

## TÉZISGYŰJTEMÉNY

Kácsor Enikő

A megújuló áramtermelés támogatására vonatkozó aukciók elemzése  
című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Magyarkuti Gyula, Ph.D.  
egyetemi docens

Budapest 2021.

Matematika Tanszék

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Kácsor Enikő

A megújuló áramtermelés támogatására vonatkozó aukciók elemzése  
című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Magyarkuti Gyula, Ph.D.  
egyetemi docens

©Kácsor Enikő

# Tartalomjegyzék

<b>1. Kutatási előzmények és a téma indoklása</b>	<b>5</b>
<b>2. A felhasznált módszerek</b>	<b>9</b>
2.1. Módosított LCOE számítás . . . . .	9
2.2. Aukcióelméleti modell és iteráció . . . . .	10
<b>3. Az értekezés eredményei</b>	<b>13</b>
3.1. Módosított LCOE számítás . . . . .	13
3.2. Nash-egyensúly keresési algoritmus . . . . .	15
3.3. Aukciós eredmények egyenáras esetben . . . . .	17
3.4. Aukciós eredmények ajánlati áras esetben . . . . .	19
<b>Hivatkozások jegyzéke</b>	<b>23</b>
<b>Hivatkozások jegyzéke</b>	<b>39</b>
3.5. Saját publikációk jegyzéke . . . . .	39



## 1. fejezet

# Kutatási előzmények és a téma indoklása

Dolgozatomban a megújuló áramtermelés támogatásához kapcsolódó aukciókat vizsgálom. A megújuló energia támogatása világszerte fontos eszköze a klímaváltozás elleni küzdelemnek. Egyre több helyen ismerik fel, hogy a támogatások hatékony allokációját az aukciók biztosíthatják. Az Európai Unióban ezért már jogszabályi kötelezettség a támogatások ilyen módon történő kiosztása (Európai Bizottság, 2014), így az aukciók vizsgálat kétségtelenül aktualitás és releváns téma.

A megújulóenergia-termelés még napjainkban sem számít teljesen érett technológiának. Ez azt jelenti, hogy támogatás nélkül, piaci körülmények között a legtöbb befektető még nem valósítaná meg a projekteket, szükség van valamiféle anyagi, vagy akár szabályozási támogatásra ahhoz, hogy a beruházások megtörténjenek.

A téma relevanciáját az elmúlt években elfogadott Európai Uniói jogszabályokban foglalt követelmények adják, melyek hatására Európa-szerte egyre több országban tartanak a megújuló áramtermelés támogatásának kiosztására aukciókat (pl.: Dánia, Franciaország, Németország, Hollandia, Olaszország, Írország, az Egyesült Királyság és Portugália, (Wigand et al., 2016)), de számos afrikai és dél-amerikai ország is ebbe az irányba indult el (pl. Zambia (del Río, 2017a), Peru (del Río, 2017b), Brazília vagy Dél-Afrika, (Wigand et al., 2016)).

A disszertációban a következő főbb kutatási kérdésekre keresem a választ:

- Milyen eloszlás alapján alakulnak ki a szereplők költségei (értékelésük), ha a beruházási költségre teszünk eloszlás feltételezést, és figyelembe vesszük a jövőbeli áramárak alakulását is?
- Hogyan lehet meghatározni az aukción a Nash-egyensúlyi ajánlati függvényt, ha nem kizárólag szigorúan monoton növvő függvényeket vizsgálunk?
- Mennyiben különböznek ezek az ajánlatiárás (pay-as-bid) és az egyenáras (uniform price) esetben, és ebből milyen szakpolitikai következtetéseket vonhatunk le?

A disszertáció kutatási kérdései részben elméleti jellegűek, a megújuló aukciók általános modellezési keretrendszeréhez kapcsolódnak (Hogyan található meg a Nash-egyensúly, vagy egy ahhoz közeli ajánlatadási stratégia?), de ezeket is konkrétan a német naperóművi aukciók esetén vizsgálom. A kérdések egy másik része konkrét számításokkal alátámasztott, gyakorlati eredmény (például a módosított LCOE' számítás, és az ebből kapott eloszlás).

