korlátot jelentenek. Dolgozatunknak nem célja előrejelző modellt építeni, ezért a mi lehetőségeinket a vastag szélű eloszlás létezésének tényekevessé korlátozza. Az jelenséget magyarázó kiugró értékek eltávolítása azonban az elemzés érdekében elkerülhetetlen. Az outlierok kiszűrése javítja a pontosságot, és kis mértékben a vastag szélű eloszlás problémáját is kezeli.

Kiugró értékek elemzése

A kiugró értékek azonosítására különböző módszereket sorakoztat fel a szakirodalom, melyek között nem egyértelmű a választás. A vizsgálat első lépésben mindenképpen meg kellett határoznunk az adatsor szórását. Mivel órák megfigyelésekkel dolgoztunk, ezért választhattunk a napi, heti vagy havi szórásmutató használata közül. Ezek relevanciájáról és gazdasági tartalmáról a Volatilitás vizsgálata című alfejezetben részletesen értekezünk. A kiugró értékek kezelése során mi a teljes idősorra vett átlagárhoz viszonyítottunk és a teljes idősorra vett volatilitást határoztuk meg. Amennyiben napon vagy héten belüli átlagot használunk, az ehhez viszonyított outlier értékek kidobásával elvesz az adatsor referenciaszintnek választott százaléka. Ez az eljárás nem az outlierok kiszűrését, hanem egy nyesett adatbázist eredményez.

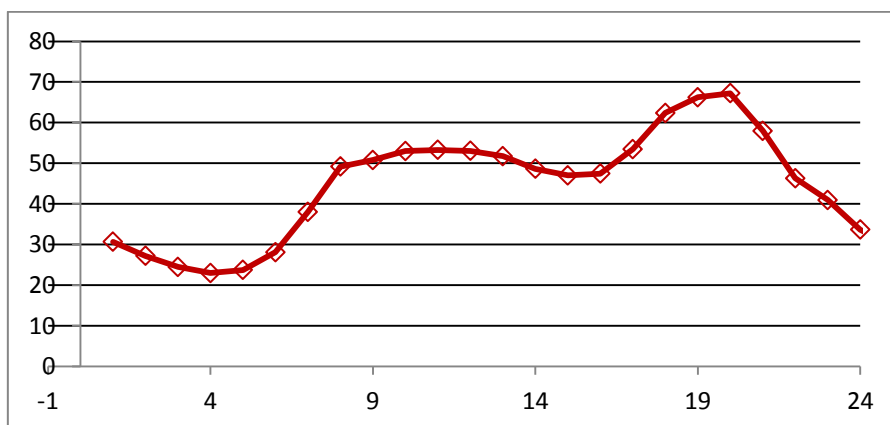
Végül a következő módszert alkalmaztuk: meghatároztuk az egész idősorra az alsó és felső kvartiliseket, majd ezektől másfél szórásnyi intervallumon belül a szélső értékek irányában töröltük a kiugró értékeket. Az adatsor módosításának eredményét az 13. ábra szemlélteti:



13. ábra_A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak boxplot ábrája. Bal oldalt (1) outlierekkel vett, Bal oldalt (2) outlierek nélküli értékek, (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra))
[A függőleges tengelyen az árakat láthatjuk]

Szezonális bemutatása

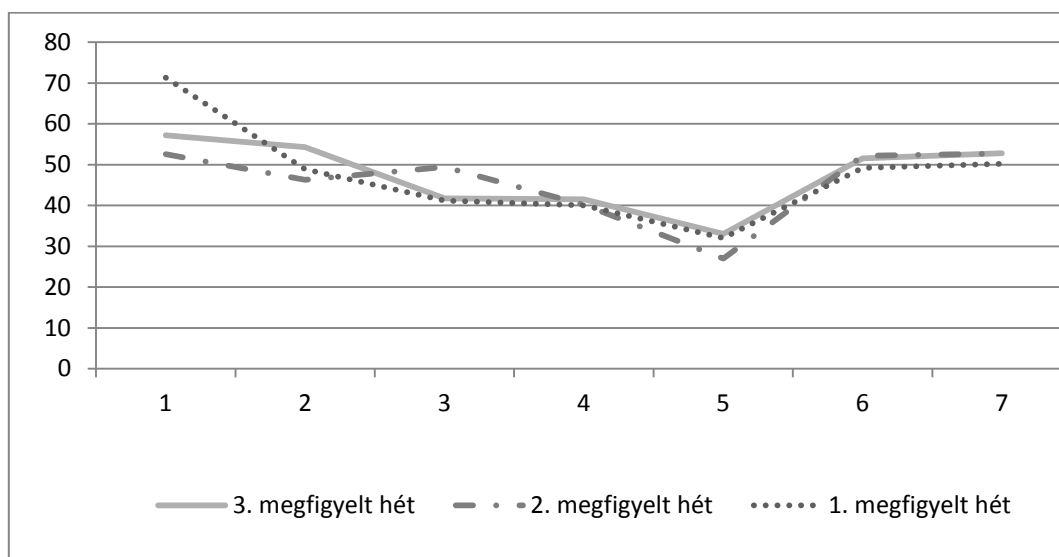
Az idősor egyik legfontosabb jellemzője a több idődimenzió is értelmezett szezonális. Energiaárak esetén szokásos napi, heti és éves szezonalitást is megkülönböztetni. Az 14. ábrán a napi szezonalitást szemléltejük.



