

PAIZS LÁSZLÓ–MÉSZÁROS MÁTYÁS TAMÁS

Piachatalmi problémák modellezése a dereguláció utáni magyar áramtermelő piacon

Tanulmányunkban egy kvantitatív modell segítségével azt vizsgáltuk, hogy mennyire van kitéve a magyar áramtermelő piac a horizontális piachatalom-gyakorlás veszélyének. A jelentős nemzetközi távvezeték-összeköttetésekkel, de koncentrált hazai termelői kínálatall jellemezhető magyar árampiacot statikus Cournot-piacként modelleztük. A múltbeli költség- és fogyasztási adatokkal kalibrált modellel egyensúlyi szimulációkat végeztünk az egyes napszakokat jellemző keresleti szintek mellett. A modelleredmények azt mutatják, hogy az ország nemzetközi távvezeték-összeköttetései elég erősek (lesznek) ahhoz, hogy az általuk közvetített nemzetközi verseny kompetitív viselkedésre kényszerítse a hazai árampiac domináns termelővállalatait.*
Journal of Economics Literature (JEL) kód: D43, L13, L94.

Hosszú évtizedeken keresztül a villamosenergia-iparág gazdasági szervezetét világszerte a nemzeti-állami tulajdon, a termelési lánc erős vertikális és horizontális integrációja és ennek megfelelően a verseny piacok teljes hiánya jellemezte. Széles körű egyetértés volt abban, hogy a villamosenergia-szektor – hasonlóan a többi infrastrukturális iparághoz – természetes monopólium, amelynek működtetésére az állami irányítás és a hierarchikus szervezeti struktúra a legmegfelelőbb. Az 1970-es évek végétől a mai napig tartó deregulációs hullám azonban ezt a szektort sem hagyta érintetlenül. A hagyományos modell népszerűségének térvészésében az állami (vagy szabályozott magán-) monopóliumok teljesítményével kapcsolatos negatív tapasztalatok és a technológiai haladás teremtette új lehetőségek (a gazdaságos erőművi méret jelentős csökkenése, valamint az informatikai vívmányok alkalmazása révén hatékonyabbá váló rendszerirányítás) játszották a fő szerepet. Az 1980-as évek végére kiforráló új konszenzus központi gondolata az, hogy a villamosenergia-szektorban csak a hálózati szolgáltatások (az energia szállítása és a rendszerirányítás) tekinthetők természetes monopóliumoknak, viszont a termelés és az energikereskedelem piaci versenyzővé tehető.

Elsőként Anglia, Argentína és Norvégia alakította versenyzővé villamosenergia-piacait körülbelül egy évtizeddel ezelőtt. Az első „kísérleti” piacnyitások sikere láttán az 1990-es évek második felétől egyre több ország fogott hozzá a villamosenergia-szektor átstrukturálásához és deregulációjához. Az Európa Unió tagállamaiban, illetve a csatla-

* A cikk alapjául szolgáló kutatás a Magyar Energia Hivatal támogatásával készült 2001-ben és 2002-ben. A kutatás kezdeti szakaszában *Maier Norbert* is részt vett. Az első eredményeket A dereguláció utáni magyar villamos energia piac kínálati magatartásának modellezése című tanulmány foglalja össze (*Maier-Mészáros-Paizs* [2001]). Jelen tanulmány korábbi változatához fűzött megjegyzéseikért köszönet illeti *Amburus-Lakatos Lorándot*, *Csaba Ivánt*, *Kaderják Pétert*, *Karsten Neuhoffot*, *Valentiny Pált*, *Varró Lászlót* és *Virág Gábort*. Az esetleges hibákért kizárólag a szerzőket terheli felelősség.

kozó országokban a szektor szabályozási reformját a nemzeti villamosenergia-piacok deregulációjáról és az egységes belső villamosenergia-piac megteremtéséről rendelkező EU-direktíva 1996-os elfogadása gyorsította fel. Az EU-térségben a piacnyitás átlagos mértéke 2003-ban meghaladja a 70 százalékot, a teljes piacnyitást végrehajtó országok száma pedig eléri a tízet. 2003-ban az első körben csatlakozó közép-kelet-európai országok mindegyike valamilyen mértékben megnyitotta már árampiacait.

A villamosenergia-ágazat liberalizációja mellett lényegében ugyanazok a közgazdasági érvek szólnak, mint a gazdaság többi szektorának versenypiaci megszervezése mellett. A magántulajdon által teremtett nyereségérdekeltségnek és a verseny által kikényszerített költségcsökkentésnek az energiaszolgáltatások szélesebb választékához és *ceteris paribus* alacsonyabb árakhoz kell vezetnie. A versenyző árampiacok működéséről szerzett tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy a deregulációtól várt jóléti hasznok nem minden esetben teljesülnek maradéktalanul, mert a piacon lévő vállalatok *piachatalom-gyakorlása* lassíthatja, esetleg megakadályozhatja a hatásos verseny kialakulását. Az eddigi tapasztalatok szerint a deregulált villamosenergia-piacok érzékenyek mind a horizontális, mind a vertikális irányú piachatalom-gyakorlásra.

A *vertikális piachatalom-gyakorlás* egyik sokat emlegetett példája a német energiakonszernek viselkedése a német villamosenergia-piacon. A vertikálisan integrált – energiatermelést, -szállítást, -elosztást és kiskereskedelmi áramértékesítést egyaránt végző – német vállalatok versenykorlátozó magatartása *a hálózati szolgáltatásokhoz való hozzáférés korlátozására*¹ és *a versenyző üzletágak (részben) hálózati üzletágakon keresztül finanszírozására* épül. A piacon lévő vállalatok ezzel a stratégiával erős belépési korlátokat képesek teremteni mind az áramtermelés, mind pedig a kiskereskedelmi áramértékesítés piacain. Az áramtermelésben a keresztfinanszírozással mesterségesen alacsonyan tartott árak, a kereskedelemben és szolgáltatásban pedig az indokolatlanul drága és a nehezen igénybe vehető hálózati szolgáltatások jelentik a piacra lépés korlátjait (*Brunekreeft* [2001]).

A *horizontális piachatalom-gyakorlás* talán legtöbbet emlegetett esetei az angliai és a kaliforniai erőművek korábban tanúsított árfelhajtó magatartása. A nagy erőműtársaságok mindkét esetben képesek voltak *a kínálat mesterséges szűkítése révén* a kompetitív piaci egyensúlyi árszintet jelentősen meghaladó árakat huzamosabb ideig fenntartani (*Joskow–Kahn* [2001], *Puller* [2001], *Wolfram* [1999]).

A deregulált árampiacokon működő erőművek árfelhajtó törekvéseinek a villamosenergia-piac sajátos jellemzői teremtenek kedvező feltételeket. A homogén termékek piacaitól a villamosenergia-piac abban tér el, hogy anélkül kell a kereslet és a kínálat egyensúlyát percről percre fenntartani, hogy a villamos energia gazdaságosan tárolható lehetne. Ennek következtében a napi csúcsigények időszakaiban a kevés erőművi kapacitástöbblettel és korlátozott importlehetőséggel jellemezhető árampiacokon a termelői kínálat meglehetősen rugalmatlanná válik. Ráadásul a villamos energia rövid távú kereslete is rugalmatlan, mert a végfelhasználók egy jelentős hányada – részben technológiai, részben intézményi korlátok következtében – nem képes reagálni a nagykereskedelmi árampiac árjelzéseire. Ezek a piaci jellemzők ideális feltételeket teremtenek a kínálatcsökkentő stratégia követésére, hiszen a termelés kisebb mértékű csökkenésére a piac csak kis keresletcsökkenéssel, viszont jelentős árnövekedéssel válaszol. A horizontális piachatalom-gyakorlás esélyét a fenti két tényezőtől kívül természetesen számos más körülmény is befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak: a nemzetközi távvezeték-kapacitások nagysága, a piaci koncentráció mértéke, az áramtermelés tüzelőanyag-struktúrája és a belépési korlátok erőssége.

¹ Az, hogy a német vállalatok a hálózati hozzáférés biztosításában hátrányosan kezelhetik versenytársikat, főként arra vezethető vissza, hogy Németországban – az EU tagállamai közül egyébként egyedüliként – a hálózati hozzáférés feltételeit nem az állam, hanem az ágazati érdekegyeztetéseken született megállapodások szabályozzák.

Tanulmányunkat két rövid, bevezető jellegű fejezettel indítjuk. Az elsőben a liberalizált hazai villamosenergia-szektor legfontosabb szervezeti-szabályozási jellemzőit ismertetjük, a másodikban pedig betekintést nyújtunk az árampiacok modellezésével foglalkozó közgazdasági irodalomba. Ezt követően térünk rá a hazai árampiac modelljének és a szimuláció eredményeinek részletes bemutatására.

A magyar villamosenergia-szektor szabályozási reformja

A dereguláció menetrendje

A 2001-ben elfogadott új villamosenergia-törvény alapján a magyar villamosenergia-piac megnyitására 2003 elejétől került sor. A piacnyitás első ütemében az éves szinten legalább 6,5 GWh áramot vásárló fogyasztók váltak jogosulttá áramigényük szabadpiaci beszerzésére. Ezáltal a magyar árampiac körülbelül 35 százaléka szabadult fel, és ezzel Magyarország teljesíti az EU-ban jelenleg érvényben lévő áramdirektíva piacnyitásra vonatkozó követelményeit. A várhatóan a 2003 második felében érvénybe lépő új áramdirektíva azonban már arra kötelezi a tagállamokat, hogy 2004-re valamennyi nem háztartási fogyasztó, 2007-re pedig az összes fogyasztó számára nyissák meg árampiacikat. Az energiafejezet esetében derogációt nem kérő Magyarországnak tehát a fenti menetrendnek megfelelően (vagy annál gyorsabban) kell a következő években megnyitnia árampiacát. Ezáltal a piacnyitás mértéke 2004-ig megközelíti majd a 70 százalékot, 2007-ben pedig el kell érnie a 100 százalékot.

A még fel nem jogosított, úgynevezett közüzemi fogyasztók kizárólag a területükön működő (a közüzemi fogyasztók tekintetében értékesítési monopóliumot élvező) áramszolgáltatóktól vásárolhatnak áramot. A közüzemi piac a nagykereskedelemben is fennmarad: az áramszolgáltatók a közüzemi fogyasztói igényeket kizárólag a Magyar Villamos Művektől, a közüzemi nagykereskedőtől beszerzett árammal elégíthetik ki. Vagyis a hazai nagykereskedelmi árampiac felszabadításának menetrendje megegyezik majd a kiskereskedelmi árampiac felszabadításának ismertett menetrendjével. A villamosenergia-törvény 2003-tól megszüntette a Magyar Villamos Művek Rt. (MVM) külkereskedelmi monopóliumját. A feljogosított fogyasztók tehát importból is beszerezhetik áramigényüket, azonban ennek mértéke az EU-csatlakozás időpontjáig nem haladhatja meg éves áramfogyasztásuk 50 százalékát.

Az egyedi erőművi árszabályozás intézményének eltörlésével az áramtermelő piac kínálati oldala 2004-ben 100 százalékosan felszabadul. (A közüzemi nagykereskedelem intézményének fenntartása miatt a keresleti oldal csak 2007-ben szabadulhat fel teljesen.) A liberalizáció kezdetét megelőzően az erőművek csak az MVM-nek adhatták el termelésüket, és a két fél közötti tranzakciókat a hatósági árszabályozáson kívül a korábban kötött hosszú távú *áramvásárlási megállapodások* szabályozták. A tényleges termelői verseny kifejlődése érdekében a liberalizációs jogszabályok arra kötelezik az MVM-et, hogy a szerződésekben lekötött erőművi kapacitásoknak a közüzemi szektor zsugorodása folytán feleslegessé váló részét felszabadítsa a feljogosított fogyasztók számára. A lekötött kapacitások csökkentésére a tranzakciós partnerek a szerződött kapacitások egyszerű csökkentését vagy nyíltpiaci értékesítését választhatják. A szabályozás az előbbi esetben részleges, az utóbbi esetben pedig teljes mértékű kompenzációt biztosít az erőmű „befagyott” költségeire.² A befagyott költségek kompenzációjára egy minden fogyasztó által fizetendő fogyasztásarányos díj teremti meg a fedezetet.

² Akkor beszélünk befagyott költségről, ha a szabadpiaci értékesítésből keletkező jövedelem elmarad attól, amit a befektető az árszabályozás továbbélése esetén ért volna el.

Az új szabályozási rezsim legfontosabb elemei

Mivel a villamosenergia-iparág ellátási láncának csak bizonyos elemei tehetők kompetitívvé, a szektor liberalizációja nem csupán „deregulációt”, hanem bizonyos tevékenységek esetében *újraszabályozást* is jelent. Állami szabályozásra van szükség ahhoz, hogy a természetes monopólium szolgáltatások – az áram nagyfeszültségű távvezetéken történő szállítása, a közép- és kisméretű hálózatokon keresztüli elosztása, valamint a folyamatos és biztonságos energiaellátást biztosító rendszerirányítás – közgazdaságilag indokolható árakon és minden piaci szereplő számára diszkriminációmentesen hozzáférhető legyenek. E célok elérésének két legfontosabb eszköze: 1. *a versenyző és a szabályozott tevékenységek üzemvitelének* valamilyen mértékű – számviteli, jogi, esetleg tulajdonosi – *szétválasztása* és 2. *a hálózati szolgáltatások használatának újraszabályozása*.

A tevékenységek szétválasztása tekintetében a villamosenergia-törvény egyik legfontosabb rendelkezése a rendszerirányítási tevékenység tulajdonosi elválasztása bármely más tevékenységtől. A termelésben és kereskedelemben is érdekelt MVM-ből kiválva jött létre a rendszerirányításért felelős Magyar Villamosenergia-ipari Rendszerirányító Rt. (MAVIR), amely felett a tulajdonosi jogokat 2003-tól a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium gyakorolja. A törvény továbbá előírja, hogy a hálózati szolgáltatások nyújtásában is érdekelt vállalkozások (tehát az MVM és a területi áramszolgáltatók) csak elkülönült gazdasági szervezetekben végezhetnek versenypiaci (azaz termelői és kereskedelmi) tevékenységeket. Ezek az intézkedések az átláthatóság növelését, a keresztfinanszírozások megakadályozását, és ezeken keresztül egyben a hálózati tevékenységek hatékony árszabályozásához szükséges feltételek megteremtését szolgálják.

Némileg eltér egymástól az országon belüli vezetékhálózat és a hazai villamosenergia-rendszert a szomszédos országok villamosenergia-rendszereivel összekötő határkeresztelő hálózatok használatának szabályozása. A belső hálózat használatának szabályozása a hatóságilag megállapított rendszerirányítói, átviteli hálózati és elosztóhálózati díjak rendszerére épül. A hazai villamosenergia-rendszer kis mérete, az átviteli hálózat hurkoltsága és a jelentősebb belső szűk keresztmetszetek hiánya Magyarországon egy egyszerű, az úgynevezett csatlakozásipont-tarifa bevezetését tették lehetővé. A csatlakozásipont-tarifa lényege az, hogy a hálózathasználati díj mértéke nem tranzakciófüggő, hanem egy mindenki számára azonos fogyasztásarányos energiadíjból (forint/kWh) áll. Az átviteli hálózat e tulajdonságai azért szerencsések számunkra, mert a magyar áramtermelői piacot így *egységes piacként* modellezhetjük.