Gyakorlati relevanciájuk azért jelentős, mert a jövőben számos Európai Unió tagállam fog ilyen típusú aukciókat rendezni (köztük hazánk is: 2019 szeptemberében került sor az első, pilot aukció kiírására itthon, azóta a 2020-as év folyamán már a második aukciót is lebonyolították), ezért az aukciós viselkedés minél pontosabb modellezése lehetővé teszi a döntéshozók számára, hogy megfelelő becslést adjanak a költségvetésre vonatkozóan, illetve a számukra legkedvezőbb aukciós szabályrendszert állítsák fel.

A munka a következő felépítést követi: a konkrét kutatási kérdéseknek és a kutatásom céljának rövid bemutatását követően áttérek az Európai Unió megújuló politika összefoglalására. Bemutatom miért fontos ez a terület, és hogy milyen fejleményeket láthattunk az elmúlt évek során, illetve mi várható a közeljövőben. Ezután bemutatom a német árampiacot és támogatási rendszert. Ezt követően röviden kitérek a magyar piacra is. Ismertetem a legújabb fejleményeket, és röviden megindoklom, hogy miért nem a hazai aukciókat modellezem.

A harmadik fejezet a megújuló technológiák költségeinek becsléséről szól. Először ismertetem a szakirodalomban használatos LCOE (levelised cost of energy) számítási keretrendszert, majd a német árampiacra vonatkozóan a napenergia esetén saját becslést készítek. A dolgozat fontos hozzáadott értéke, hogy

a szokásos LCOE számításán túlhaladok, az eredeti módszertant továbbfejleszttem, és ezt a módosított LCOE számítást használom fel az aukcióelméleti modellemhez. Ehhez egy külön modellel elvégzem az áramárak előrejelzését is a következő 30 évre vonatkozóan.

A negyedik fejezetben ismertetem az aukcióelméleti modellemet. A modellezési keretrendszer és a feltételezések részletes ismertetése után rátérek a szereplők optimalizációjára, és az egyensúlyi licitfüggvények megkeresésére. Az ajánlati áras esetben két megközelítés mellett is megkeresem az egyensúlyt: az iterációt normális és egyenletes eloszlás feltételezéssel is elindítom. Majd az aukció lejátszását is elvégzem szimuláció segítségével. A modellt két különböző szabályrendszer esetén (ajánlati áras és egyenáras) építem fel, és mindkét esetben le is játszom az aukciót.

A kapott eredményeket összevetem egymással, illetve más szerzők eredményeivel is. A megszokottól némileg eltérően a fontosabb munkák ismertetése mindenhol az adott fejezet elején, szorosan ahhoz kapcsolódóan kerül bemutatásra. Ezekben az összefoglalókban minden terület esetén összegyűjtöm az eddig felhalmozott fontosabb kutatási eredményeket, kiemelem, hogy ezek tükrében a kutatásom miért tekinthető relevánsnak, és hogy mit tesz hozzá az eddigi irodalomhoz.

Végül az utolsó fejezetben összefoglalom a legfontosabb eredményeket, felvázolom a további lehetséges kutatási irányokat, és kísérletet teszek rá, hogy bemutassam az eredmények gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit.





## 2. fejezet

# A felhasznált módszerek

### 2.1. Módosított LCOE számítás

A dolgozatban felhasznált két legfontosabb módszer közül az első a szereplők értékelésének (illetve ezek eloszlásának) kiszámításához kapcsolódik. Ez egy módosított LCOE (Levelised Cost of Electricity) számítás. Az LCOE egy villamos energia termelő egység esetén a fajlagos áramtermelés költségét ragadja meg. A teljes élettartamot, és az ez alatt felmerülő minden kiadást figyelembe véve mondja meg az egységnyi megtermelt áramra eső költséget.