14. ábra_A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak napon belüli szezonálitása (Forrás: OKTE(2013), Saját ábra)
[A függőleges tengelyen az átlagárakat, a vízszintes tengelyen az órákat láthatjuk]

A grafikon az idősor azonos óráinak átlagárát mutatja, ezzel jól közelítve az egy tetszőleges napon belüli energiaár alakulást. Az ábra alapján az energiaárak a reggeli órákban, valamint este 8 óra körül a legmagasabbak. Ez könnyen megérthető intuíció segítségével: ébredést követően megnő a kis- és nagyfogyasztók áramfogyasztása, amely a passzív éjszaka után törést eredményez. Az esti növekedés a lakossági fogyasztók emelkedő keresletének köszönhető.

A napi szezonalitást követően a héten belül szezonalitást is megvizsgáltuk. Ehhez a másfél éves idősorunkból véletlenszerűen kiválasztottunk három hetet, majd ábrázoltuk az itt kialakult baseload árakat.



15. ábra_A teljes adatbázisunkon megfigyelhető magyar tőzsdei árak héten belüli szezonalitása
(Forrás: OKTE(2013), Saját ábra)
[A függőleges tengelyen az átlagárakat, a vízszintes tengelyen a napokat láthatjuk]

Egyértelműen kirajzolódik, hogy a hét elején a legmagasabb az ár, vélhetően a fentiekhez hasonló keresleti nyomás és a hétvége után újra meginduló kereskedelem hatására. Pénteken látványosan visszaesnek az árak, a hétvégére pedig egy stabil, a három példa alapján közel állandó értéken stabilizálódnak.

A különböző idődimenziókban tapasztalt szezonalitás jelentősen módosítja az árakat. Ezért idősorvizsgálásnál, és a kapott eredmények értelmezésénél mindig figyelembe kell venni a szezonalitás jelenségét.

Kijelölt kérdések vizsgálata

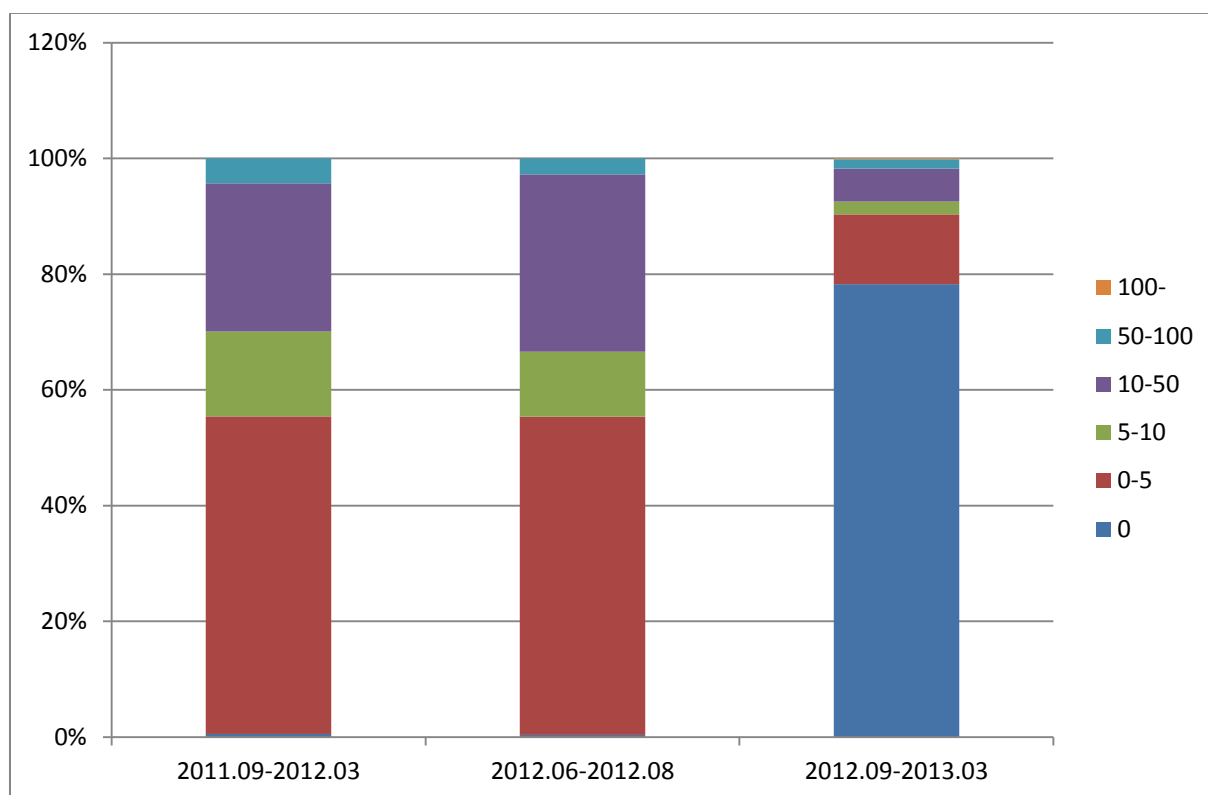
A stilizált tények vizsgálata az energiaárak számos olyan tulajdonságára mutatott rá, melyeket az adtaelemzés során figyelembe fogunk venni. A továbbiakban igazoljuk dolgozatunk hipotézisét, miszerint a coupling rendszer bevezetése társadalmi jólétnövekedést jelentett hazánkban.