A belső hálózathoz képest egészen más szabályozást igényel a nemzetközi vagy más néven a *határkeresztelő hálózati elemek* használata. Az import/export és az országon átvitelő tranzitkereskedelem alapjául szolgáló hálózati összeköttetések iránti igény ugyanis gyakran meghaladja a rendelkezésre álló kínálatot (a vezetékek maximális átviteli képességét). A fellépő szűkösség következtében jelentkező allokációs problémára viszont az árak hatósági szabályozása nem jelent megfelelő megoldást. A nemzetközi hálózati összeköttetéseken jelentkező szűk keresztmetszetek feloldására Magyarország – az európai trendeket követve – a szűk kapacitások aukción keresztüli értékesítését választotta. A rendelkezésre álló határkeresztelő átviteli kapacitások megfelelő részeit a rendszerirányító éves, havi, illetve napi gyakorisággal értékesíti a legmagasabb árajánlatokat tevőknek.

A villamosenergia-ellátás folyamatosságának és (műszaki paraméterek által meghatározott) minőségének biztosításához elengedhetetlen, hogy a villamos hálózatba betáplált és abból kivett energia minden pillanatban megegyezzen. Mivel villamos energiát nem lehet tárolni, a villamosenergia-termelésnek percről percre pontosan követnie kell a fo-

gyasztás alakulását. Mivel azonban a szabadpiaci kereskedés szükségszerűen jövőbeli időpontra vonatkozik, nem tudja kezelni a valós időben esetleg létrejövő egyensúlytalanságot (a szerződött és a tényleges értékek közötti különbséget). Ezért szükség van egy központi szereplőre – a rendszerirányítóra –, aki a fogyasztás váratlan megváltozása és/vagy a kínálatot érő sokkok (erőművi üzemzavarok, kényszerkiesések stb.) folytán keletkező egyensúlytalanságokat a valós időben kiegyensúlyozza. E feladat ellátásához a rendszerirányító különböző gyorsasággal (másodperces, perces stb.) igénybe vehető *tartalékkapacitásokat* köt le az ilyen szolgáltatások nyújtására alkalmas erőművekben. A valós időben jelentkező egyensúlytalanságot a rendszerirányító az előzetesen lekötött tartalékkapacitások aktivizálásával küszöböli ki. Bár a rendszer egyensúlyának valós idejű biztosítása természetes monopólium-tevékenységnek tekinthető, az ehhez szükséges tartalékkapacitások előzetes beszerzése versenyiaci alapon is megszervezhető. A magyar liberalizációs jogszabályok a rendszerirányító számára előírják, hogy a kiegyenlítő tevékenységhez szükséges tartalékokat (éves, havi, illetve napi gyakorisággal szervezett) aukciókon szerezzék be. A valós idejű kiegyensúlyozáson túlmenően a rendszerirányító még számos fontos feladatot ellát. Többek között szervezi a határkeresztesző kapacitások aukción keresztüli allokációját, kezeli a belső hálózaton fellépő torlódásokat, és feszültség szabályozást végez.

A deregulált árampiacokon a villamos energia *fizikai szállítására vonatkozó kereskedelem* részben vagy egészben szervezett piacokon, áramtőzsdéken zajlik. Mivel valós idejű áramkereskedelemre nincsen mód, az áramtőzsdéken a spot piac általában másnapi piacot jelent: a piac résztvevői a kereskedést követő napra tesznek eladási és vételi ajánlatokat. Az áramtőzsdéken a kereskedés általában órás/félórás termékekkel és/vagy úgynevezett blokktermékekkel³ folyik. A kereskedés formája többnyire egyensúlyi áras aukció: minden nap azonos időpontban a piacoperátor összegzi a beérkezett eladási és vételi ajánlatokat, és kihirdeti a piactisztító ára(ka)t. Bár a legtöbb esetben a spot piacon való részvétel nem kötelező, és így a spot piac a fizikai áramforgalomnak csak egy kis részét bonyolítja le, az itt generálódó árjelzések a fizikai áramkereskedelem egészére, tehát a forward piacokra és a bilaterális kereskedelemre is jelentős hatással vannak. Mivel a magyar liberalizációs jogszabályok nem rendelkeznek egy spot energiapiac felállításáról, ezért ennek jövőbeli létéről, formájáról és szerepéről jelenleg csak spekulációkkal élhetünk. A lehetőségek között van, hogy a piaci szereplők létrehozhatnak egy magyarországi áramtőzsdét (esetleg a már létező árutőzsdé külön szekciójaként), csatlakozhatnak a környező országokban már működő tőzsdék valamelyikéhez, esetleg a környező országok szereplőivel összefogva – a skandináv regionális áramtőzsdé (a NordPool) mintájára – hozhatnak létre egy regionális tőzsdét.

A deregulált árampiacok modellezése

A tökéletesen versenyző piaci modell elégtelensége

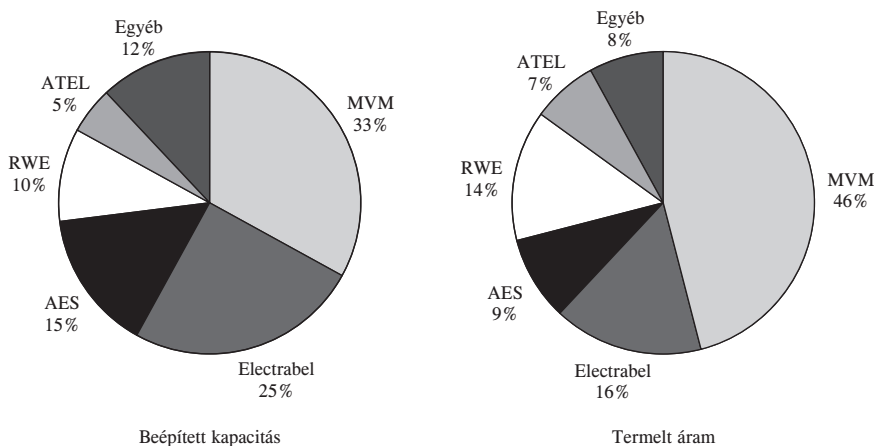
A liberalizált nemzeti áramtermelő piacok általában oligopolpiacok: kevés szereplősek, homogén terméket forgalmaznak, és a belépés költségei jelentősek. A piaci koncentráció indikátoraira tekintve megállapíthatjuk, hogy a magyar áramtermelő piacon is hasonló a helyzet. Magyarországon az éves óránkénti átlagfogyasztás körülbelül 4400 MW, az

³ A leggyakoribb blokktermékek a zsinórszállítás (azonos energiamennyiség szállítása 0 órától 24 óráig a hét minden napján) és a csúcshálózati (azonos energiamennyiség szállítása például 8 órától 20 óráig hétköznapokon).

éves óránkénti csúcspotfogyasztás pedig körülbelül 5900 MW. Ezzel szemben áll összesen körülbelül 8100 MW beépített áramtermelői kapacitás, amelynek az év folyamán azonban átlagosan csak 85 százaléka áll rendelkezésre, illetve amelynek körülbelül 20 százaléka biztonsági tartalékként van lekötve. A három legnagyobb erőműtársaság beépített áramtermelő kapacitása az országos összkapacitás 75 százalékát teszi ki, a nemzetközi távvezetékeken behozható legnagyobb teljesítmény pedig körülbelül 1200-1600 MW. Előzetesen tehát annyit megállapíthatunk, hogy Magyarország nemzetközi hálózati összeköttetései viszonylag erősek, a hazai kínálat közepesen koncentrált, és viszonylag kevés kapacitásfelesleggel rendelkezik. E piacszerkezeti adottságok ismeretében nyilvánvaló, hogy *a piaci egyensúly vizsgálatához nem használhatjuk a stratégiai magatartást kizáró, az árelfogadó magatartás feltételezésre épülő tökéletesen versenyző piaci modellt*. Ehelyett az oligopolpiacokat leíró modellek közül kell választanunk egyet, lehetőleg olyat, amelynek a feltételrendszere jól tükrözi az árampiacot, illetve ezen belül a magyar árampiac adottságait.

1. ábra

A hazai áramtermelők piaci részesedése a beépített kapacitás és a termelt áram alapján, 2002



A deregulált árampiacok oligopólium modelljei⁴

A deregulált árampiacok modellezésével foglalkozó tanulmányok a piaci egyensúly vizsgálatára általában valamilyen *statikus oligopóliummodellt* alkalmaznak. A szóban forgó tanulmányok általában úgy reprezentálják a villamosenergia-piacot mintha a teljes villamosenergia-nagykereskedelem az órás spot piacon zajlana. Ezekben a modellekben a szereplők mindenkorai stratégiáját nem befolyásolják dinamikus megfontolások. A többidőszakos modellek használata ellen általában az szól, hogy megoldási algoritmusuk bonyolultabb, valamint hogy sokszor egyértelmű predikciót sem tesznek lehetővé a végtelenül sok egyensúlyi stratégiakombináció lehetősége miatt. A valóságban persze az erőművek irányítói jelenbeli stratégiáik kialakításakor nyilván figyelembe veszik mostani viselkedésük jövőbeli következményeit is. Megpróbálhatnak például kooperálni, és így a ver-

⁴ Jelen írás kereti között nincsen mód az árampiacok modellezésével foglalkozó – mára már igen bőséges és szerteágazó – irodalom teljes körű bemutatására. A következő összefoglaló csak a modellválasztás indoklásához elengedhetetlenül szükséges információkat tartalmazza.

seny intenzitásának további csökkentésével a statikus modellben realizálható kifizetések-nél nagyobb profitot elérni. Ellentétes irányba ható tényezők is befolyásolhatják azonban a vállalatok piaci stratégiáját: az új belépőktől vagy a szabályozói beavatkozástól való félelem, illetve a forward piacokon való részvétel egyaránt a mindenkori verseny intenzitásának növekedéséhez vezethet.⁵ Hozzá kell ehhez azonban azt is tenni, hogy a villamosenergia-ipar működésének versenypiaci alapokra helyezése általában több éven tartó folyamat, amelynek a kezdetén általában még jelentősek a deregulációt megvalósító új szabályozási rezsim végleges formáját illető bizonytalanságok. Ilyen bizonytalan szabályozási-piaci környezetben feltételezhető, hogy a piacon lévő vállalatok stratégiáját elsősorban rövid távú érdekeik fogják meghatározni. Ez újabb érv lehet a statikus modellek használata mellett.

A statikus árampiaci modellek nagy többsége vagy a *Cournot-Nash-egyensúlyt* vagy az úgynevezett *kínálatifüggvény-egyensúlyt* használja megoldási algoritmusként.⁶ A kínálatifüggvény-modell kiinduló feltételei abban térnek el a Cournot-modelltől, hogy a kínálatifüggvény-modellben a termelők sztochasztikus kereslettel szembesülnek. Ebben a helyzetben a játékosok számára kifizetődőbb lehet, ha nem fix mennyiségekkel, hanem árfüggő termelési tervekkel, azaz kínálati függvényekkel versenyeznek (*Klemperer-Meyer* [1989]). A kínálatifüggvény-egyensúlyt létrehozó stratégiakombinációk kevésbé versenykorlátozó kimeneteket eredményeznek, mint a Cournot-egyensúlyi stratégiák. Ez abból adódik, hogy a pozitív meredekségű kínálati függvények rugalmasabbá teszik az egyedi reziduális keresleti görbéket. A kínálatifüggvény-egyensúly használatával kapcsolatban a következő hátrányokat szokták megemlíteni: végtelenül sok egyensúlyi megoldást eredményezhet, számítása bonyolult, és alkalmazása jelentős leegyszerűsítéseket igényel a termelők költségfüggvényeinek formáját illetően. A kínálatifüggvény-modell használata ellen szól az is, hogy a fogyasztói igény jelentős napi ingadozása ellenére az áram rövid távú keresletét illetően kevés a bizonytalanság, a mindenkori félórás/órás keresletet nagyon nagy pontossággal lehet előre jelezni. Az angliai-walesi árampiac modellezésekor azonban erős érvek szóltak a kínálatifüggvény-egyensúly használata mellett. A 2001-es szabálymódosításokat megelőző időszakban ugyanis az erőművállalatok csak egy kínálati ajánlatot tehettek a következő nap minden egyes félórájára szervezett összesen 48 egyensúlyi áras aukcióra. Ez a döntési helyzet pedig bizonytalan kereslet melletti döntéshozatalként is reprezentálható: a termelők 48 azonos valószínűséggel bekövetkező keresleti állapottal jellemzett sztochasztikus kereslettel szembesülve hoztak döntést kínálati stratégiájukról (*Green-Newbery* [1992]).

A Cournot-modellel szemben megfogalmazódott egyik kritika, hogy nem ad magyarázatot az egyensúlyi ár kialakulásának mechanizmusáról. Ez a felvetés azonban nem releváns az áramtözsdek esetében, ahol az árakat az árverező határozza meg. A Cournot-modell további hátrányaként szokták említeni, hogy sokszor irreálisan pesszimista kimeneteket eredményez.⁷ Véleményünk szerint azonban a legkedvezőtlenebb forgatókönyv vizsgálata is fontos versenypolitikai és szabályozáspolitikai kérdésekre adhat választ.

⁵ A hosszú távra szerződés lehetőségének és az új szereplők belépésétől való fenyegetettségnek a hatásait az angol-walesi árampiac oligopolista termelőinek rövid távú stratégiájára *Green* [1999], illetve *Newbery* [1995], [1998] vizsgálta.

⁶ A Cournot-modell alkalmazásával vizsgálta például *Borenstein-Bushnell* [1999] a kaliforniai, *Andersson-Bergman* [1995] a svéd árampiacokat. A kínálatifüggvény-egyensúlyt használta az angliai-walesi árampiac vizsgálatára *Green-Newbery* [1992], *Green* [1996], *Green* [1999], *Newbery* [1995], *Newbery* [1998] és *Baldick-Gant-Kahn* [2000].

⁷ Ugyanakkor *Puller* [2001] tanulmánya például azt mutatja, hogy a termelők viselkedése a kaliforniai árampiacon 1998 és 1999 között konzisztens volt a statikus Cournot-modell feltételrendszerével és előrejelzéseivel.

Ellenőrizhető például, hogy a tulajdonosi struktúra milyen fokú decentralizáltsága vagy milyen nagyságú nemzetközi távvezeték-összeköttetés *veheti elejét biztosan* bármilyen (statikus) piachatalmi probléma kialakulásának. A Cournot-egyensúlyi koncepció további (gyakorlati) előnye, hogy számítása viszonylag egyszerű.

Jelen tanulmány szerzői nem találtak olyan tanulmánnyal, amely az áramtermelők közötti versenyt mint *árversenyt* modellezte volna. Mivel számunkra úgy tűnik, hogy nincsenek erős elméleti érvek az árverseny-feltételezés elvetése mellett,⁸ az ilyen modellek hiánya feltehetőleg a gyakorlati nehézségekre vezethető vissza. Az oligopóliumokkal foglalkozó irodalomból tudjuk, hogy kapacitáskorlátos termelők esetében az árversenynek sokszor csak kevert stratégias egyensúlyi megoldásai vannak (*Tirole* [1988]).