Úgy is tekinthetünk rá, mint az az 1 energiaegységre jutó állandó bevétel, ami mellett a projekt bevételeinek és kiadásainak jelenértéke éppen megegyezik: vagyis ekkora energiaegységenkénti (pl. megawattóránkénti) bevételt kell realizálni ahhoz, hogy a beruházás az elvárt hozamot is figyelembe véve éppen megtérüljön. A szakirodalomban rendkívül bevett módszer, hogy az egyes technológiákat ezen mutató mentén hasonlítják össze egymással.

A számításhoz szükség van a teljes élettartam során felmerülő összes költségre, valamint egy termelési profil feltételezésre. Emellett pedig a beruházástól elvárt hozam kapcsán is feltételezéssel kell élni.

Az általam vizsgált aukciós modellben a megszokott logika szerint számolt LCOE érték nem értelmezhető egy az egyben úgy, mint a szereplők támogatási igénye (vagy maradvány az aukcióelméleti terminológiánál: értékelése). Ennek oka egyrészt, hogy a támogatás a modellemben nem egy minden egyes megtermelt egység áram után járó fix összeg, csak az értékesített áram piaci árát kiegészítő

prémium. Másrészt a támogatási időszak és a projekt élettartama sem egyezik meg (előbbi 20, utóbbi 25 év). Ezért dolgozatomban egy módosított, kiegészített LCOE számítási módszertant alkalmazok.

Ezek miatt a feltételezések miatt a szereplőknek a támogatáson kívül egyéb, a piacról származó bevételeik is lesznek, melyek a jövőben kialakuló nagykereskedelmi áramáraktól függenek. Ezért a számításhoz szükség van egy áramár előrejelzésre is, melyet magam végeztem el a REKK által fejlesztett Európai Árampiaci Modell segítségével.

Mindezen bemenő paraméterek és a megfelelő feltételezések mellett tehát kiszámítom, hogy mi az a lebegő prémiumhoz kapcsolódó támogatási szint, aminek elnyerésekor a beruházás az elvárt hozam mellett éppen megtérül. Ezt az értéket fogom módosított *LCOE* értéknek nevezni, jelölje *LCOE'*.

A havi bevételeket éves szintre aggregálom a számítás során, és ezt az éves összesent „diszkontálom”, az elvárt hozamat (vagyis a WACC értéket) figyelembe véve. A módosított számítás a következőképpen írható le:

$$\sum_{t=1}^N \frac{\sum_{m=1}^{12} (LCOE' + (p_{t,m} - LCOE')^+) E_{tm}}{(1+r)^t} + \sum_{t=N+1}^n \frac{\sum_{m=1}^{12} p_{tm} E_{tm}}{(1+r)^t} = I + \sum_{t=1}^n \frac{M_t}{(1+r)^t},$$

ahol  $n=25$  év az élettartam,  $N=20$  év a támogatási időszak,  $p_{tm}$  a  $t$ . év  $m$ . hónapjának referenciaára,  $E_{tm}$  a  $t$ . év  $m$ . hónapjában termelt összes áram mennyisége,  $LCOE'$  pedig az a támogatott árszint, ami mellett a projekt éppen megtérül ( $r$  WACC értéket feltételezve).<sup>1</sup>

A dolgozatban először ismertetem az eredeti LCOE számítás logikáját, illetve a szakirodalomban fellelhető adatok alapján a német PV technológia esetén becslést is készítek. Ezt követően bemutatom az aukciós modellemhez használt módosított LCOE számítást, és annak eredményeit.

## 2.2. Aukcióelméleti modell és iteráció

A második fontos módszer az ajánlati függvény kiszámításához használt iteráció, melyhez a szükséges elméleti háttér az aukcióelmélet irodalma biztosítja. Az

<sup>1</sup>A felső indexben szereplő + jel a zárójelek közti szám pozitív részét jelenti.

aukcióelméleti modelleket a szokásos független értékeléseket feltételező aukcióelméleti keretrendszerben írjuk fel.

Az aukcióelméletben használatos modellek esetén egy előre definiált megközelítést szokás alkalmazni. Ebben a keretrendszerben a racionális és kockázatmentes szereplők az aukcióra bocsátott tárgy(ak)ra vonatkozóan egy-egy értékeléssel rendelkeznek. Ez az értékelés testesíti meg a szereplők aukcionálandó tárgy megszerzésére vonatkozó hasznosságát.