A modell elméleti bevezetéséből kiderült, hogy a market coupling effektív működése az összekapcsolt piacok árának közeledését hozza magával. Emiatt a jóléti hatás ellenőrzése előtt szükségesnek találtuk az árak konvergenciájának tesztelését. Dolgozatunkban a jóléti hatás értékét nem monetarizáljuk, csak megvizsgáljuk azt a két tényezőt, amelyeken keresztül az új

mechanizmus hatással lesz a fogyasztói jólétre. A Market coupling értékelése című alfejezet alapján elégségesnek gondoljuk a volatilitás ugrásszerű, és az árak folyamatos csökkenésének igazolását. A statisztikai és ökonometria vizsgálatokat az R program segítségével végeztük el.

Ár konvergencia

A modell működésének következménye és néhány piaci szereplő számára az összekapcsolás legnagyobb előnye az árak konvergenciája a két piac között.

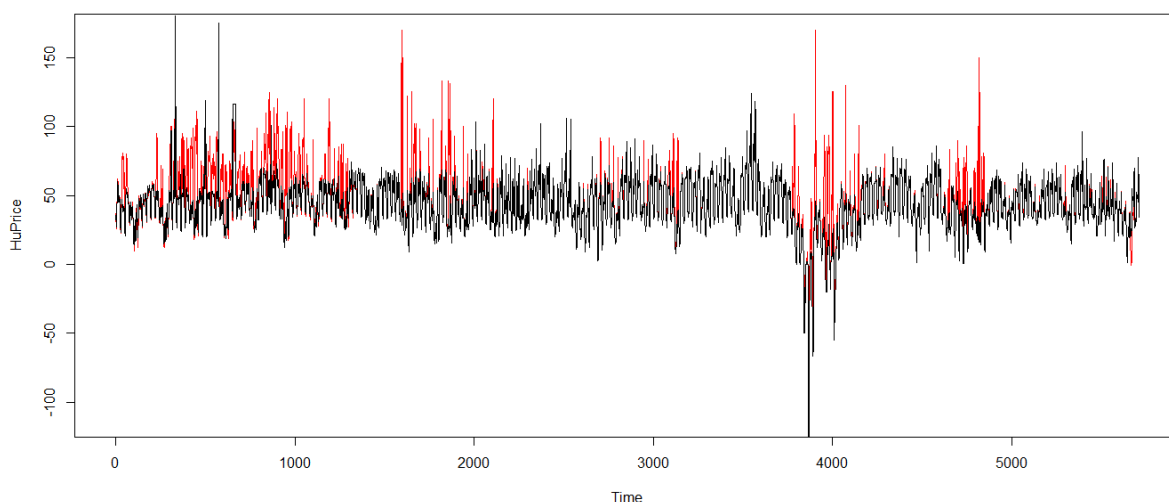


16. ábra_Átlagár eltérések Szlovákia és Magyarország tőzsdéjén euróban kifejezve (Forrás: Hungarian Power Exchange (2012); OKTE (2012), Saját ábra)
 [Az egyes értékek Euroban vannak megadva. A függőleges tengelyen láthatjuk az eloszlásokat]

Ha megfigyeljük a 16. diagramot, azon az alapelméletből levezethető várt hatást láthatjuk. Ezen a diagramon a teljes adatbázist három releváns időintervallumra osztjuk: a 2011. év szeptember és 2012. január közötti tőzsdei ár megfigyelésekre, mellyel párhuzamosan a harmadik oszlopban ugyanezen hónapok 2012-2013-as megfigyelései szerepelnek. Ezt azért szerepeltettük, hogy kiszűrjük az energiaárakban megfigyelhető éves szezonalitást. A kettő között a tárgyidőszakot megelőző három hónap megfigyelései állnak, az éves trend kiszűrése érdekében. Az ábra jól mutatja, hogy a szlovák és magyar tőzsdepiac

között az óras eltérések hány százaléka esett értelemszerűen 0, 0-5; 5-10...stb. euró közé. Azt tapasztaltuk, hogy az egy évvel ezelőtti őszi-téli állapot trendje jellemzően megmaradt a tárgyidőszakot megelőző nyári hónapokban. A piacok összekapcsolásával azonban az árkülönbségek több, mint 90%-a már 5 euró belül volt, amin belül közel 90%-a esetében nem volt különbség, tehát az árak megegyeztek az érintett piacokon.

Ennek idősoros változatát láthatjuk a 17. ábrán 2011 nyara és 2013 márciusa között. A rendszer bevezetésétől kezdődően, vagyis 2012 szeptemberétől jól látható a folyamatos árkonvergencia, és az, hogy az első kezdeti néhány naptól eltekintve a szlovák és magyar árak különbsége többnyire nulla volt.



17. ábra Árkonvergencia Szlovákia és Magyarország között
(Forrás: *Hungarian Power Exchange (2012), OKTE (2012), Saját ábra*)
[A függőleges tengelyen órákat, a vízszintes tengelyen az átlagárakat láthatjuk]

Az árkonvergencián túl az is jól látható az ábrán, hogy néhány esetben (a kezdeti bevezetési nehézségeket figyelmen kívül hagyva) elszakad egymástól a két tőzsde árfolyama: két említésre méltó időszak 2012 októbere, valamint 2012 decembere. A 2012. októberi sokk oka az lehetett, hogy a balkáni vezetők, mely országok jelentős kereskedelmi partnerei hazánknak, 2012. október 18-án egyeztették a régió energiapolitikai céljait.