Végezetül az árampiaci oligopóliummodellek előrejelző képességéről és magyarázó erejéről szeretnénk néhány szót szólni. A statikus árampiaci modellek egyik fő problémája, hogy a valós árampiacokon megfigyelhetőnél általában jóval pesszimistább értékeket jeleznek előre. Az angliai–walesi árampool spot piacának 1992 és 1994 közötti adatait vizsgálva, *Wolfram* [1999] például megállapítja, hogy bár a megfigyelt árak valóban szignifikánsan magasabbak voltak a rendszer határköltségénél, de jelentősen elmaradtak a *Green–Newbery* [1992] statikus modellje által előre jelezett értékektől. Az adatok további elemzése alapján *Wolfram* [1999] arra a következtetésre jut, hogy a statikus modell által jósolthoz képest alacsonyabb árak kialakulásában feltehetőleg a szabályozói beavatkozástól való félelem és az új belépők elriasztásának szándéka játszott a legfontosabb szerepet. Ehhez még annyit érdemes hozzátenni, hogy *Green* [1999] a forward piac azonos időszaki adatait elemezve megállapítja, hogy a *Wolfram* [1999] által azonosított tényezőknél kívül a forward piacon való részvétel is a spot piaci verseny intenzitásának növelése irányába hatott.

A statikus oligopóliummodellek korlátaira vonatkozó fenti megállapítások természetesen az általunk épített árampiaci modellre is érvényesek. Tisztában vagyunk azzal, hogy szimulációs modellünk nem képes a piaci kimenetek pontos előrejelzésére. A modelleredményeinket ezért nem kvantitatív, hanem pusztán *kvalitatív előrejelzéseknek* kell tekinteni. A szimulációs gyakorlatot azonban ennek ellenére is hasznosnak tartjuk, mert segíthet például annak tisztázásában, hogy a magyar áramtermelő piacon mely – esetleg szabályozói döntéseken keresztül is befolyásolható – tényezők játsszák a legfontosabb szerepet a versenykorlátozó magatartások kialakulásában.

A magyar árampiac szimulációs modellje

A modell keretfeltételei és megoldási algoritmus

A hazai árampiac szimulációját egy, a nemzetközi árampiac kínálatával/keresletével és egy hazai kompetitív szegéllyel módosított statikus Cournot-modellre alapozzuk. Az előző fejezetben ismertetett modellek közötti választásban több érv is szólt a Cournot-modell alkalmazása mellett. Először, nem volt olyan piaci körülmény, ami kifejezetten a kínálatifüggvény-modell alkalmazását tette volna indokolttá. Másodszer, a nemzet-

⁸ Félrevezető lenne, ha az áramtermelők *rövid távú stratégiai interakcióinak* vizsgálatok a mennyiségi verseny feltételezését az elsüllyedt költségek nagy arányára hivatkozva próbálnánk megalapozni. Igaz ugyan, hogy azokban az oligopol-iparágakban, ahol a termelőkapacitások kiépítése jelentős költségeket süllyeszt el, erős érvek szólnak amellett, hogy a hosszú távú versenyt (a kapacitásversenyt) mint Cournot-versenyt modellezzük (*Tirole* [1988]). A rövid távú stratégiai döntések azonban ezekben a modellekben is arra vonatkozó döntések.

közi kereskedelem és a hazai kompetitív szegély hatásai a Cournot-modell keretein belül jobban kezelhetők. Harmadszor, az egyensúlyi stratégiakombinációk kalkulációja a Cournot-modellben sokkal egyszerűbb, mint a kínálatifüggvény-modellben.

A modellben a magyar villamosenergia-piacot egy szervezett spot piacként reprezentáljuk. Azt feltételezzük, hogy a teljes áram-nagykereskedelem ezen a szervezett árampiacon zajlik. Az ármegállapítás a következő mechanizmusra épül. Az erőművek és a külkereskedelmet végző kereskedők mennyiségi ajánlatokat tesznek a (más)nap minden órájára, a piac operátora pedig a kínálati oldal ajánlatai és a becsült keresleti függvények alapján minden órára kiszámolja és kihirdeti a piactisztító árat. Azt feltételezzük, hogy az áramtermelő piac (mind kínálati, mind keresleti oldalról) teljesen liberalizált. A modellezés során az erőművek és az MVM között megkötött hosszú távú áramvásárlási megállapodásoktól eltekintünk.

Ezek a kondíciók természetesen csak erősen stilizált másai a valóságos piaci körülményeknek. Elsősorban is, az árampiac 100 százalékos deregulációja 2007 előtt aligha fog megvalósulni; bár 2004-ben a kínálati oldal teljesen és a keresleti oldal is már 70 százalékban liberalizált lesz. Másodsorban, egy hazai azonnali energiapiac esetleges felállítása esetében is az áram nagykereskedelme nagyrészt nem a spot piacon, hanem a hosszabb távú kétoldalú szerződések piacain fog zajlani. Harmadszor, az áramvásárlási megállapodásokra vonatkozó feltételezésünk azt a speciálisnak mondható esetet tükrözi, ami akkor áll elő, ha az erőművi szerződések újratárgyalása és/vagy a kapacitások értékesítése során az addig lekötött erőművi kapacitás feletti rendelkezési jog mindig az adott erőmű tulajdonosához kerül vissza. A fenti leegyszerűsítések jelentőségét a tanulmány végén, a szimuláció eredményeinek értelmezésekor vizsgáljuk meg.

A hazai és a nemzetközi árampiac meghatározása

A magyar árampiacot a nemzetközi távvezeték-összeköttetések kapcsolják a szomszédos országok és közvetetten a távolabbi közép-, kelet- és dél-európai országok árampiacaihoz. Az egyszerűség kedvéért a hazai és nemzetközi piacok közötti interakciókat úgy modellezzük, mintha a magyar piacot csak egy hálózati vezeték⁹ kötné össze a szomszédos és a távolabbi országok nemzeti piacai által alkotott „regionális” árampiaccal. Erre a regionális piacra vonatkozóan két fontos feltételezést tettünk.

1. A regionális piac áramértékesítői nem képesek a magyarországi szállítások árának egyoldalú vagy összejátszás révén történő befolyásolására.

2. A magyarországi határkereszteső távvezetéseken behozható (kivihető) áram maximális nagysága is kicsi ahhoz, hogy érdemben befolyásolja a regionális árampiacon uralkodó árszintet.

E feltételezések közül csak az első számít a szimuláció alapjául szolgáló stratégiai játék meghatározó elemének. Ha úgy gondolnánk, hogy ez a feltételezés nem helytálló, akkor egy teljesen más, a jelenleginél nagyságrendekkel bonyolultabb játékot kellene definiálnunk az árampiaci verseny modellezéséhez.¹⁰ Mindazonáltal két körülmény is szól a fenti feltételezés megtartása mellett. Egyrészt, a szomszédos országokban (és általában a közép- és nyugat-európai országokban) ma még jelentősek a termelői kapacitástöbbletek,

⁹ Ennek a hipotetikus vezetéknek a kapacitása megegyezik a ténylegesen létező vezetékek összkapacitásával.

¹⁰ Egy ilyen modell felépítéséhez kiindulópontul szolgálhat például *Borenstein–Bushnell–Stoft* [2000] tanulmánya, amelyben a szerzők két, távvezetékekkel összekötött monopolista piac monopolistái közötti stratégiai interakciókat elemzik, vagy *Neuhoff* [2002] dolgozata, amelyben a szerző két szomszédos oligopolimpiacon oligopolistái közti versenyt elemzi.

amelyek vagy sok szereplő irányítása alatt állnak (mint például Lengyelországban és Ukrajnában), vagy olyan, jelenleg még többségi állami tulajdonban lévő közművek kezében vannak, amelyek elsődleges felelőssége a hazai kereslet kielégítéséből és a többletkapacitások értékesítéséből áll (mint például Csehországban, Szlovákiában és Horvátországban). Másrészt, a villamosenergia-külkereskedelem megkönnyítésére irányuló európai uniós szabályozás fejlődésének köszönhetően egyre olcsóbbá válik a távoli országokba történő áramszállítás tranzitálási költsége, és ezáltal kibővül azon termelők/értékesítők köre, akik egy adott ország piacának fogyasztóiért versenybe szállhatnak.¹¹

Az energiatermelő piac meghatározása

Az erőművek által nyújtott szolgáltatások alapján az árampiac két részpiacra: 1. az *energiatermelés* és 2. a *kiegyenlítőtartalék-tartás* piacaira bontható. Ahogyan azt már a korábbiakban, a rendszerirányítói feladatok ismertetése során kifejtettük, a valós idejű egyensúly mindenkor biztosításához a rendszerirányító az erőművektől tartalékkapacitásokat vásárol. Az egyes termelők szemszögéből nézve a két piac úgy kapcsolódik össze, hogy az egyik piacon értékesíthető teljesítmény csökkenti a másik piacon értékesíthető teljesítmény mennyiségét. Egy komplex, mindkét piac működését egyszerre szimuláló modellt a két piac keresleti és költségviszonyainak figyelembevételével vezetné le a termelők mindkét piacra vonatkozó optimális termelési döntéseit. Ehhez képest mi egy egyszerűbb elemzési keretet választottunk: a stratégiai döntéshozatalt *csak az energiatermelés piacára terjesztettük ki*. Az energiapiac modellezéséhez először múltbeli adatok alapján meghatároztuk a tartalékkapacitások tipikus nagyságát és forrásösszetételét a hazai erőműparkban, majd a tartalékkapacitások levonásával kiszámoltuk az energiatermelésre felhasználható kapacitások (erőművenkénti) nagyságát.

A hazai erőművi szektor jellemzése. A Cournot-versenyzők és a kompetitív szegély

A hazai erőművi kapacitásokat két csoportba osztottuk: *stratégiai és nem stratégiai kapacitásokra*. A stratégiai kapacitások tulajdonosai – a tulajdonképpeni *Cournot-versenyzők* – képesek termelésük változtatásával a piaci árat befolyásolni. A nem stratégiai kapacitások tulajdonosai ezzel szemben vagy nem képesek az árat befolyásolni, vagy ha képesek is rá, úgy gondolják, hogy az ilyen magatartás nem kifizetődő. Ezek a termelők tehát feltételezésünk szerint *árelfogadóként viselkednek*, és így együttes kínálatuk *egy kompetitív szegélyt alkot* a magyar árampiacon. Az árelfogadó egységek közé soroltuk: 1. a kelenföldi, újpesti, valamint a debreceni erőműveket, 2. a kötelező átvétel hatálya alá tartozó termelőket,¹² 3. a rendszerszabályozási célból üzemen tartott egységek termelésének megfelelő kapacitásnagyságokat és 4. az atomerőművet. Az első csoport esetében a kis méret és a tulajdonosi hovatartozás indokolta az árelfogadó feltételezést.¹³ A máso-

¹¹ Meg kell jegyeznünk, hogy amennyiben a regionális árampiac nem egységes piac – ez elsősorban az országok közötti távvezeték-kapacitások nagyságától és a piaci szereplők stratégiai magatartásától függ –, akkor a fenti két feltételezésnek nem a hazai és az általunk „regionálisnak” nevezett piacra, hanem a hazai és a közvetlen szomszédok árampiacaira vonatkozóan kell fennállnia.

¹² A kötelező átvétel hatálya alá tartozó erőmű (ide tartoznak tipikusan a kisebb hő- és villamos energiát kapcsolatlan termelő egységek, a megújuló erőforrással működő erőművek és az ipari erőművek) energiatermelését a helyi áramszolgáltató az árhatóság által megállapított áron köteles átvenni.

¹³ A Budapesti Erőműhöz tartozó Kelenföldi és Újpesti Erőművek tulajdonosa az EdF. A beépített kapacitás alapján mindössze 3 százalékos piaci részesedésű Budapesti Erőművön kívül az EdF-nek nin-

dik és harmadik csoport termelői esetében a termelési döntés független az energiapiacra kialakuló ártól, mert az energiatermelés árát ezekben az esetekben vagy a hatósági árszabályozás, vagy a tartaléktartás piacának egyensúlyi ára határozza meg. Paks esetében pedig az indokolta az árelfogadó magatartás feltételezést, hogy az atomerőművi technológia esetén a termelés gyakori és nagyarányú változtatásának komoly technikai és gazdaságossági korlátai vannak. [Természetesen az atomerőmű tulajdonosának, az MVM-nek a profitmaximalizálási feladatát úgy határoztuk meg, hogy a stratégiai kapacitásaira (oroszlányi és bányai erőművek) vonatkozó termelési döntéseinek meghozatalakor figyelembe vegye az atomerőmű termelésén realizálható profitot is.]

A hazai áramtermelők kapacitás- és határkölség-jellemzői

Az erőművek teljesítőkéességét a *beépített kapacitás* nagyságával szokták jellemezni. A kényszerkiesések, a külső hőmérséklet-változások és az éves karbantartások következtében azonban az erőművek tényleges, *rendelkezésre álló kapacitása (RK)* időről időre eltérhet a beépített kapacitásuk nagyságtól. A rendelkezésre álló kapacitást az erőmű az energiapiacra vagy a kiegyenlítő piacon értékesítheti. Egy adott erőmű energiatermelésre felhasználható kapacitását (*FK*) csökkenti, ha az erőmű a tartaléktartási piacon is értékesít bizonyos kapacitásmennyiséget (*TK*). Egy *t* időpontban az erőmű *energiatermelésre felhasználható kapacitását (FK')* tehát a következőképpen kaphatjuk meg:

$$FK' = RK' - TK', \quad (1)$$

ahol *TK'* a kiegyenlítő piacon értékesített kapacitásmennyiséget jelöli. A *TK'* értékekhez hasonlóan az *RK'* értékeket is múltbeli adatok alapján határoztuk meg.¹⁴ A termelt energia egy részét az erőművek maguk használják fel, s ezért az erőművek nettó kapacitása (*NFK*) némileg kisebb a bruttó kapacitásuknál:

$$NFK' = (1 - \delta) \times FK', \quad (2)$$

ahol a δ az önfogyasztás mértékét jelöli. Az *NFK'* értéke fejezi ki azt a kapacitásnagyságot, amely felett az energiapiacra az erőmű tulajdonosa a *t* időpillanatban (például órában) rendelkezik. A piaci egyensúly egy *t* időpontbeli meghatározásához tehát ezeket a kapacitásértékeket használtuk fel.