Ez az értékelés minden szereplő esetén egy olyan eloszlásból származik, ami mindenki számára köztudott tudás. Az aukció lejáttszása előtt már minden szereplő ismeri a saját konkrét értékelését, vagyis az adott eloszlás rá vonatkozó realizációját. Minden szereplő csak a saját konkrét realizációját ismeri, a többiek értékeléséhez kapcsolódóan pedig csak az eloszlást. A szereplők saját konkrét értékeléseik ismeretében tesznek tehát ajánlatot az aukción. Az ajánlat úgy kerül meghatározásra, hogy a szereplő a legnagyobb várható hasznosságot realizálja általa. Ennek megfelelően a szereplőknek a következő függvényt kell maximalizálniuk, egy adott értékelés ( $x_j$ ) esetén az optimális ajánlat ( $b_j$ ) megkeresésével:

$$E(\pi_j(x_j, b_j)) = P_{j,w}(b_j)U_{j,w}(x_j, b_j) = \sum_{i=0}^{39} \binom{99}{i} (F_1(b_j) - P(b_j))^i (1 - (F_1(b_j) - P(b_j)))^{99-i} (b_j - x_j)$$

ahol,  $P_{j,w}(b_j)$  a nyeresés valószínűsége  $b_j$  ajánlat esetén,  $U_{j,w}(x_j, b_j)$  a nyereségszám  $b_j$  ajánlat és  $x_j$  értékelés esetén,  $F_1(x) = P(X \leq x)$ , a többi szereplő ajánlatainak feltételezett eloszlása,  $P(b_j) = P(X = b_j)$ , a  $b_j$  ajánlat előfordulásának valószínűsége e mellett. Az aukción indulók száma 100, a nyertesek száma pedig 40.

A fenti kifejezésben látható, hogy a többi szereplő ajánlatainak eloszlására vonatkozóan egy feltételezéssel kell élnünk. Az ajánlati árás aukciók esetén egy olyan iterációs algoritmust alkalmazunk, ami megkeresi azt vagy azokat az ajánlati függvényeket, amelyek esetén a többiekre feltételezett, és az e mellett kapott optimális ajánlatok megegyeznek – hiszen, ha ez teljesül, akkor Nash-egyensúlyban vagyunk, mindenki ugyanis a legjobb választ játssza a többiek ajánlataira. Az iteráció logikája tehát a következő.

- Első lépésként a többi szereplő ajánlataira vonatkozóan élek egy feltételezéssel, e mellett vizsgálom minden egyes szereplő optimális ajánlatadási viselkedését.
- Következő lépésként ellenőrzöm, hogy az így adódó ajánlati eloszlás megegyezik-e a többi szereplőre feltételezett ajánlati eloszlással. Ha igen, akkor Nash-egyensúlyban vagyunk. Ha nem, akkor az így kapott új ajánlati eloszlást feltételezem a következő lépésben a többi szereplőről.
- Ismét meghatározom az új feltételezések mellett a kiválasztott szereplő optimális ajánlatadási stratégiáját. Majd ellenőrzöm, hogy Nash-egyensúlyban vagyok-e (az NRMSE mutató segítségével).
- Az iteráció kétféleképpen érhet véget. Ha az optimális viselkedés megegyezik a többiekéről feltételezettel, akkor (a szimmetriából fakadóan) minden szereplő a legjobb választ adja a többiek ajánlatára, vagyis Nash-egyensúlyban vagyunk. A másik megállási kritérium akkor lép életbe, ha a feltételezett és kapott ajánlati eloszlások közötti távolság csökkenés után növekedésbe vált, ekkor ugyanis feltételezhető, hogy „eltávolodunk” a Nash-egyensúlytól, így az utolsó még csökkenést eredményező lépésnél az iteráció megáll.