Az itt kötött megállapodás több ponton ellentétes az Európai Unió környezetvédelmi és fenntarthatósági kritériumaival, valamint civil érdekeket is jelentősen sért. A megállapodás okozta bizonytalanság hatása a magyar energiaárakban is megjelent. (Tolbaru 2012) A karácsonyi kiugróan magas árakat az ünnepek miatt megemelkedett fogyasztás magyarázhatja. A fenti két példa is jól szemlélteti azt a várakozásunkat, hogy a külső sokkok azonnal megjelennek az árban.

Volatilitás

Ezt követően megvizsgáltuk, hogy tényleg csökken-e az óras árak volatilitása a cseh-szlovák-magyar piacokon a market coupling bevezetése után az egy évvel ezelőtti azonos időszakhoz képest. Előrevetítve eredményeinket azt tapasztaltuk, hogy a market coupling bevezetése valójában csökkentette az árak ingadozását, ezzel kiszámíthatóbbá és tervezhetőbbé téve az energiapiacot és növelve az ellátásbiztonságot. Számításainkhoz első lépésben mozgóátlagot számoltunk az óras energiaárakból. Erre azért volt szükség, hogy csökkentsük az árakban lévő véletlen tag szerepét, miközben megtartjuk az árak változásában meglévő trendhatást. (Hunyadi-Vita, 2008) Első lépésben megvizsgáltuk, hogy hány tagból érdemes kiszámítani a mozgóátlagot. Ehhez megnéztük, hogy milyen ciklikusság fedezhető fel a napi áramfogyasztásban, az óras ár adatok átlagának szezonalitása alapján, amit már az 14. ábrán bemutatunk. Az ábra alapján a napi energiafogyasztás négyóránként hat, közel azonos hosszúságú szakaszra osztható. Ennek megfelelően négy tagból számítottuk a mozgóátlagot, majd a variancia pontosabb becsléséhez az ettől számított átlagos eltérést vettük. A market coupling az eddigiek alapján azt a célt szolgálja, hogy a piaci szereplők kiigazíthassák a másnapi nem várt sokkok hatását. Ezért inadekvát lenne havi vagy heti szórás számolása, amely magába foglalná a hosszabb időtávon megjelenő piaci változásokat. Elemzésünkben emiatt napon belüli szórásokat hasonlítottunk össze. Eredményeinket az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

	P_{sk}	P_{Cz}	P_{hu}
szórás 2011	5.28	4.85	7.59
szórás 2012	4.18	3.81	6.80

2. táblázat_Az MC bevezetést követő, és egyével azelőtti azonos időszak árainak szórása a különböző piacokon
(Forrás: OKTE (2013), Saját számítások)

A tényleges szóráscsökkenést megvizsgáltuk ökonometriai eszközökkel is. Ehhez generáltunk egy olyan idősort, amely minden egyes órához a hozzá tartozó szórásnégyzetet rendelte, majd lineáris regressziót futtattunk egy, a coupling bevezetését jelölő dummy változóval. Ezzel tulajdonképpen azt vizsgáltuk, hogy a bevezetés időpontja körül látható-e olyan törés, amely után a szórások értéke különbözik a korábbi értékektől. Az eredményt itt láthatjuk:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.0558	0.0279	109.70	0.0000
afterc	-0.4291	0.0493	-8.70	0.0000

3. táblázat_A szórás csökkenésének becslése az MC bevezetése után (Forrás: OKTE (2013), Saját számítások)

Leolvashatjuk, hogy egyszerű modellünkben szignifikánsan eltolódik a szórások átlaga a coupling bevezetését követő időszak után. Fontos megjegyeznünk, hogy a töréspontot a rendszer indítása után egy héttel állítottuk be. Ennek oka – mint ahogy arra már a korábbiakban is utaltunk –, hogy az első néhány napban még ismerkedett az új módszerrel a piac, így például a konvergencia sem volt kimutatható az összekapcsolt országok között.

A fenti eredmények igazolják, hogy minden egyes kapcsolt piacon csökkent az árak ingadozása, amely market coupling esetén a társadalmi jólét növekedés egyik fontos indikátora a szakirodalom és saját álláspontunk alapján.

Árcsökkenés

A következőkben az árcsökkenés vizsgálatának egy egyszerű modelljét mutatjuk be. Sejtésünk az volt, hogy a coupling bevezetése előtt is trendszerű folyamatot követett az idősor, még ha ennek statisztikai bizonyítását nem is végeztük el. Ezért a lineáris regresszió során kontrolláltunk erre a trendre (t). A becsült egyenletben függő változóként szerepeltettük az előző lépésből ismert coupling bevezetését jelentő dummy változót (0-1). Bevezettünk továbbá egy új trend változót is (ujtrend), amely a market coupling bevezetését követő időszak trendjére kontrollált a regresszióban. Ennek az ujtrend változónak keressük a koeficiensét. Ez mutatja meg, hogy a bevezetés utáni módosult konstans értékéhez képest az időben előrehaladva hogyan változott az órás ár értéke.