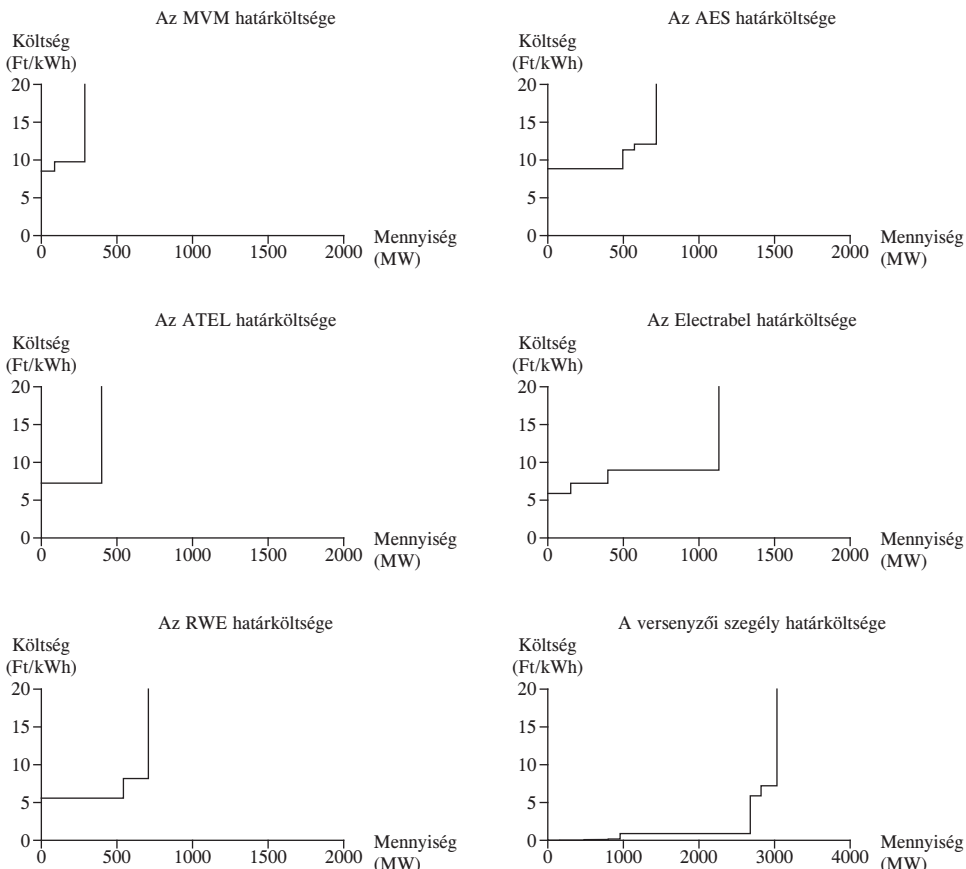
A nettó kapacitások és az áramtermelés energiaköltségei alapján meghatároztuk az öt Cournot-versenyző (MVM, AES, ATEL, Electrabel, RWE) és a kompetitív szegély határkölséggörbéit (2. ábra). A január hónapban jellemző kumulált nettókapacitás-értékeket a horizontális koordinátákról, a hozzájuk tartozó határkölségértékeket pedig a vertikális koordinátákról olvashatjuk le. A lépcsőzetes határkölséggörbék vízszintes szakaszai egy-egy erőművi egység kapacitásának határkölségét jelzik. Ezek a konstans határkölségértékek megegyeznek a 2002-ben érvényes erőművi hatósági ártarifák ener-

cse más termelői érdekeltsége a magyar villamosenergia-piacon. Az EON tulajdonában lévő Debreceni Erőmű piaci részesedése valamivel több, mint 1 százalék. Az EON-nak a debreceni az egyetlen magyarországi erőműve.

¹⁴ A fenti elemzési keretben a rendelkezésre állást (*RK'*) *egzogen* változóként vettük figyelembe. Noha a külső hőmérséklet-változások és a kényszerkiesések is egzogen tényezőknek tekinthetők, ez már kevésbé igaz az előre tervezett karbantartásokra. A valóságban inkább csak a *szükséges éves karbantartások mennyisége* tekinthető igazán kemény külső korlátnak. A karbantartások konkrét időzítése tehát inkább *endogen* változó, amelyről a termelők a karbantartási költségek és piaci viszonyok időben változó viszonyai tükrében hoznak döntést.

2. ábra

A Cournot-versenyzők és a hazai kompetitív szegély határkölséggörbéi januárban*



* A Paksi Atomerőművet nem az MVM erőművei között, hanem a kompetitív szegélyben vettük figyelembe.

giadój-tételeivel.¹⁵ A kötelező átvétel hatálya alá tartozó termelők és a rendszerszabályozási célból üzemben tartott egységek kapacitásait 0 forint/kWh határkölségen adtuk a kompetitív szegélyhez. (Ahogyan azt a korábbiakban már említettük, e termelők esetében a termelési döntés független az energiapiacra kialakuló ártól, hiszen az e kapacitásokból értékesített áram árát vagy a hatósági árszabályozás vagy a szabályozási piac határozza meg.)

¹⁵ Az egyes erőművi egységek konstans határkölségeinek feltételezése természetesen csak közelítésnek tekinthető. Egyrészt, minden erőművi blokk teljesítményének van egy minimuma, amelynél kisebb teljesítményt nem tud nyújtani, s így ebben a teljesítménytartományban a termelés határkölsége nem értelmezhető. Másrészt, a terhelhető tartományában a termelés határkölsége U-alakú, a minimumteljesítménytől kezdődően a határkölség a termelés növekedésével csökken, majd egy bizonyos ponton túl – az erőmű (teljes kapacitásának közelében – növekedni kezd. Ennek ellenére a konstans határkölség az egyes erőművi egységek esetében viszonylag jó közelítésnek tekinthető.

A hazai villamosenergia-kereslet jellemzése

A 3. és a 4. ábra alapján jól látható, hogy a villamos energia iránti kereslet számottevő szezonális ingadozást és jelentős napon és héten belüli fluktuációt mutat. A havi adatokat bemutató ábrán a keresletet jellemző fogyasztói maximumok átlagain kívül a felhasználható erőmű- és nemzetközi távvezeték-kapacitások együttes nagyságát is feltüntettük. Látható, hogy az aggregált kínálat és kereslet arányában az év folyamán nem következnek be jelentős változások. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy az éves erőművi karbantartások döntő hányadát a nyári, kisebb mértékben a tavaszi és az őszi hónapokra időzítik. Az aggregált kínálat és kereslet arányának viszonylagos változatlansága miatt úgy döntöttünk, hogy a szimulációs gyakorlathoz csak egy hónap – mégpedig a január – adatait használjuk, és az így kapott konklúziókat az egész évről érvényesnek tekintjük.¹⁶

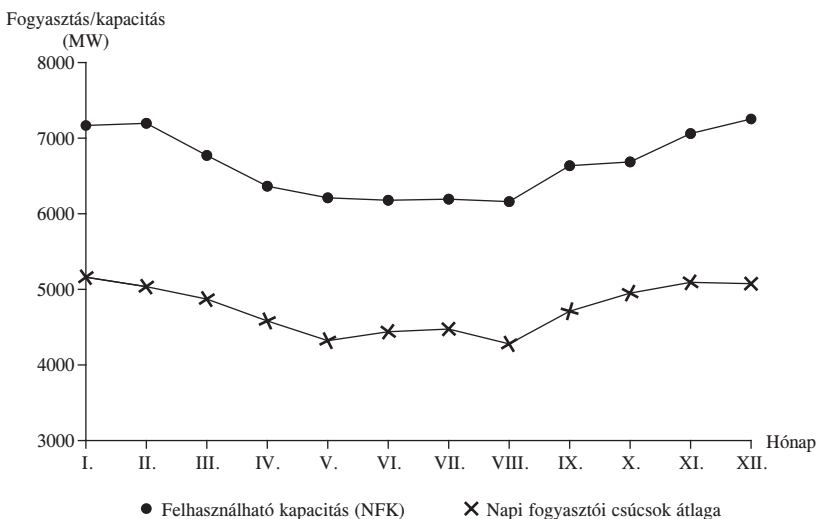
A villamosenergia-kereslet időbeli változását nemcsak terheléslefutási görbékkel, hanem úgynevezett fogyasztási tartamdiagramokkal is jellemezhetjük. Az 4. ábrán a magyar villamosenergia-rendszer 2002. januári órás terheléslefutási görbéje mellett megrajzoltuk az órás fogyasztás tartamdiagramját (és ez utóbbi lineáris közelítését) is. A tartamdiagram a megvalósult fogyasztások nagysága alapján növekvő sorrendbe rendezi a hónap 744 óráját, és így lényegében azt ábrázolja, hogy mekkora mennyiségeket ért el, illetve haladt meg az ország fogyasztása a hónap összesen 1, 2, ..., 744 órájában. Piac-egyensúlyi szimulációkat január hónap 25 reprezentatív keresleti órájára vonatkozóan futtattunk le: a hónap legmagasabb keresleti órájában, a 31. legmagasabb keresleti órában, a 62. legmagasabb keresleti órában, ... és a 744. legmagasabb – vagyis a legalacsonyabb – keresleti órában.

Az országos órás keresletről $[D(p)]$ azt feltételezzük, hogy minden keresleti órában leírható egy konstans árrugalmasságú függvényvel:

$$D(p) = k \times p^{-\varepsilon}, \tag{3}$$

3. ábra

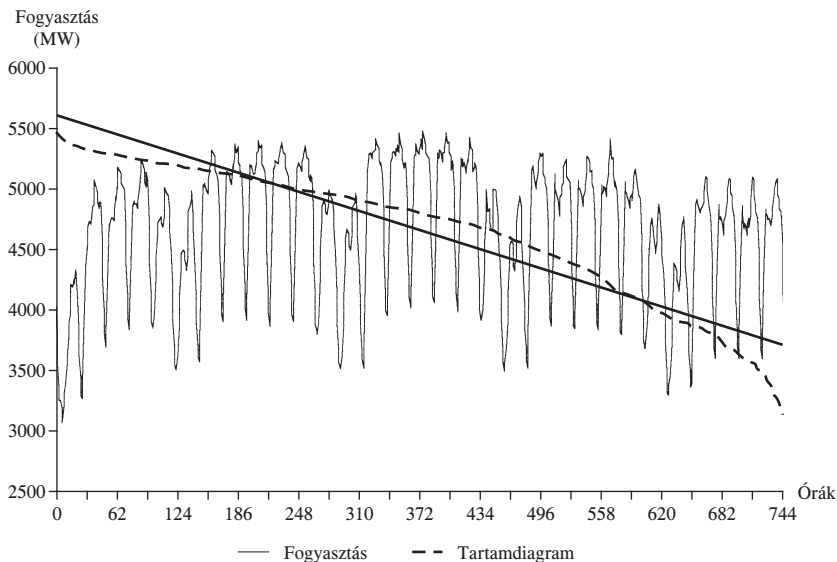
A havi fogyasztás és kapacitáskínálat mutatószámai, 2002



¹⁶ A július hónapra végzett próbafuttatások is alátámasztották e döntés helyességét.

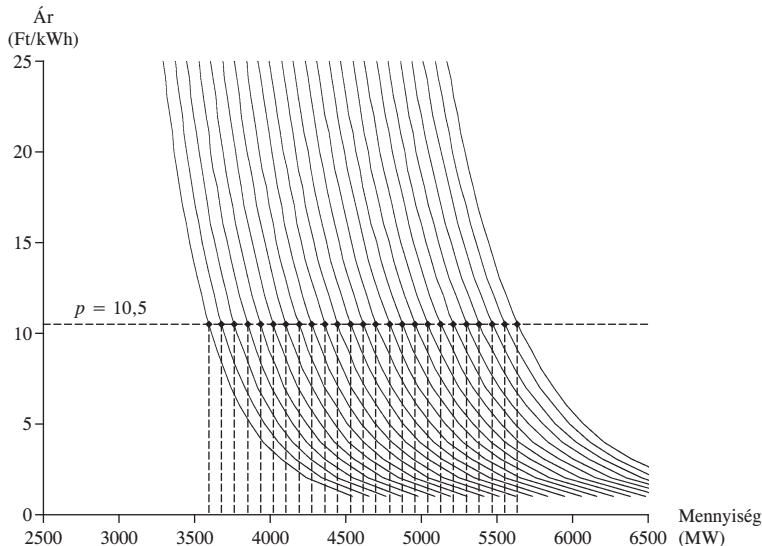
4. ábra

A januári órás villamosenergia-fogyasztás és tartamdiagramja, 2002



5. ábra

Január hónap reprezentatív óráinak feltételezett keresleti függvényei



ahol k az adott keresleti órára jellemző konstanst, ε pedig a kereslet árrugalmasságát jelöli. Azt feltételezzük továbbá, hogy az árrugalmasság mértéke (ε) minden reprezentatív keresleti órában ugyanakkora.¹⁷ Mivel a hazai áramkereslet árrugalmasságáról nin-

¹⁷ Az árampiaci kereslet jellemzésére általában konstans árrugalmasságú vagy lineáris függvényformát szoktak alkalmazni. Például *Borenstein–Bushnell* [1999] az előbbi, *Green–Newbery* [1992] az utóbbi megoldást választotta.

csenek adataink, a hasonló tárgyú külföldi publikációkban használt árrugalmassági értékekkel (0,1 és 0,2) dolgozunk. Az alapfogatókönyvben a konzervatívabb 0,1-es értéket használjuk, majd ellenőrizzük, hogy az árrugalmasság 0,2-re változtatása mekkora változást indukál az eredményekben. Az egyes időpontokhoz tartozó, adott árrugalmasságú keresleti függvények k konstansának meghatározásához rendelkezniünk kell egy, a múltbeli adatok vagy előrejelzések alapján meghatározott „horgonyponttal” (megvalósult vagy előrejelezett ár–mennyiség adatpárral). A vizsgált keresleti órák keresleti függvényeinek lehorgonyzásához mi a (linearizált) tartamdiagramról leolvasható 2002-ben megvalósult fogyasztási mennyiségeket és a 2002. január 1-jétől érvényes erőművi árszabályozás alapján számolt termelői átlagárát (10,50 forint/kWh) használtuk.¹⁸ A 5. ábrán a január hónap reprezentatív keresleti óráinak a fenti módszer alapján előállított keresleti görbéit ábráztuk.

A határkeresztező hálózati kapacitások allokációja

A külkereskedelmi tevékenységet végzőknek az import- és exportszállítások nagyságának megfelelő hálózathasználati jogokat kell vásárolniuk. Azt feltételezzük, hogy az átviteli kapacitásnak megfelelő (és egyórányi használatra jogosító) hálózati jogokat a rendszerirányító egyensúlyi áras aukciókon értékesíti. Ha egy adott órában a kereslet kisebb, mint a kínálat (a határkeresztező vezetékek teljes átviteli kapacitása), akkor az egységnyi kapacitás használatának egyensúlyi ára 0 forint/MW/óra lesz. Amennyiben a kereslet meghaladja a kínálatot, akkor a kapacitás egységára az utolsóként elfogadott (legalacsonyabb árú) ajánlat árával lesz egyenlő.