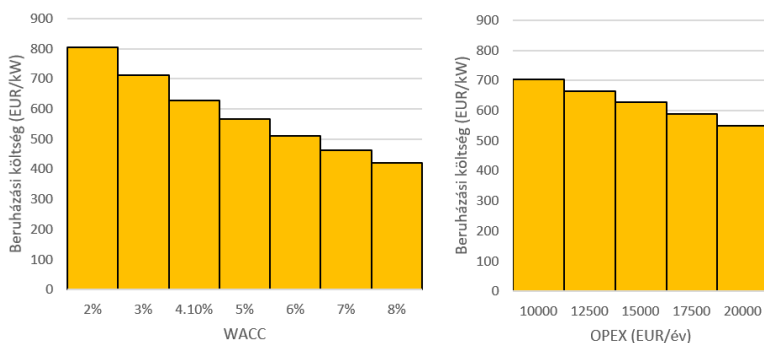
## 3. fejezet

# Az értekezés eredményei

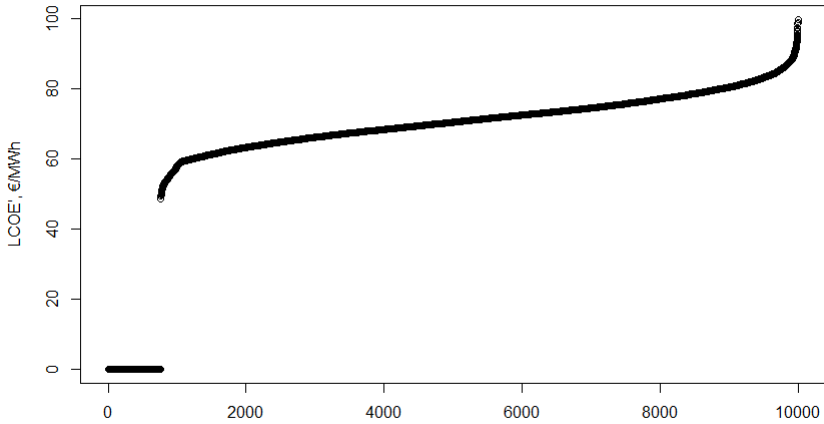
### 3.1. Módosított LCOE számítás

Az előző fejezetben bemutatott képlet segítségével meghatározható, hogy egy adott beruházási költség érték esetén mekkora a támogatásszükséglete a projektnek. Hasonlóan, a fenti számolás segítségével meghatározható az úgynevezett kritikus beruházási költség szint is, vagyis az a beruházási költség, ami mellett a projekt már támogatás nélkül is megtérül. Ez utóbbit szemlélteti a 3.1. ábra.

Az aukcióelméleti modellhez szükség van az értékelések eloszlására. Ahhoz, hogy ezt meghatározhassam szükséges egy eloszlás feltételezéssel élni a beruhá-



3.1. ábra. Beruházási költség szintek 0 támogatásigényhez különböző WACC és OPEX értékek esetén



3.2. ábra. LCOE' tapasztalati eloszlása, 10 000 generált beruházási költség érték alapján, forrás: saját ábra

zási költségekre vonatkozóan. Normális eloszlást feltételezek, aminek paramétereit szakirodalmi adatok alapján határozom meg. Az átlagot a fellelhető irodalom alapján szakértői becsléssel határozom meg, a szórásra pedig a  $3\sigma$  szabály alapján teszek fel egy értéket. A fentiek alapján a feltételezett eloszlás:

$$I \approx N(800, 100).$$

Mindezek segítségével pedig 10 000 különböző, a fenti eloszlásból generált beruházási költség esetén számolom ki a módosított LCOE értéket, így jutok el az értékelések eloszlásához, mely a 3.2. ábrán látható.

Szembetűnő, hogy az első jó pár (egészen pontosan 759) elem 0. Ennek oka, hogy ezeknél a szereplőknél mind fennáll, hogy a beruházási költség annyira alacsony, hogy a projekt támogatás nélkül is megtérül. Ezekben az esetekben a szereplők azért vesznek részt az aukción, mert abban bíznak, hogy elnyerhetnek támogatást (ahogy látni fogjuk nem is alaptalanul).