A töréspontot a Volatilitás vizsgálata című fejezetben leírtakhoz hasonlóan itt is a bevezetést követő első hét végén határoztuk meg. Az első regressziónk eredményét az alábbi táblázat foglalja össze:

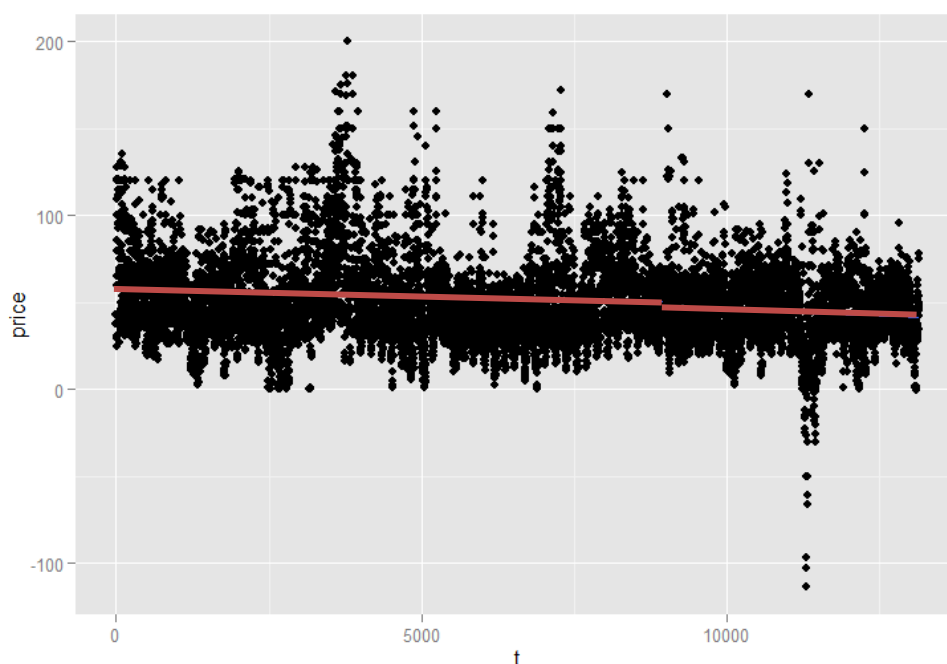
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	58.0187	0.5125	113.20	0.0000
t	-0.0008	0.0001	-8.32	0.0000
afterc	-2.8102	0.9070	-3.10	0.0019
ujtrend	-0.0007	0.0003	-2.03	0.0420

4. táblázat_Árcsökkenés hipotézisét becsülő regresszió eredményei (Adatok forrása: OKTE (2013), Saját számítások)

Szembetűnő, hogy *ceteris paribus* már a coupling előtt is jellemző volt a fokozatosan csökkenő árszínvonal az energiatőzsdén, de a bevezetést követően átlagosan szignifikánsan alacsonyabb árszintet kalkulált a modell. Ezt jelzi az *afterc* változó koefficiense, amely elfogadható sztenderd hiba mellett abszolút értékben magas negatív érték lett. Az átlagos árszint csökkenésén kívül megfigyelhető az új trend változó koefficiensének negatív értéke, ami az új, időben előrehaladva csökkenő ártrendre erősít rá.

Látható, hogy becslésünkben nem kontrolláltunk egyéb változókra, és a sokkok hatását sem kezeltük tökéletesen a modellünkben. Egyedül a piacon megfigyelhető esetleges trendeket szűrtük ki a vizsgált időszakunk kezdetétől meghatározott t trendváltozó segítségével. Az eredményünkben szerepeltetett magyarázó változók kombinációja szerintünk a korlátok ellenére alkalmas a coupling hatásának egyszerű vizsgálatához és az árcsökkenés igazolásához.

A két elkülönülő lineáris trendet a megfigyelt törésponttal ábrázoltuk a 18. ábrán, amelyet az R program lehetőségeinek hiányában kevésbé letisztult formában tudtuk elkészíteni. A lineáris trendvonalon ezek ellenére jól kivehető a töréspont, és az utána tapasztalt nagyobb meredekség.



18. ábra_A teljes adatbázison vett árak lineáris trendvonalának megtörése (Forrás: OKTE (2013), Saját ábra)
[A függőleges tengelyen órákat, a vízszintes tengelyen az átlagárakat láthatjuk]

Vizsgálatunk komoly problémája a heteroszkedaszticitás megléte. A heteroszkedaszticitás fogalma a szórások különbözőségét jelenti. Ennek kezelése elengedhetetlen, mivel a legtöbb ismert modell kizárólag a homoszkedaszticitás feltétele

mellett ad torzítatlan eredményt. A homoszkedaszticitás értelmében a különböző szórások együtt mozognak. A reziduumok homoszkedaszticitásának legismertebb tesztje a Breusch-Pagan teszt, amelynek nullhipotézise, hogy az adott regresszió hibátagjai homoszkedasztikusak. (Hunyadi 2006) Ennek eredményét alább láthatjuk, ahol kivehető, hogy sejtésünk bebizonyosodott.