A modell nem engedi meg az import- és exportszállításoknak a megszerzett hálózati jogok kihasználatlanul hagyása révén történő manipulációját. A gyakorlatban a hálózati kapacitások ki nem használására irányuló magatartás például megakadályozható az ilyen piaci magatartás szankcionálásával vagy a *használd vagy elveszíted (use-it-or-lose-it)* szabály érvényesítésével. Kritikával illelhető a modell azzal kapcsolatban, hogy aszimmetrikusan kezeli az erőművi termelés, illetve az importszállítások stratégiai visszafogásának lehetőségét – azt, hogy az előbbit megengedi, az utóbbit viszont nem. Mi azonban védhetőnek tartjuk ezt a feltételrendszert, mégpedig a következők miatt. Míg az erőművek termelésének irányítói egyben tulajdonosai is az erőműveknek, addig a nemzetközi távvezetékot használó kereskedők nem tulajdonosai a hálózatnak, hanem csak használati joggal rendelkeznek felette. Míg tehát az erőművek irányítói viszonylag könnyen megtehetik, hogy erőműveik termelésének stratégiai célú visszafogását meghibásodásnak, kényserkiesésnek, karbantartásnak stb. álcázzák, addig a hálózat működésére hatással nem lévő hálózathasználó kereskedőknek erre nincsen lehetőségük. Ezért jogosan feltételezhető, hogy a hálózathasználati jogok használatának *ex ante* szabályozásával viszonylag könnyen elejét lehet venni az importszállítások manipulálására irányuló törekvéseknek.

A határkeresztező átviteli kapacitások nagysága tekintetében a modellben két esetet vizsgáltunk: az egyikben a nemzetközi távvezetéseken ki- és beszállítható teljesítmény maximális nagysága 1200, a másikban 1600 MW. Az alternatív értékek megadása mel-

¹⁸ A horgonyár fenti meghatározása természetesen csak első közelítésnek tekinthető. Mivel a fogyasztók jelentős része (a nem háztartási fogyasztók) csúcsárazási elemet is tartalmazó tarifarendszerben vásárolja az áramot, az általunk használt átlagérték a csúcsidőszaki órákban valamivel alulbecsüli, a völgyidőszaki órákban pedig valamivel felülbecsüli a fogyasztók által érzékelt nagykereskedelmi árat. Az árszabályozási rendszer egyéb sajátosságai miatt (például nem általán jellegű fix díjat is tartalmazó tarifacsomagok, irracionális szabályozási zónaidők stb.) azonban a rövid távú fogyasztói határköltségek konzisztens meghatározása nagyon nehéz feladatnak tűnik.

lett részben a kapacitások nagyságának meghatározásával kapcsolatos bizonytalanságok miatt döntöttünk. Megfelelő és transzparens szabályozás hiányában ugyanis nincs pontos információnk arról, hogy a vezetékek névleges kapacitásából mekkora részre tart(hat) igényt a rendszerirányító, mekkora részt vesznek el a nem szándékolt tranzitok (vagyis a más országok külkereskedelme révén keletkező úgynevezett párhuzamos áramok), és így – a fenti két tétel levonása után – összesen mekkora rész bocsátható a kereskedők rendelkezésére. Az is indokolttá tette alternatív forгатókönyvek vizsgálatát, hogy a rendelkezésre álló átviteli kapacitások nagysága akár már a közeljövőben is jelentősen változhat. A meglévő kapacitások áteresztőképességének növekedéséhez fog vezetni a hazai, a szerbiai, a romániai és az ukrainai villamosenergia-rendszerek közötti szinkron összeköttetés megvalósítása, és a hazai belső hálózat gyenge pontjainak megerősítése is. Az alapforгатókönyvben mindenesetre azzal a konzervatív feltételezéssel élünk, hogy a rendelkezésre álló kapacitásmennyiség 1200 MW. A külkereskedelmi lehetőségek jellemzéséhez a nemzetközi távvezetékek nagyságán kívül információval kell rendelkezünk, még a regionális árampiacon uralkodó ár szintjére vonatkozóan is. Ehhez a régió legnagyobb szervezett árampiacának, a frankfurti áramtőzsdének az áradatait használtuk. A modell eredményeinek az érzékenységet a regionális piac árszintjére vonatkozóan úgy ellenőriztük, hogy a kalkulációkat nemcsak a 2002. év (relatív magas) januári áraival, hanem egy másik téli hónap, a december hó (viszonylag alacsony) áraival is elvégeztük.

A piaci egyensúly elemzése

A Cournot-versenyzők (aggregált) reziduális keresleti görbéjének meghatározása. Az árampiac alapvető kínálati és keresleti adottságainak meghatározása után most már rátérhetünk a piaci egyensúly vizsgálatára. A Cournot-modellen alapuló piaci egyensúlyok kalkulációjához először is le kell vezetnünk a Cournot-vállalatok számára adott keresleti függvényt. A Cournot-vállalatok aggregált reziduális keresleti függvényének meghatározásakor két tényezőt kell figyelembe vennünk: 1. *a regionális árampiac* és 2. *a hazai kompetitív szegély hatásait*. A két lépésből álló levezetést algebrailag és grafikusán is bemutatjuk.

A regionális árampiachoz kapcsolt magyar piac hazai termelői (Cournot-vállalatok és árelfogadó hazai termelők) számára adott keresletet a következő összefüggéssel írhatjuk le:

$$D^H(p) = \begin{cases} D(p) - K & \text{ha } p > p^i \\ [D(p) - K; D(p) + K] & \text{ha } p = p^i \\ D(p) + K & \text{ha } p < p^i \end{cases}, \quad (4)$$

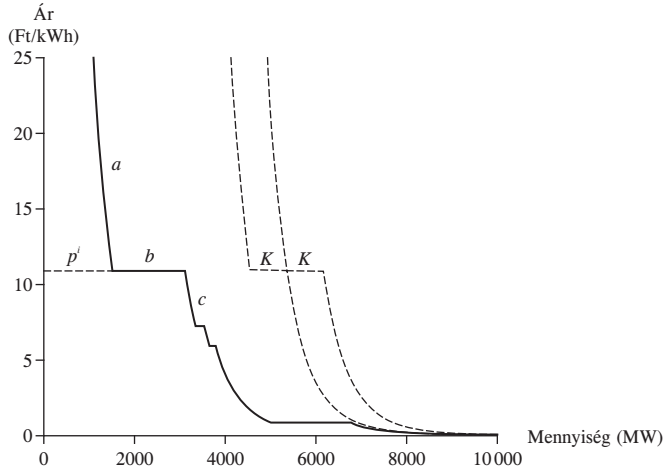
ahol $D(p)$ az országos áramkeresletet, $D^H(p)$ a hazai termelők számára adott keresletet, K a határkeresztező távvezetékek teljes átviteli kapacitását, p^i pedig a régióban uralkodó árszintet jelöli. A 6. ábrán grafikusán is ábrázoltuk az (4) összefüggést. (Az ábrán az inverz keresleti görbéket tüntettük fel.)

Ha a hazai árszint meghaladja a regionális piacon uralkodó árszintet, akkor a hazai termelők számára adott kereslet szűkül: a reziduális keresleti görbe a hálózati kapacitás nagyságával balra tolódik; fordított esetben a hazai termelők számára adott kereslet bővül: a reziduális keresleti görbe a hálózati kapacitás nagyságával jobbra tolódik. Azonos árszint esetén a két piac egységessé válik: a hazai termelők számára vízszintes keresleti görbe adódik.

A Cournot-vállalatok (aggregált) reziduális keresleti görbéjét úgy kapjuk meg, hogy a

6. ábra

A Cournot-vállalatok (aggregált) reziduális keresleti görbéje



hazai termelők keresleti görbéjéből minden egyes árszint mellett kivonjuk az árfogadó kompetitív szegély kínálatát:

$$D^c(p) = D^H(p) - S^{KSZ}(p), \quad (5)$$

ahol $D^c(p)$ a Cournot-vállalatok reziduális keresletét, $S^{KSZ}(p)$ pedig a kompetitív szegély kínálatát jelöli. A Cournot-vállalatok számára adott inverz keresleti görbe a 6. ábrán látható.

A Cournot-Nash-egyensúlyi helyzetek jellemzése. A Cournot-vállalatok határkölség-görbéinek és reziduális keresleti görbéinek ismeretében bármely reprezentatív keresleti órára kiszámíthatjuk a piaci egyensúlyt jellemző ár-mennyiség kombinációkat. A Cournot-piacon mindegyik vállalat a többi vállalat kibocsátásait adottnak feltételezve hozza meg a maga számára legjobb termelési döntést. A termelési döntéseknek az a kombinációja alkot Nash-egyensúlyt, amelyben minden szereplő döntése a lehető legjobb válasz a többi termelő döntésére. A Cournot-Nash-egyensúlyi helyzetben tehát egyik vállalat sem találja jövedelmezőnek termelési döntése megváltoztatását. A tankönyvek jellemzően csökkenő lineáris (törésmentes) keresleti függvényt és konstans határkölségfüggvényeket feltételezve vizsgálják a Cournot-piac egyensúlyát. Ilyen keretfeltételek mellett a Cournot-piac egy Nash-egyensúlllyal, a tökéletesen versenyző piaci kimenethez képest magasabb árral és kisebb kibocsátási szinttel jellemezhető. Az 6. ábrára tekintve látható, hogy esetünkben a Cournot-versenyzők (inverz) keresleti görbéje több helyen is megtörik. Ez némileg bonyolultabbá teszi a Cournot-piac egyensúlyi helyzeteinek analizisét.

A lehetséges egyensúlyok és egyensúlyi kimentek vizsgálatához a 6. ábrán látható keresleti görbe *a*, *b* és *c* szakaszokból álló részét használjuk. (A vizsgált függvényrészre vonatkozó következtetések kiterjeszthetők a teljes keresleti görbére.) Ilyen alakú keresleti görbe mellett a Cournot-verseny – a keresleti függvény és a (lépcsőzetesen növekvő) határkölségfüggvények paraméterezésének függvényében – (tiszta stratégiás) Nash-egyensúlyi megoldás nélküli és több Nash-egyensúlyi megoldással jellemezhető helyzetekhez egyaránt vezethetnek. Amennyiben a Cournot-versenynek van Nash-egyensúlyi megoldása, akkor az egyensúlyi kimentek száma tekintetében kétfajta szituációt különböztethe-

tünk meg: 1. *egy egyensúlyi kimenet* van az inverz keresleti görbe *a* szakaszán vagy *b* szakaszán vagy *c* szakaszán, 2. *két egyensúlyi kimenet van*: egy az inverz keresleti görbe *a* szakaszán, egy pedig a keresleti görbe *b* szakaszán. Kettős egyensúlyi kimenettel jellemezhető helyzetre azért van lehetőség, mert a termelők reziduális keresleti görbéjének első töréspontja szakadást és pozitív irányú ugrást okoz a termelők határbevételi függvényében. Ezért előfordulhat, hogy a növekvő határkölséggörbe kétszer is metszi a határbevételi görbét, és így a termelő célfüggvényének két lokális profitmaximum-helye is van. Ha a többi termelő zéró termelési döntése mellett a termelő számára kis output kibocsátása nagyobb profitot hoz, mint nagy output kibocsátása, akkor elképzelhető, hogy a többi termelő nagyobb kibocsátásai mellett ez a fordítottjára változik. Ezáltal szakadás keletkezik a termelő válaszgörbéjében – mégpedig ott, ahol a két lokális profitmaximumhoz tartozó profitnagyságok egyenlők lesznek –, s ez megteremti a kettős egyensúlyi helyzetek lehetőségét.

Az *egyensúlyi stratégiakombinációk* száma szempontjából az a helyzet tekinthető különlegesnek, amikor a Nash-egyensúlyi kimenet az inverz keresleti görbe második töréspontjára esik. Előfordulhat, hogy ezt az egyensúlyi kimenetet *végtelenül sok Nash-egyensúlyi stratégiakombináció* is megvalósíthatja. Ez azzal magyarázható, hogy az ehhez az egyensúlyi helyzethez tartozó reziduális keresleti görbe egyensúlyi mennyiségnél lévő töréspontja szakadást és negatív irányú ugrást okoz a termelő határbevételi görbéjében. Más szóval, egy bizonyos határig a termelő jobban járhat akkor, ha a többiek nagyobb összkibocsátására saját termelésének azonos nagyságú visszafogásával reagál, mert az így elszenvedett profitvesztés még mindig kisebb annál, mint amit a nem kellő nagyságú kibocsátáscsökkentés által kiváltott exportirányban fellépő torlódás következtében előálló árcsökkenés idézne elő.

A regionális és a hazai árampiac közötti kapcsolatot a nemzetközi szállításokat végző áram-külkereskedők teremtik meg. Ha a kereskedők azt gondolják, hogy a Cournot-verseny nyomán kialakuló ár magasabb lesz a regionális piacon uralkodó árnál, akkor importirányú hálózathasználati jogokat, alacsonyabb ár esetében pedig exportirányú hálózathasználati jogokat vásárolnak. A kapacitásaukción az feltételezzük, hogy a licitálás tökéletesen versenyző. Az arbitrázsmentességi feltétel akkor teljesül, ha az egységnyi hálózathasználat jog ára:

$$p^k = |p^c - p^i| \quad (6)$$

lesz, ahol p^k a határkeresztező átviteli kapacitás árát (forint/MW/óra), p^c a Cournot-egyensúlyhoz tartozó árát [$p^c = P^c(q^c)$], p^i pedig a regionális piacon uralkodó árát jelöli. A hazai piaci egyensúly tehát a [p^c ; $D(p^c)$] ár-mennyiség kombinációval jellemezhető.

Ezen elemzési keret mögött az az eddig ki nem mondott feltételezés húzódik meg, hogy a Cournot-versenyzők termelési döntését kizárólag a saját termelésük által realizálható profit nagysága határozza meg. Ha azonban egy termelő hálózathasználati jogok megszerzésével például az importszállításban is érdekeltté válik, akkor termelési döntését már nemcsak a saját termelése, hanem az importszállítása által realizálható profit nagysága is befolyásolja. Könnyen belátható, hogy az előző játék egyensúlyi megoldást jelentő stratégiakombinációja nem feltétlenül alkot egyensúlyt abban az esetben is, ha egy (vagy több) termelő rendelkezik hálózathasználati jogokkal. Ekkor ugyanis az egyik vagy másik hálózathasználati jogokkal rendelkező erőmű esetleg növelheti összprofitját azzal, ha tovább csökkenti saját termelését. Ezáltal ugyan csökkenhet az erőmű saját termelésen realizálódó profitja, de az így elmaradt hasznot az importszállításokon realizálódó profit még meg is haladhatja. Tehát *a stratégiai termelőknek érdekükben állhat licitálni a kapacitásaukción*, ami viszont megváltoztatja az egyensúly feltételrendszerét mind a termelés, mind pedig a hálózathasználati jogok piacain. A két piac közötti ilyen

(stratégiai) összefüggés vizsgálatától azonban eltekintünk, és a szimuláció alapjául az előző feltételrendszert választjuk. A modell ebben a tekintetben tehát lehet, hogy alulbecsüli az erőművek árfelhajtó képességét.¹⁹

Eredmények

A Cournot-piac szimulációját a piac 2002. év januári költség- és keresletadataival végeztük el. A verseny kimenetét várhatóan leginkább befolyásoló változók közül kettőt – nevezetesen a kereslet árrugalmasságát és a határkeresztező kapacitások nagyságát – két (általunk minimumnak és maximumnak tartott) értékkel jellemeztünk. A nemzetközi árampiac árszintjének meghatározásához a frankfurti áramtőzsde 2002. év januári áradatait használtuk. Alapesetnek azt vettük, amelyet 0,1-es árrugalmasság, 1200 MW-os határkeresztező kapacitás nagyság, a német áramtőzsde 2002. januári árának megfelelő nemzetközi árak és a Paksi Atomerőmű árelfogadó magatartása jellemez. A modelleredmények érzékenységét a numerikus változók nagyságára vonatkozóan úgy ellenőriztük, hogy a piacszimulációkat az árrugalmasság és a határkeresztező kapacitásváltozók másik szélsőértékeivel, valamint a német árampiac decemberben megfigyelt értékeivel is végrehajtottuk. Végül, a Paksi Atomerőmű magatartására vonatkozó feltevés – Paks árelfogadókapacitás – eredményre gyakorolt hatását az ellentétes irányú feltevés – Paks stratégiai kapacitás – mellett futtatott szimulációkkal vizsgáltuk.