Az elmúlt néhány év nemzetközi aukciói megmutatták, hogy ezen szereplők részvétele reális feltevés, ugyanis több esetben is a jövőbeli áramár várakozások-

nál jóval alacsonyabb támogatási szint alakult ki az aukciókon (jó példák erre a legutóbbi spanyol naperőművi és szélerőművi aukciók, melyek eredményeit 2021 elején publikálták: a támogatási szintek 15 és 30 €/MWh között alakultak, miközben a spanyol nagykereskedelmi áramárak február elején 50 €/MWh környékén mozogtak). Ez pedig azt jelenti, hogy a szereplőknek nincs szüksége a piaci árakon felüli többletre ahhoz, hogy megépítsék a projektjüket, csupán annak biztonságára, hogy egy adott (várhatóan a jövőbeli áramáraknál jóval alacsonyabb) összeget biztosan megkapjanak az általuk termelt áramért a támogatási időszak alatt.

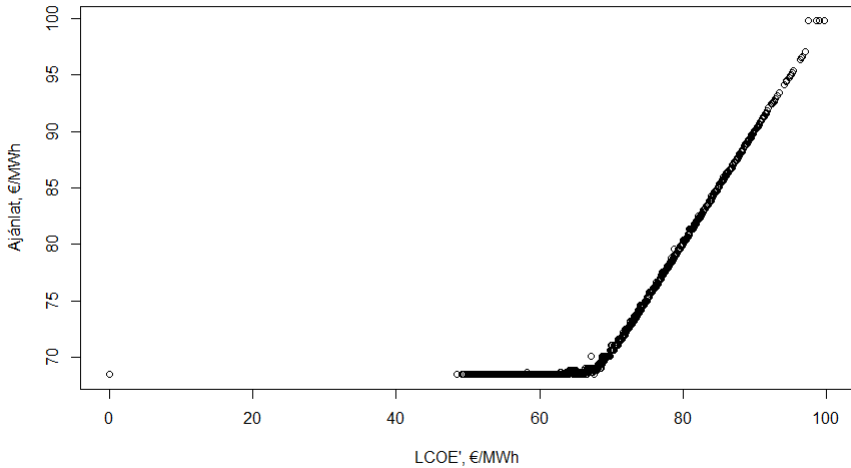
### 3.2. Nash-egyensúly keresési algoritmus

A szakirodalom korábbi eredményei alapján kijelenthető, hogy az egyenáras aukciók esetén az identitás függvény, mint ajánlati függvény Nash-egyensúlyi licit-függvény.

Ezzel szemben az ajánlati áras esetben jóval bonyolultabb feladat megtalálni egy esetleges Nash-egyensúlyi ajánlati függvényt. Ennek keresésére dolgoztam ki a fent bemutatott iterációs algoritmust.

Az általam modellezett speciális esetben, a módosított LCOE' számításból adódó értékelésekkel kalkulálva az iteráció során nem jutok el valóban Nash-egyensúlyinak tekinthető ajánlati függvényekhez, azonban a feltételezett és a kapott ajánlatok (és így ajánlati függvények) nagyon közel vannak egymáshoz. A távolság mérésére az NRMSE mutatót használom. A szakirodalom alapján 0,1%-os érték alatt tekinteném a kapott egyensúlyt Nash-egyensúlyinak. Esetemben azonban a szereplők az iteráció során már akkor megállnak, amikor a Nash-egyensúlyhoz való „közeledés” „távolodásba” vált, így egy „pszeduo-Nash-egyensúly”-i stratégiát választanak ajánlati függvényként. Ez esetben az NRMSE érték 0,25% körüli, tehát itt is nagyon hasonlít a feltételezett és kapott ajánlati eloszlás.