studentized Breusch-Pagan test

data: regression

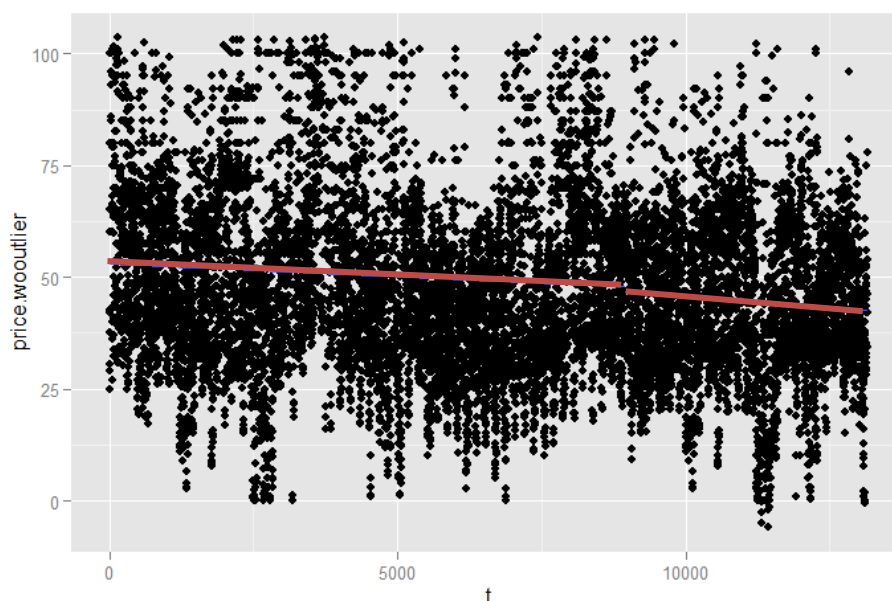
BP = 114.7123, df = 3, p-value < 2.2e-16

A heteroszkedaszticitás megszüntetésében részben segít az outlierok kiszűrése, de eredményünk pontosítás nélkül nem lesz tökéletes. A teljes kezelésben egy robusztus regresszió segíthet, melynek eredményét az alábbi táblázatban láthatjuk:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	52.9736	0.4201	126.10	0.0000
t	-0.0006	0.0001	-7.01	0.0000
afterc	-1.0067	0.7309	-1.38	0.1684
ujtrend	-0.0005	0.0003	-1.79	0.0733

6. táblázat_Arcsökkenés hipotézisét becsülő robusztus regresszió eredményei (Adatok forrása: OKTE (2013), Saját számítások)

A leglátványosabb változás az eredményben, hogy a heteroszkedaszticitás kiszűrésével a coupling bevezetése utáni trendre kontrolláló változónk relatív sztenderd hibája jelentősen megnőtt, de 10%-os konfidenciaintervallumban még így is szignifikáns eredményt kaptunk. A kapott torzítatlan modell grafikonját láthatjuk az 19. ábrán:



19. ábra_A teljes adatbázison vett árak lineáris trendvonalának megtörése a heteroszkedaszticitás kezelése esetén
(Forrás: OKTE (2013), Saját ábra)
[A függőleges tengelyen órákat, a vízszintes tengelyen az átlagárakat láthatjuk]

Konklúzió

Dolgozatunk első fejezeteiben ismertettük a villamosenergia-piac felépítéséről, az energiapiac európai uniós integrációjáról és a market couplingról szükséges információkat. Ezt követően bemutattuk az új típusú allokációs rendszer közgazdasági következményeit és feltártuk a modell fogyasztókra gyakorolt hatását. Célunk a fogyasztói jólétre gyakorolt hatás felmérése volt, melyhez statisztikai és ökonometriai módszerek segítségével megvizsgáltuk a coupling bevezetése óta eltelt időszak következményeit. Egyértelmű hatást egyelőre nem tudtunk kimutatni, de igazoltuk a közgazdasági elemzés alapján várt következményeket. A változások számszerűsítéséhez a modell pontosítására lenne szükség, de elemzésünk alátámasztja az új csökkenő trend elindulását mind az árak volatilitása, mind az árszint esetén. Ezen felül azt is beláttuk, hogy ezek a market coupling hatásának köszönhetőek.

Vizsgálódásunk legfontosabb következtetése, hogy a rendszer hazánk példája alapján jól működik, megvalósulnak a várt előnyök, mely pozitívumok a jövőben nagy bizonyossággal kiaknázhatók lesznek. Úgy gondoljuk, hogy a rendszer megfelelő működésének igazolása előrevetíti a 2014-re tervezett összeurópai csatlakozás sikeres működését. Megkockáztatjuk, hogy az európai uniós teljes összekapcsolás a hatásokat még jobban felerősíti, ezzel növelve a jólétnövekedés mértékét.

Elemzésünk során jelentős korlátokba ütköztünk, melyek korrigálása és feloldása kijelölte számunkra a tanulmány továbbfejlesztési irányát. Dolgozatunk kettős korlátját a

módszertani és az adatbázis hiányosságai adták, melyek gyakran kapcsolatban álltak egymással. A villamosenergia tőzsdei árai a megszokott tőzsdei árfolyamoktól eltérően viselkednek, így időszorelemzés során is más kezelést igényelnek. Ehhez elkerülhetetlen a kialakuló árfolyamok precíz, több faktorra kitérő ismerete. Becslésünk során a hibatagok gyűjtötték össze a kihagyott változókat. Modellünk pontossága értelemszerűen javulna, ha ezekre kontrollálnánk.