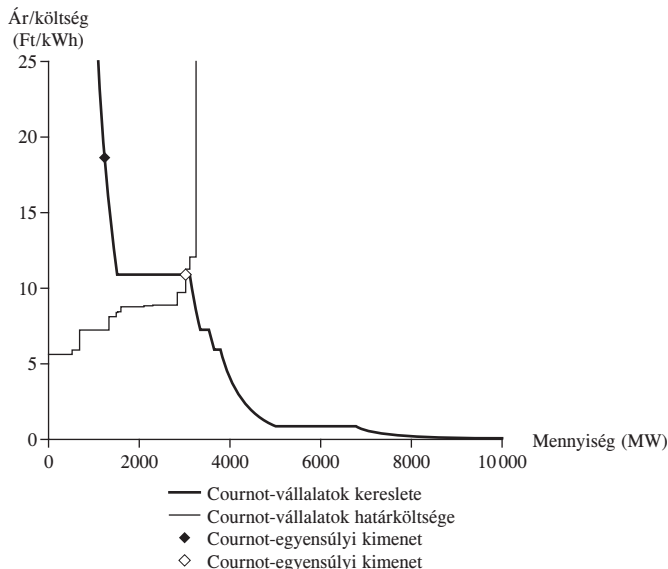
A 7.a-c ábrákon a Cournot-verseny Nash-egyensúlyi kimeneteit ábrázoltuk egy magas, egy közepes és egy alacsony keresleti órában (január hónap 93., 372. és 589. legmagasabb keresleti órájában). Ahogyan a grafikonokról is látható, a hazai kereslet csökkenésével egyidejűleg a hazai termelők egyben alacsonyabb árszintű importkínálattal, illetve exportkereslettel néznek szembe. Az alapesetben használt parametrizáció mellett a magas és közepes keresleti órákban két Nash-egyensúlyi kimenetet, az alacsony keresleti órában pedig egy Nash-egyensúlyi kimenetet találunk. A grafikonokról látható, hogy a magas és közepes keresleti órák „kis output” egyensúlyaihoz versenykorlátozó kimenetek, a „nagy output” egyensúlyaihoz pedig kompetitív kimenetek tartoznak. Bár a kompetitív Nash-egyensúly megvalósításakor minden termelő rosszabbul jár, mint a versenykorlátozó Nash-egyensúly esetében, mégis ha a szereplők úgy látják, hogy a többi szereplő a kompetitív egyensúlynak megfelelő stratégiát választja, akkor mindenkinek érdekesebb lesz az árelfogadó viselkedést választani. A többszörös Nash-egyensúly jelenléte azt jelenti, hogy a modell nem képes a verseny kimenetére vonatkozó egyértelmű előrejelzésre. A szereplők kölcsönös várakozásaitól függően bármelyik Nash-egyensúlyi kimenet megvalósulhat. Fel lehet persze hozni érveket az egyik vagy a másik egyensúlyi következtetésének nagyobb valószínűsége mellett. A versenykorlátozó egyensúly megvalósulása mellett szól például az, hogy minden oligopolista termelő ennek a bekövetkezését preferálja. A kompetitív kimenet bekövetkezésének esélyét viszont az növelheti, hogy az árelfogadó magatartás esetleg egyes szereplők vagy minden szereplő számára a kevésbé kockázatos stratégiát jelenti.

¹⁹ *Joskow-Tirole* [2000] részletesen vizsgálják az egyensúly feltételrendszerét a két piacon olyan helyzetben, amikor az importáló ország árampiacát egy (nem szabályozott) monopólium uralja. A szerzők például elemzik, hogy a hálózathasználati jogok piacának mikrostruktúrája hogyan befolyásolja a monopolista kapacitásvásárlási stratégiáját és az egyensúlyi piaci kimeneteket. Oligopolpiacok esetén a játék megoldását tovább bonyolítja 1. a termelés-visszafogás közjószág jellege és 2. a hálózathasználati jog vásárlásának stratégiai hatása. A monopolistával szemben a hálózathasználati jogot vásárló oligopolista nem képes internalizálni a saját termelése visszafogásából eredő összes hasznot, annak egy része a többi oligopolista saját termelésén – és ha van, hálózathasználati jogain – fog megvalósulni. Továbbá: a hálózathasználati jog vásárlása kisebb outputmennyiségek felé tolja az oligopolista választásgörbéjét, és amennyiben a többi termelő anticipálja ezt, saját egyensúlyi termelésük növekedni fog.

Az alacsony keresleti órában az egyedüli (versenykorlátozó) Nash-egyensúlyi kimenet az aggregált inverz keresleti görbe egyik töréspontjára esik, és a legnagyobb határkölségű hazai árelfogadó termelő határkölségével megegyező árat eredményez.²⁰

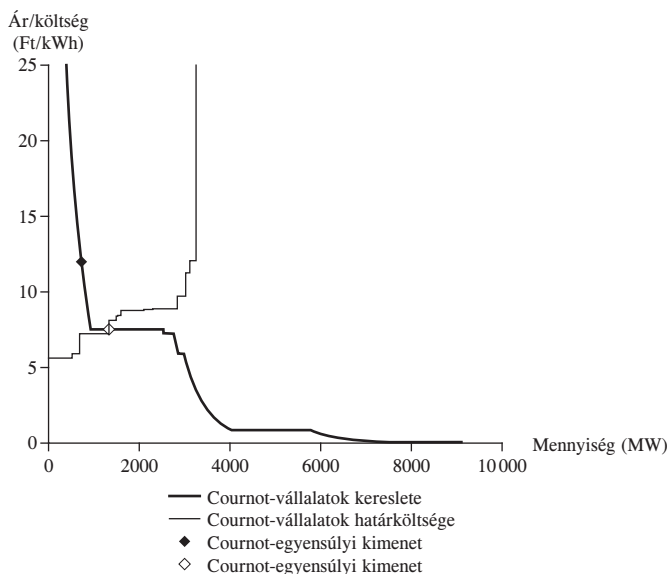
7.a ábra

Cournot–Nash-egyensúlyi kimenetek egy magas keresleti órában



7.b ábra

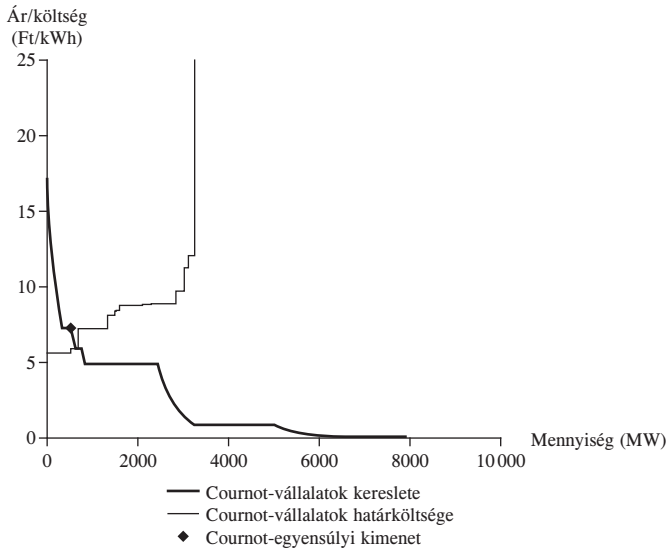
Cournot–Nash-egyensúlyi kimenetek egy közepes keresleti órában



²⁰ A Cournot-vállalatok számára végtelenül sok Nash-egyensúlyi stratégiakombináció áll rendelkezésre ennek a Nash-egyensúlyi kimenetnek a megvalósítására.

7.c ábra

Cournot–Nash-egyensúlyi kimenet egy alacsony keresleti órában



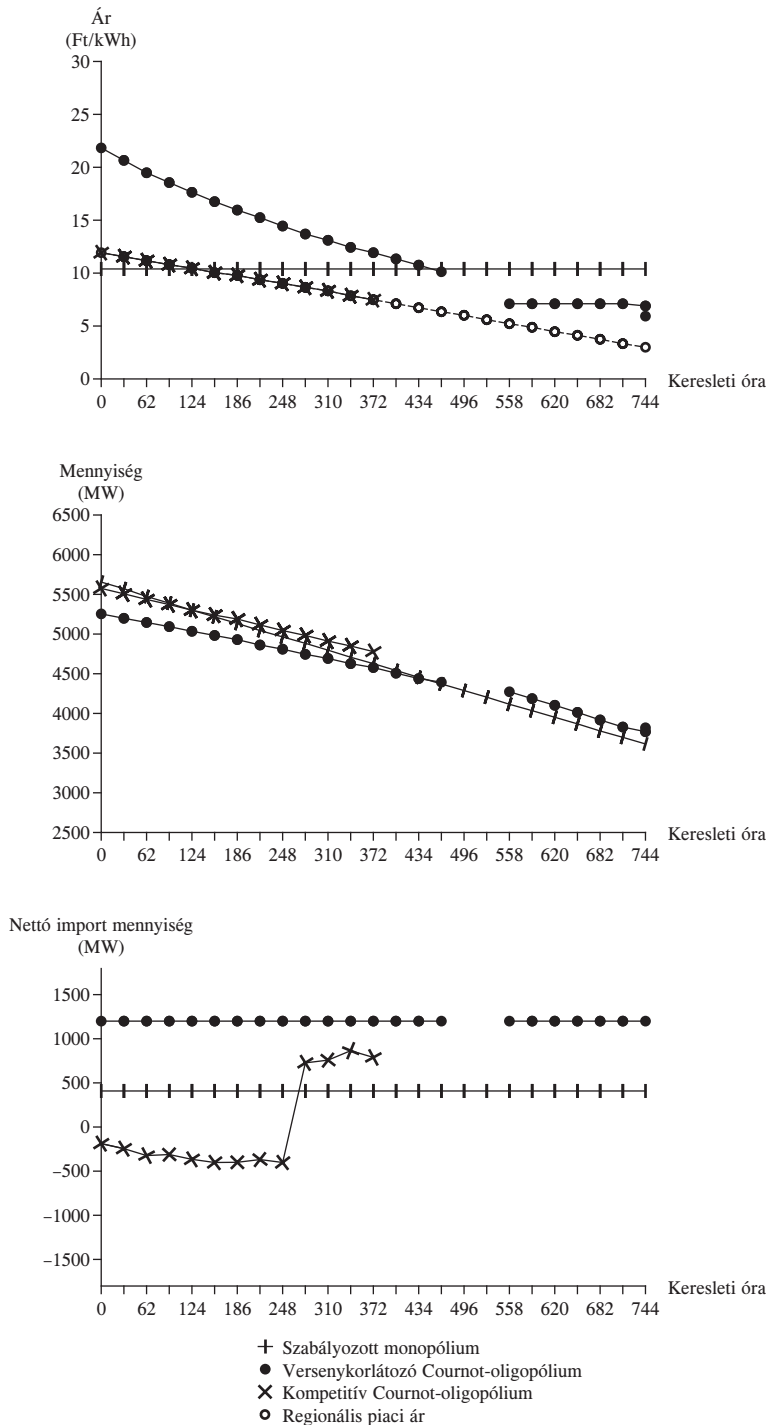
A szimulációkat a január hónap minden egyes reprezentatív keresleti órájára vonatkozóan elvégeztük, vagyis összesen 25 keresleti függvény és regionális árszint mellett számoltuk ki a hazai árampiac Cournot–Nash-egyensúlyi kimeneteit. Az eredmények a 8. ábrán láthatók. A feltüntetett mennyiségértékek a teljes hazai (országos) piacra vonatkoznak. Az egymás alatt elhelyezkedő grafikonokról leolvashatók az egyes keresleti órákat jellemző piaci egyensúlyok ár-, mennyiség- és nettóimport-értékei. Például a 372. legmagasabb keresleti órához két Cournot–Nash-egyensúlyi kimenet is tartozik, és ennek megfelelően két árat (köribelül 12 forint/kWh és 7,5 forint/kWh), két mennyiséget (köribelül 4550 MW és köribelül 4800 MW) és két nettó import mennyiséget (1200 MW és köribelül 800 MW) jeleznek a megfelelő grafikonok. A versenykorlátozó Cournot-egyensúlyok kimeneteit „versenykorlátozó Cournot-oligopólium”, a kompetitív Cournot-egyensúlyok kimeneteit pedig „kompetitív Cournot-oligopólium” címkével jelöltük. A grafikonokon a szabályozott piac – vagyis a 2002. januári tényleges állapot – egyensúlyi ár–mennyiség kombinációit is feltüntettük. A felső grafikonon az egyes keresleti órában használt nemzetközi villamosenergia-árszinteket is feltüntettük.²¹

A magas keresleti órákban és a közepes keresleti órák egy részében a hazai árampiacot a versenykorlátozó és a kompetitív Nash-egyensúlyok együttes jelenléte jellemzi. A versenykorlátozó egyensúlyi kimenetek a kompetitív árszintet köribelül 100 százalékkal meghaladó árakat és természetesen a kompetitív mennyiségnél alacsonyabb országos fogyasztásokat eredményeznek. Egy további jelentős különbség, hogy míg a versenykorlátozó egyensúlyok a határkeresztező kapacitások maximumának megfelelő, nagyarányú

²¹ Rövid távon, például egy hónapos időtartam alatt, a hazai kereslet órás szintje és a nemzetközi órák árampiac árszintje között erős korreláció van, mert a hazai kereslet szintje erősen korrelál a nemzetközi piac árát jelentősen befolyásoló nemzetközi kereslet szintjével. A reprezentatív keresleti órákban használt nemzetközi árszinteket a januári (rendezett) hazai keresleti órákban megfigyelt nemzetközi árak lineáris közelítéseként kaptuk. Akárcsak a horgonymennyiségek esetében a hazai keresleti órák és nemzetközi árak közötti összefüggést a kalkulációk könnyebb programozhatósága érdekében linearizáltuk.

8. ábra

Piaci kimenetek ($\varepsilon = 0,1$; régióár: 3–12 forint/kWh; határkapacitás: 1200 MW)



import mellett, addig a kompetitív egyensúlyok a magasabb keresleti órákban jelentős mennyiségű export, a közepes keresleti órában pedig jelentős – de a lehetséges maximumnál kisebb – import mellett valósulnak meg. A grafikonokról látható, hogy két keresleti órában a Cournot-versenynek nincs tiszta stratégiás Nash-egyensúlyi megoldása. Az alacsony keresleti órákban a hazai árampiacot a kompetitív szegély valamely erőművének határkölségével megegyező árakat és maximális importot eredményező versenykorlátozó Nash-egyensúlyok jellemzik.²² A piachatalom-gyakorlás jelenléte ellenére az egyensúlyi árak nem haladják meg jelentősen – az egyébként már ezekben az órákban a nemzetközi árak felett elhelyezkedő – kompetitív árszinteket (lásd a 7.c ábrát is).

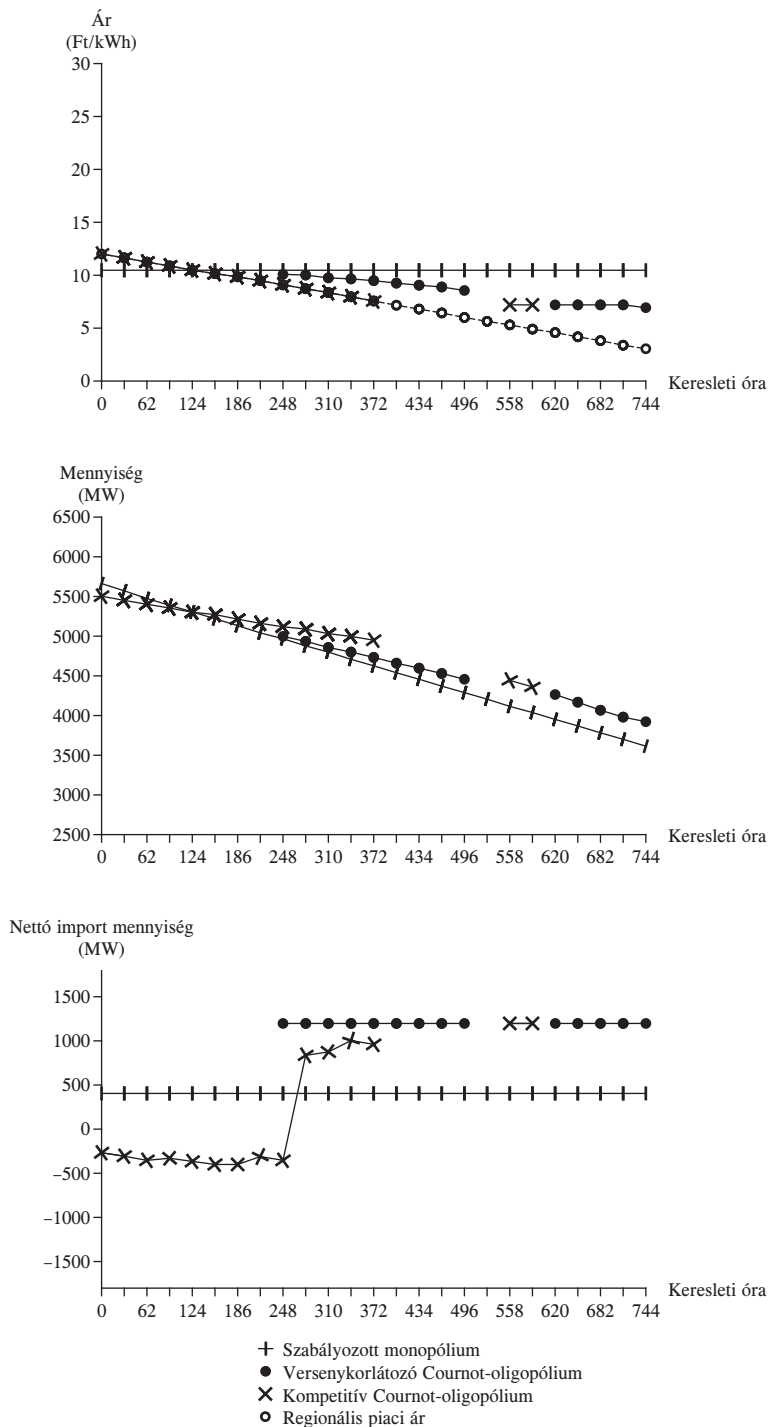
Az alternatív feltevések – nagyobb árrugalmasság, nagyobb határkeresztező kapacitás, alacsonyabb regionális piaci árak és Paks stratégiai szereplőként való viselkedése – mellett kapott modelleredmények a 9–12. ábrákon láthatók. Ha a grafikonokat összevetjük a 8. ábra grafikonjaival, akkor azt látjuk, hogy az alapeset eredményeihez képest a legnagyobb változást az atomerőműre vonatkozó magatartás-feltevés megváltoztatása okozza. Még 1600 MW-os határkeresztező hálózati kapacitás rendelkezésre állása esetén is a versenykorlátozó Cournot-egyensúly az alapeset árainál körülbelül tízszer nagyobb árakat eredményez. (Ugyanakkor érdekes, hogy a keresleti órák egy jelentős részében megmarad a kompetitív egyensúly lehetősége, jórészt persze a rendelkezésre álló nagy határkeresztező kapacitásnak köszönhetően.) A fentiekkel ellentétes irányú hatásokat vált ki természetesen a kereslet árrugalmasságának vagy a határkeresztező kapacitás nagyságának a növelése. Mindkét esetben a keresleti órák egy jelentős részét a regionális piaci árakat eredményező kompetitív Cournot–Nash-egyensúlyok kizárólagos jelenléte jellemzi. Az alapesethez képest ugyanis akár a nagyobb árrugalmasság, akár a nagyobb határkeresztező kapacitás – az oligopolista termelők saját kereslete rugalmasságának növelésén keresztül – a versenykorlátozó kimenet profitabilitását oly mértékben csökkenti, hogy egy vagy több szereplőnek érdemes lesz az árelfogadó stratégiát választva a versenykorlátozó kimenetből dezertálnia.

A piaci kimeneteket a fenti két alternatív feltevés mellett vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy az egyes keresleti órákat jellemző piachatalom-gyakorlás jelenléte ellenére ezekben a forgatókönyvekben a deregulált piac összességében már kedvezőbb outputokat (alacsonyabb havi átlagárakat) eredményez, mint a jelenlegi (2002. januári) szabályozott piac. A januári és a decemberi regionális árampiaci árak mellett kapott modelleredményekre tekintve megállapíthatjuk, hogy a regionális piaci árak csökkenése akár kedvezőtlen hatással is lehet a hazai árampiac teljesítményére. Ennek a némileg talán meglepő eredménynek az az oka, hogy modellünkben a nemzetközi árak nagyságának „stratégiai” hatása is van. A nemzetközi árak csökkenése ugyan nincsen hatással a versenykorlátozó egyensúlyi kimenetekre, viszont egy jelentősebb mértékű áresés az árelfogadó magatartás vonzerejének csökkentése révén a kompetitív Cournot–Nash-egyensúlyok lehetőségének eliminálásához vezethet.

²² Ez a modelleredmény látszólag ellentétben áll azzal megfigyeléssel, hogy a versenyző árampiacokon az alacsony keresleti órákat általában az erős verseny jellemzi. Arról van szó, hogy a modell feltételrendszerétől eltérően a dinamikusan optimalizáló erőművek termelési döntésük meghozatalakor nemcsak a termelés rövid távú határkölségét – a tüzelőanyag-kölséget –, hanem az egyes erőművi egységek ki- és bekapcsolásának költségeit is figyelembe veszik. A ki- és bekapcsolás okozta költségek elkerülése végett az alacsony keresleti órákban az erőművek akár a termelés rövid távú határkölségénél alacsonyabb áron is hajlandók energiát értékesíteni.

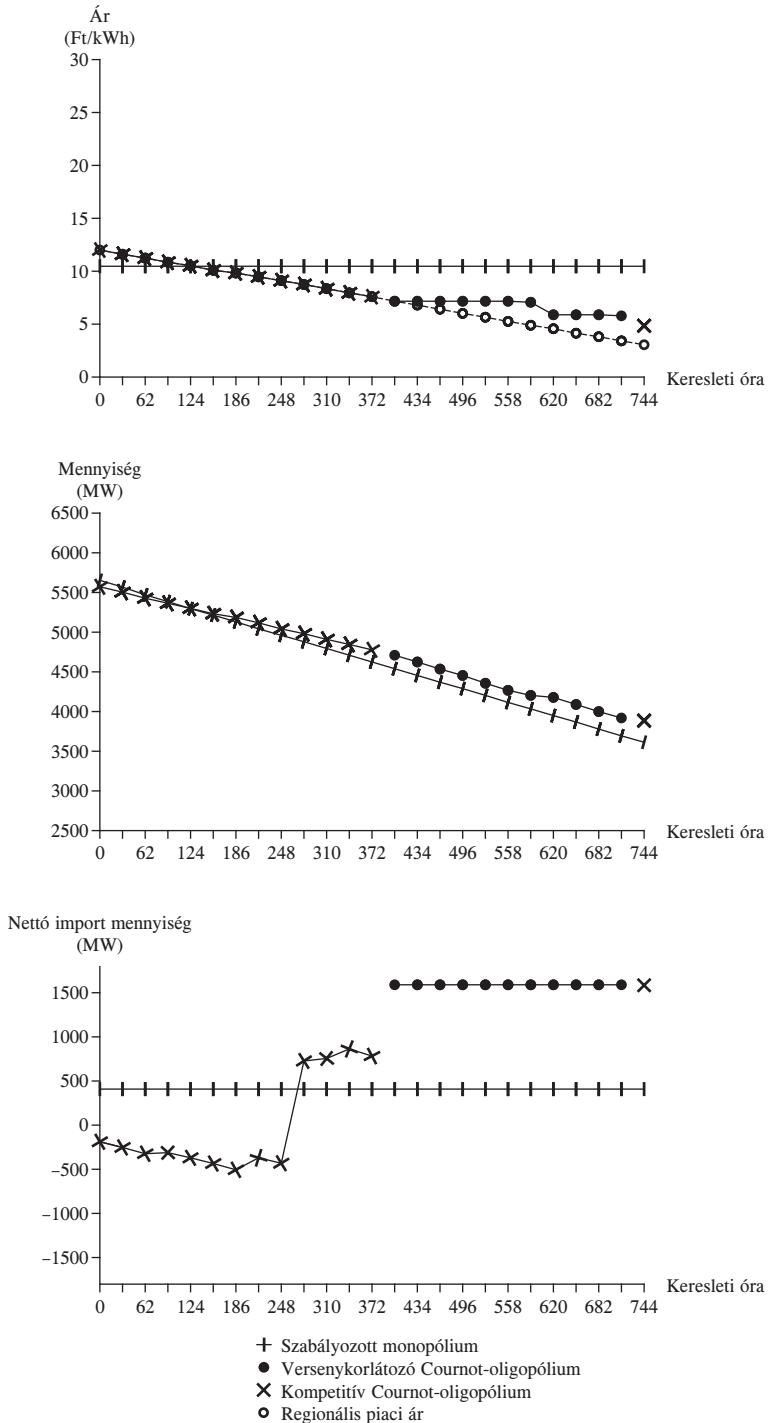
9. ábra

Piaci kimenetek ($\alpha = 0,2$; régióár: 3–12 forint/kWh; határkapacitás: 1200 MW)



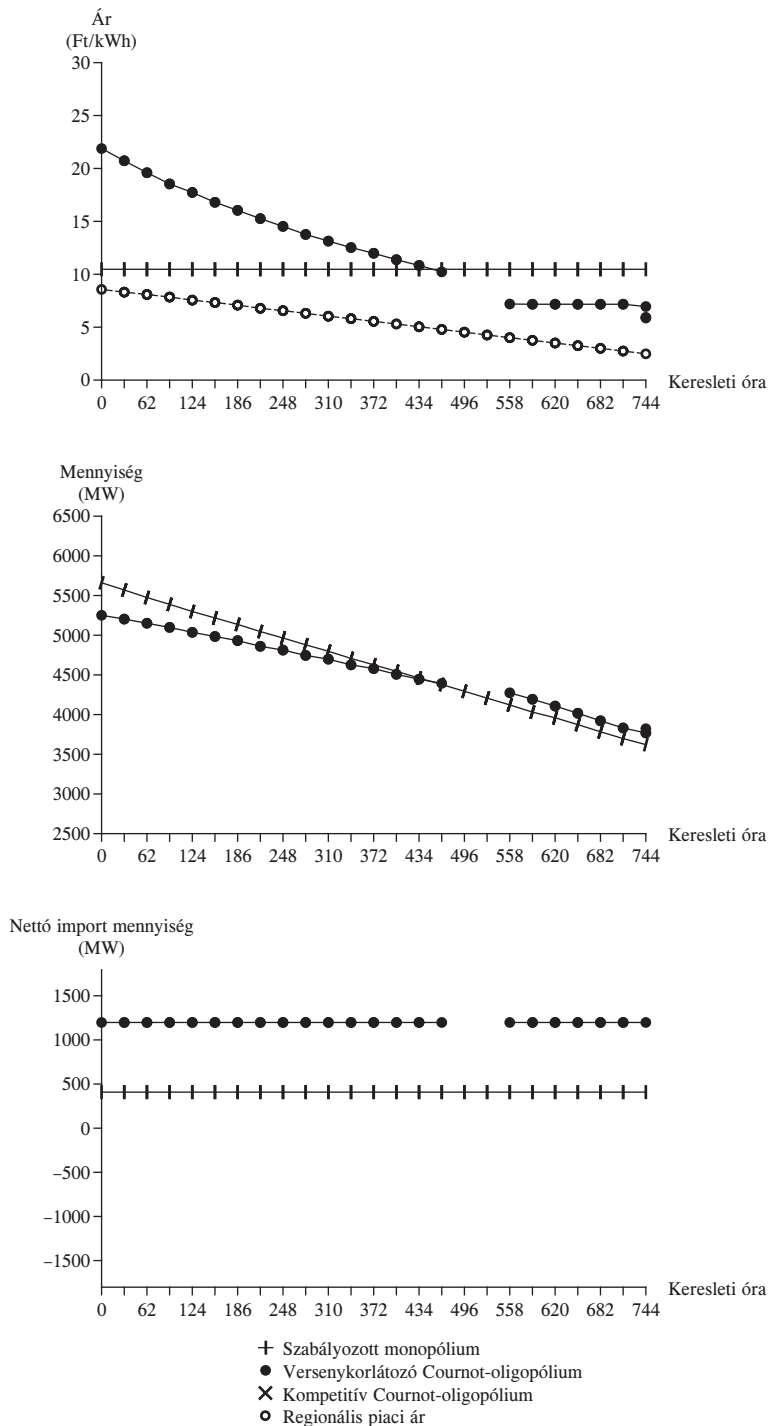
10. ábra

Piaci kimenetek ($\varepsilon = 0,1$; régióár: 3–12 forint/kWh; **határkapacitás: 1600 MW**)