Munkánkban kitértünk a külkereskedelmi folyamat belső kereskedelembe történő becsatornázására, melyet hosszú távon mérni is szeretnénk. Felvázoltuk a lehetséges csatornákat, amelyeken keresztül a market coupling piactisztító ára hatással van a belső árakra, azonban ennek felméréséhez elkerülhetetlen egy pontosabb modell felépítése. A hatás számszerűsítéséhez másrésről hosszabb idősorra van szükségünk. Amennyiben ez rendelkezésünkre áll a jövőben igyekszünk választ kapni a fogyasztók számára is releváns kutatási kérdésre.

Hivatkozásjegyzék

- BELPEX.BE**, 2012. *About market coupling*. Letöltés helye: <http://www.belpex.be/index.php?id=4>. Letöltés ideje: 2012.12.16.22:46
- COSMOS DESCRIPTION**, 2011. *CWE Market Coupling algorithm*. Letöltés helye: http://www.apxendex.com/wp-content/uploads/2012/09/COSMOS_public_description.pdf. Letöltés ideje: 2012.12.03. 11:20
- EMCC**, 2012A. *A European Market Coupling Company GmbH hivatalos oldala*. Letöltés helye: <http://www.marketcoupling.com/market-coupling/european-market>. Letöltés ideje: 2012.12.06. 01:33
- EMCC**, 2012B. *An intermediate step in moving from today's national energy markets towards a pan-European market*. Letöltés helye: <http://www.marketcoupling.com/document/905/Pan-European%20Market.pdf>. Letöltés ideje: 2012.12.09. 9:15
- KOOP, GARY**, 2009. *Közgazdasági adatok elemzése*. Budapest: Osiris Kiadó.
- HUNT, SALLY**, 2002. *Making competition work in the electricity*. John Wiley & Sons Inc.
- HUNYADI L., VITA L.**, 2008. *Statisztika I*. Budapest: AULA Kiadó Kft.
- KRUGMAN, PAUL R., OBSTFELD, MAURICE**, 2003. *Nemzetközi gazdaságtan- Elmélet és gazdaságpolitika*. Budapest: Panem Könyvkiadó Kft.
- MAROSSY ZITA**, 2010. *A spot villamosenergi-árak elemzése statisztikai és ökonofizikai eszközökkel*. Budapesti Corvinus Egyetem- közgazdaságtani Doktori Iskola Ph.D. értekezés
- MEEUS, L., VANDEZANDE, L., COLE, S., BELMANS, R.**, 2009. *Market coupling and the importance of price coordination between power exchanges*. Energy 34(3), pp 228-234
- MEKOSZ**, 2013. *Háttéranyag a 2013. február 5-i sajközleményhez*. Letöltés helye: <http://meksz.eu/news/6>. Letöltés ideje: 2013. március 23. 23:57
- NORDPOOLSPOT**, 2013. Letöltés helye: http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/how-does-it-work_explicit-and-implicit-capacity-auction.pdf. Letöltés ideje: 2013. február 20.
- OGGIONI, G., SMEERS, Y.**, 2006. *Degree of coordination in market-coupling and counter trading*, European University Institute- Robert Schuman Centre for Advanced Studies, Loyola de Palacio Programme on Energy Policy RSCAS 2010/24. Letöltés helye: http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/13635/RSCAS_2010_24.pdf?sequence=1, Letöltés ideje: 2012.12.05. 23:21
- OKOE INSTITUT**, 2013. Letöltés helye: <http://www.oeko.de/home/dok/546.php>. Letöltés

ideje:2013. március 24.

POWERNEXT/APX, 2006. *Trilateral market coupling – Algorithm appendix*. Letöltés helye: http://www.belpex.be/uploads/media/Algorithm_Appendix_v4.6_PPO-adaptations_final.pdf. Letöltés ideje: 2012.12.05. 23:52

REKK, 2011. *Az európai árampiaci integráció célmodellje és eszközrendszere*. Letöltés helye: http://www.rekk.eu/images/stories/letoltheto/etm_final_rekk_kema_20110929.pdf. Letöltés ideje: 2012.12.06. 01:52

SELEI ADRIENN, 2012. *A cseh-szlovák-magyar piac-összekapcsolás értékelése az első két hónap eredményei alapján*. Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, belső használatra

SZOLNOKI PÁLMA, 2012. *Az árampiac szexi témái*. Hálózatos iparágak kurzus, Rajk László Szakkollégium (Szolnoki Pálma előadása, 2012. október 24.)

TOLBARU, ANA-MARIA, 2012. *MEPs question EU's energy strategy in the Balkans*. Letöltés helye: <http://www.euractiv.com/regional-policy/meps-questions-commissions-pract-news-515437>. Letöltés ideje: 2013.03.24. 15:47

WERON, RAFAEL, 2006. *Modeling and forecasting Electricity Loads and Prices- A Statistical Approach*. HSC Books, Hugo Steinhaus Center, Wroclaw University of Technology, number hsbook0601.