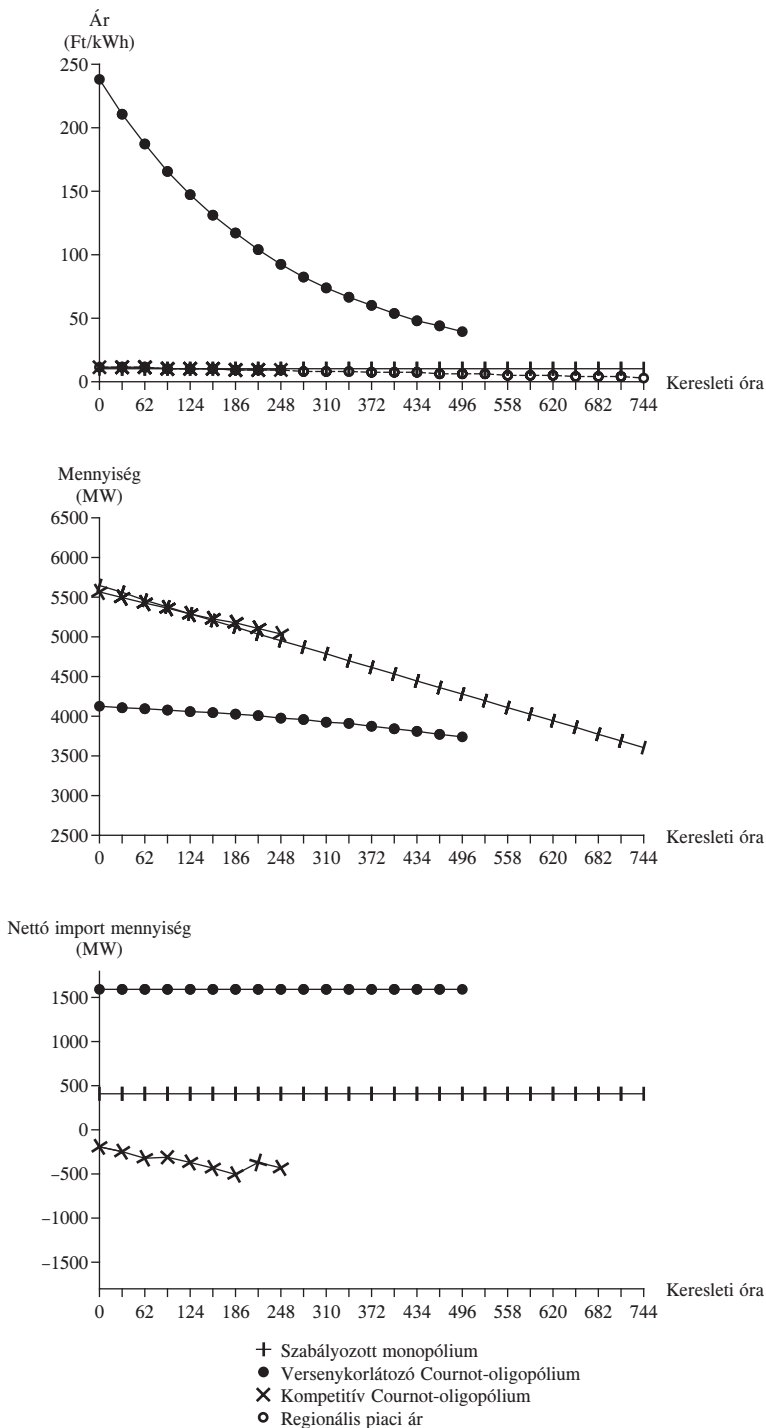
11. ábra

Piaci kimenetek ($\varepsilon = 0,1$; régióár: 2,5–8,5 forint/kWh; határkapacitás: 1200 MW)



12. ábra

Piaci kimenetek, Paks stratégiai ($\varepsilon = 0,1$; régióár: 3-12 forint/kWh; határkapacitás: 1600MW)



Következtetések és a horizontális versenykorlátozás mérséklésének eszközei

A modell eredményeinek értékelése előtt arra kívánunk kitérni, hogy a modell milyen típusú gyakorlati következtetések levonására ad lehetőséget. A cikkben több alkalommal utaltunk az árampiaci oligopólium-modellek és konkrétan az általunk épített modell korlátaira. Beszéltünk arról, hogy a Cournot-verseny csak igen tökéletlen – hiányos vagy nem megfelelő – modellje az erőművek között folyó valós versenynek. Említettük azt is, hogy a teljesen liberalizált és kizárólag spot piaci tranzakciókra épülő kereskedelem feltételezése nem tükrözi hűen a magyar árampiaci viszonyait. Ahhoz, hogy a szimulációk eredményeiből gyakorlati következtetéseket vonhassunk le, tisztáznunk kell e feltevéseknek a modell eredményeire gyakorolt hatását.

Elsőként azt szeretnénk megjegyezni, hogy a modell kritikus feltevései mind konzervatívak – a szóba jöhető alternatív feltételezések általában kevésbé pesszimista kimeneteket eredményeznének. Például, ha a termelők mennyiség helyett kínálati függvényben vagy árban versenyeznének, akkor ez *ceteris paribus* a mi modellünk outputjaihoz képest kedvezőbb, de legalábbis nem rosszabb piaci outputokhoz vezetne. Hasonlóképpen, ha a modellben feltételezettől eltérően a hazai erőművekből kielégített közüzemi piac egy része továbbra is fennmaradna, akkor ez a *szabad* piacon nagy eséllyel – a (kompetitív) nemzetközi kínálat és az (oligopol) hazai kínálat kedvezőbb aránya révén – a verseny intenzitásának növekedéséhez vezetne.²³ Ezekből a megfontolásokból kiindulva, azt javasoljuk, hogy az általunk konstruált modellt a „*legrosszabb piaci forgatókönyvek*” modelljének tekintsük. Mint ilyen, a modell természetesen nem alkalmas a piaci interakciók valósághű szimulációjára vagy a piaci egyensúly pontos előrejelzésére. Alkalmas azonban arra, hogy használatával legalább hozzávetőleges választ kapjunk arra: kell-e (jelentős) piachatalmi problémák megjelenésére számítanunk a magyar áramtermelő piacon. Amennyiben a legrosszabb forgatókönyvek modellezése nem jelez piachatalmi problémát, akkor ez azt sugallja, hogy valóban nem nagyon kell (statikus) horizontális versenykorlátozásra számítanunk. (Egy ellenkező eredmény sajnos már kevésbé hasznosítható, hiszen ekkor nem tudhatjuk, hogy a szimulálnál optimistább forgatókönyvek megvalósulása is versenykorlátozó kimenetet eredményezne-e, vagy sem.) A szimulációk segítségünkre lehetnek továbbá a (statikus) piaci hatalomgyakorlás lehetőségét *biztosan* elimináló piaci kondíciók meghatározásában is. Például információkat kaphatunk arra, hogy mekkora nemzetközi távvezeték-kapacitás vagy mekkora kereslet-árrugalmasság mellett csökken minimálisra a (statikus) horizontális versenykorlátozás veszélye a hazai árampiacon.

A horizontális versenykorlátozás mérséklésére az árampiacon számos közvetlen és kevésbé közvetlen eszköz áll rendelkezésre. Az előbbieket közé soroljuk azokat szabályozási és versenypolitikai eszközöket (például árplafonok, dívesztíciók), amelyek kizárólagos célja a versenykorlátozó magatartás megakadályozása. Az utóbbiak közé elsősorban olyan módszerek tartoznak, amelyek alkalmazása elsődlegesen nem a piachatalmi problémák kezelését célozza, de amelyek a kereslet vagy kínálat kedvező irányú befolyásolása révén a versenyt erősíthetik. A magyar árampiaci kapcsán mi csak – a modell által is sugallt – közvetett eszközökkel kívánunk a továbbiakban foglalkozni.²⁴

A piacegyensúlyi szimulációk eredményei azt mutatják, hogy a kereslet árérzékenységének növelésével, illetve a nemzetközi összeköttetések erősítésével a verseny jelentősen

²³ Gyorsan tegyük hozzá: a fenti megállapításban meghúzódo értékítélet csak lokálisan (a megmaradó szabadpiacra vonatkozóan), csak egy tekintetben (a piachatalmi problémák oldaláról) és abban is csak korlátozottan (a termelői kínálat összetételére és a piac likviditására gyakorolt esetleges negatív következmények figyelmen kívül hagyásával) érvényes.

²⁴ A horizontális versenykorlátozás kezelésére szolgáló szabályozási és versenypolitikai eszközökről részletes áttekintés található a *DOE* [2000] és az *OECD* [2002] tanulmányában.

fokozható. Az áram iránti rövid távú kereslet árrugalmassága ugyan jelentősen nem befolyásolható, kisebb mértékű befolyásolásra azonban számos lehetőség adódik. Ezek közül a legfontosabbak: 1. a valós idejű mérést és számlázást lehetővé tevő villanyórák, 2. az áramszolgáltatás megszakítását vagy csökkentését lehetővé tevő szerződések, 3. a külső ellátást (időlegesen) kiváltó saját áramtermelés, valamint 4. a fogyasztás centralizált irányításának és időzítésének különböző módszerei. Míg az első három eszköz inkább csak az ipari nagyfogyasztók esetében, ott is csak egy szűkebb körben alkalmazható, addig az utolsó megoldással a kisebb felhasználók kereslete is jelentősen befolyásolható.

Az irányított fogyasztás egyik hazai példája a háztartási elektromos vízmelegítők és hőtárolós kályhák hangfrekvenciás körvezérléssel irányított áramellátása. A szolgáltatás lényege, hogy a külön óráról mért kedvezményes díjszabás fejében a szolgáltató maga dönthet arról, hogy a nap folyamán mikor biztosít fogyasztói számára összesen legalább 8 óra áramellátást. Az áramfogyasztás csökkentésének vagy időbeli áterelésének egy másik (külföldi) példája a közintézményekben használt légkondicionálók piaci viszonyokhoz igazított – központi vezérléssel történő – ki- és bekapcsolása. Ezek a szabályozáspolitikai eszközökkel is ösztönözhető kereskedelmi módszerek nemcsak a kereslet árérzékenységére vannak kedvező hatással, hanem a fogyasztás időbeli „kisimításával” a villamosenergia-szektor működésének hosszú távú hatékonyságát is javíthatják.

A rövid távú kereslet árrugalmasságának növelésénél valamivel könnyebb feladatnak tűnik a nemzetközi távvezeték-összeköttetések erősítése. Erre vagy új vezetékek létesítése, vagy pedig a meglévő vezetékek áteresztő képességének növelése révén van lehetőség. Az előbbi – költséges és időigényes – módszer mellett a jelenlegi vezetékek kapacitásnövelésének Magyarországon és a szomszédos országokban sokféle – viszonylag kis költségű és gyorsan megvalósítható – módja is van. A meglévő vezetékek kapacitásának növekedéséhez vezet majd például a hazai, a szerbiai, a romániai és az ukrainai villamosenergia-rendszerek közötti szinkron összeköttetés közeljövőben történő megvalósítása, valamint a hazai belső hálózat gyenge pontjainak megerősítése is. Így az általunk optimistának nevezett 1600 MW határkeresztező átviteli kapacitás-mennyiség megvalósulása a teljes liberalizáció időpontjáig reális forgatókönyvnek tekinthető. A modelleredmények pedig azt mutatják, hogy ekkora határkeresztező kapacitás mellett a nemzetközi verseny már képes kompetitív viselkedésre kényszeríteni a hazai piac domináns termelővállalatait.

Hivatkozások

- ALLAZ, B.–VILA, J.-L. [1993]: Cournot Competition, Forward Markets and Efficiency. *Journal of Economic Theory*, 59. 1–16. o.
- ANDERSSON, B.–BERGMAN, L. [1995]: Market Structure and the Price of Electricity: An Ex Ante Analysis of the Deregulated Swedish Electricity Market. *The Energy Journal*, Vol. 16. No. 2. 97–130. o.
- BALDICK, R.–GRANT, R.–KAHN, E. [2000]: Linear Supply Function Equilibrium: Generalizations, Application, and Limitations. University of California, Working Paper, PWP-078.
- BORENSTEIN, S.–BUSHNELL, J. [1999]: An Empirical Analysis of the Potential for Market Power in California's Electricity Industry. *Journal of Industrial Economics*, Vol. 47. No. 3. 285–323. o.
- BORENSTEIN, S.–BUSHNELL, J.–STOFT, S. [2000]: The Competitive Effects of Transmission Capacity in a Deregulated Electricity Industry. *RAND Journal of Economics*, Vol. 31. No. 2. 294–325. o.
- BRUNEKREEFT, G. [2001]: Regulation and third-party discrimination in the German Electricity Supply Industry. Kézirat, Freiburg, <http://www.vwl.uni-freiburg.de/fakultate/vw/lehrstuhl.html>.
- DOE [2000]: Horizontal Market Power in Restructured Electricity Markets. Office of Economic, Electricity and Natural Gas Analysis. U.S. Department of Energy.

- GREEN, R. J. [1996]: Increasing Competition in the British Electricity Spot Market. *Journal of Industrial Economics*, Vol. 44. No. 1. 205–216. o.
- GREEN, R. J. [1999]: The Electricity Contract market in England and Wales. *Journal of Industrial Economics*, Vol. 47. No. 1. 107–124. o.
- GREEN, R. J.–NEWBERRY, D. [1992]: Competition in the British Electricity Spot Market. *Journal of Political Economy*, Vol. 100. No. 5. 929–953. o.
- JOSKOW, P. L.–KAHN E. [2001]: A Quantitative Analysis of Pricing Behavior in California's Wholesale Electricity Market during Summer 2000. National Bureau of Economic Research, Working Paper, 8157.
- JOSKOW, P. L.–TIROLE, J. [2000]: Transmission Rights and Market Power on Electric Power Networks. *RAND Journal of Economics*, Vol. 31. No. 3. 450–487. o.
- KLEMPERER, P.–MAYER, M. [1989]: Supply Function Equilibria in Oligopoly Under Uncertainty. *Econometrica*, 57. 1243–1277. o.
- MAIER NORBERT–MÉSZÁROS MÁTYÁS–PAIZS LÁSZLÓ [2001]: A dereguláció utáni magyar villamos energia piac kínálati magatartásának modellezése. Magyar Energia Hivatal, Kézirat.
- NEUHOFF, K. [2002]: Integrating Transmission and Energy Markets Mitigates Market Power. Kézirat.
- NEWBERRY, D. [1995]: Power Markets and Market Power. *The Energy Journal*, Vol. 16. No.3. 36–66. o.
- NEWBERRY, D. [1998]: Competition, Contracts, and Entry in the Electricity Spot Market. *RAND Journal of Economics*, Vol. 29. No. 4. 726–749. o.
- OECD [2002]: Market Power in Electricity Generation Markets. DAFPE/COMP/WP2.
- PULLER, S. L. [2001]: Pricing and Firm Conduct In California's Deregulated Electricity Market. University of California working paper, PWP-080.
- RAMOS, A.–VENTOSA, M.–RIVER, M. [1998]: Modeling Competition in Electric Energy Markets by Equilibrium Constraints. *Utility Policy*, Vol. 7. No. 4. 223–242. o.
- TIROLE, J. [1988]: *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge, Mass. MIT Press,
- WOLFRAM, C. D. [1999]: Measuring Duopoly Power in the British Electricity Spot market. *American Economic Review*, Vol. 89. No. 9., 805–826. o.