ZACHMANN, G., 2012. *Market coupling does not lower the price!* Letöltés helye: <http://www.bruegel.org/nc/blog/detail/article/898-market-coupling-does-not-lower-prices/>. Letöltés ideje: 2012.12.03. 17:28

Adatbázis:

Hungarian Power Exchange, 2013. *VER forgalmi adatok; Határkeresztező kapacitás*. Letöltés helye: <http://www.hupx.hu>. Letöltés ideje: 2013. 03. 13. 20:00

OKTE, 2013. *Short term market – Total DM results*. Letöltés helye: <http://www.okte.sk>. Letöltés ideje: 2013. 03. 13. 21:00

Melléklet

Az elemzés során felhasznált R program kódok gyűjteménye

```
# read.spss("coupling.sav", to.data.frame = TRUE) -> Adatsor
# colnames(Adatsor)
# str(Adatsor)
# t.test(Adatsor$priceHu)
# plot(Adatsor$priceHu,type="l")
# plot(Adatsor$priceHu, type="l", lwd=2, col="red", xlab="time", ylab="closing
values",main="TUI AG",)

# Adatsor$priceHuo <- factor(Adatsor$priceHuooo)
# as.numeric(Adatsor$priceHuo)
# Adatsor$ujpriceHu <- c(0,0,1)[Adatsor$eredetipriceHu]
# table(Adatsor$priceHu)
# quantile(Adatsor$priceHu, prob=c(0.01,0.05,0.25,0.5,0.75,0.95,0.99))
# mean(Adatsor$priceHu, trim=0.05)
# t.test(Adatsor$priceHu)
# agostino.test(Adatsor$priceHu)
# anscombe.test(Adatsor$priceHu)
# jarque.test(Adatsor$priceHu)

# plot(Adatsor$priceHu,type="l")
# plot.ts(Adatsor$Skprice, type="l", lwd=2, col="red", xlab="eltelt
órák", ylab="PriceSk",main="Szlovák tőzsdei árak",)
# plot.ts(Adatsor$deltaSKprice, type="l", lwd=2, col="red", xlab="eltelt
órák", ylab="deltaPriceSk",main="Szlovák tőzsdei árak változása",)
# plot.ts(Adatsor$deltaHuPrice, type="l", lwd=2, col="red", xlab="eltelt
órák", ylab="deltaPriceHu",main="Magyar tőzsdei árak változása",)
# plot(diff(log(Adatsor$priceHu)),type="l")
# hist(diff(Adatsor$priceHu),prob=T, col="red")

# lines(density(diff(Adatsor$priceHu)),lwd=2)

# library(ts)
# plot(Adatsor$priceHu,type="l")
# tui.3 <- filter(Adatsor$priceHu,filter=rep(1/168, 168))
# lines(tui.3,col="blue")
# plot(stl(log(Adatsor$priceHu),s.window="periodic"))

# hist(Adatsor$priceHu)
# osztkoz <- seq(min(Adatsor$priceHu), max(Adatsor$priceHu),
by=(max(Adatsor$priceHu)-min(Adatsor$priceHu))/20)
# xnorms <- seq(min(Adatsor$priceHu), max(Adatsor$priceHu),
by=(max(Adatsor$priceHu)-min(Adatsor$priceHu))/200)
# ynorms <- dnorm(xnorms,mean=mean(Adatsor$priceHu),sd=sd(Adatsor$priceHu))
# znorms <- ynorms*length(Adatsor$priceHu)*(max(Adatsor$priceHu)-min(Adatsor$priceHu))/20
# hist(Adatsor$priceHu, type="l", lwd=2, col="red", xlab="árak",
ylab="gyakoriság",main="Magyar tőzsdei árak hisztogramja",)
# lines(xnorms, znorms, lwd=2)
# hill(Adatsor$PriceHu, option = c("alpha", "xi", "quantile"), start = 15, end = NA, reverse = FALSE,
p = NA, ci = 0.95, auto.scale = TRUE, labels = TRUE, ...)

# unitrootTest(Adatsor$priceHu, lags = 24, type = c("nc", "c", "ct"), title = NULL, description =
NULL)
# unitrootTest(price, lags = -4, type = c("nc", "c", "ct"), title = NULL, description = NULL).

# require(zoo)
```

```

# set.seed(123)
# x <- zoo(price, 10, replace = T))

# y <- lag(x, -1, na.pad = TRUE)
# cbind(x, y)

x <- zoo(Adatsor$priceHu)
y <- lag(x, -1, na.pad = TRUE)
# coeftest(fit,vcov=hccm(fit))

# x<-price
# remove_outliers <- function(x, na.rm = TRUE, ...) {
#   qnt <- quantile(x, probs=c(.25, .75), na.rm = na.rm, ...)
#   H <- 1.5 * IQR(x, na.rm = na.rm)
#   price.wooutlier <- x
#   price.wooutlier [x < (qnt[1] - H)] <- NA
#   price.wooutlier [x > (qnt[2] + H)] <- NA
#   price.wooutlier
# }

# price.wooutlier <- remove_outliers(x)
# boxplot(price,price.wooutlier)

# qqplot(t, price, group = t > 8953, geom = c('point', 'smooth'),
# method = 'lm', se = F)

# qqplot(ujtrend, szorasnegyzet, group = ujtrend > 1, col="red", geom = c('point', 'smooth'),
# method = 'lm' se = F, colour = cyl)

# summary(lm(szorasnegyzet~afterc))
# summary(lm(price~t+afterc+ujtrend))
# summary(lm(price.wooutlier ~t+afterc+ujtrend))

```