Eltérő ajánlati függvények adódnak, ha a szereplők az első vagy ha a második ilyen távolodás alkalmával állítják le a keresést. Az azonban mindkét esetben elmondható, hogy a kapott ajánlati függvény alakja speciális. Egy adott értékelésnél kisebb-bel rendelkező szereplők egymáshoz nagyon közeli ajánlatokat adnak (ez a megállástól függően 68,5 vagy 70,5 €/MWh környékén mozog), ennél



3.3. ábra. Az ajánlati függvény alakja az  $F_4$  ajánlati feltételezésre adott optimális ajánlatok esetén, forrás: saját ábra

magasabb értékelés esetén pedig a saját értékelésükhöz nagyon közeli ajánlatokat adnak – így az ajánlati függvény egy vízszinteshez közelítő, és egy nagyjából 45 fokos szakaszból áll. Ez mindkét esetben elmondható, a különbség abban áll, hogy a töréspont nagyjából milyen ajánlat magasságában található. A 3.3. ábrán az első kilépési pont esetén kapott ajánlati függvényt ábrázolom (az értékelések és ajánlatok kapcsolatát 10 000 különböző értékeléshez tartozó optimális ajánlattal ábrázolom).

1000 adatpont esetén megvizsgáltam azt az esetet is, amikor a szereplők figyelembe veszik a döntetlen lehetőségét. Itt (a rendkívül hosszú futási idő miatt) az első 5 lépést végeztem el. Az iterációs lépések nagyon hasonlóan alakultak, a döntetlentől eltekintő esethez, a százalékos NRMSE értékek  $F_3$ -at,  $F_4$ -et és  $F_5$ -öt feltételezve 1, 2, illetve 3 tizedesjegy pontosságig egyeznek meg. Az ajánlati függvények alakja is rendkívül hasonló.

Az iterációt (a döntetlentől eltekintve) egyenletes eloszlásból is elindítottam, szintén 1000 adatpontra. A normális eloszlással induló esethez hasonlóan  $F_4$  feltételezése, majd  $F_{10}$  feltételezése esetén érdemes megállni. Egyik esetben sem



kapunk valódi Nash-egyensúlyt, de ahhoz „nagyon közeli” kimenettel találkozunk, az NRMSE értékek 0,54%, majd 0,22%. Az ajánlatok és az értékelések közötti összefüggések itt is nagyban hasonlítanak a korábban kapottakhoz.

### 3.3. Aukciós eredmények egyenáras esetben

Az egyensúlyi stratégiákat feltételezve leszimulálom az aukciók lejátszását, 1000–1000 alkalommal. A jobb összevethetőség kedvéért ugyanazt a 1000\*100 értékelést használom mindkét lejátszás esetén.

A kisorsolt értékelések mellett a megfelelő ajánlati függvényt feltételezve – ez az egyenáras esetben az identitás függvény, az ajánlati áras esetben pedig az iterációból adódó értékelés-ajánlat párokra illesztett függvény – minden szereplő beadja az ajánlatát, ezekből kiválasztom a nyerteseket (mindkét aukción a 40 legkisebb ajánlatot adó játékos nyer), meghatározom az egyes szereplők által elnyert támogatási szintet, és a teljes kifizetést is – ami jelen esetben a szakirodalomban kikiáltó bevételeként emlegetett összeg, de ez most egy „negatív bevétel”, hiszen beszerzési aukcióról van szó, vagyis a kikiáltó összköltségéről beszélhetünk.

Ahogy fent bemutattuk, az egyenáras aukció esetén a stratégia megtalálása a korábbi irodalmi eredményekre alapozva nem jelent kihívást. Minden szereplő az értékelésének megfelelő ajánlatot ad, tehát az eredmények esetén nem érdemes külön foglalkozni a kapott Nash-egyensúlyi licitfüggvénnyel, tudjuk, hogy az identitásfüggvény a Nash-egyensúlyi ajánlatadási stratégia. Ezért az eredmények bemutatása a kialakuló árakra és a kikiáltó várható összköltségére korlátozódik. Ezek lesznek a viszonyítási pontok az ajánlati áras aukció vizsgálatakor.

Ahogy említettem, ahhoz, hogy a fentieket meghatározzam ismét szimulációt használok. Az aukciót 1000 alkalommal „játszom le”, vagyis ennyiszor szimulálok 100 szereplőnek beruházási költséget, és számítom ki ebből mindegyikük  $LCOE'$  értékét (vagyis értékelését). Mivel ezen értékek maguk az ajánlatok is, következő lépésként sorbarendezem őket, és a legalacsonyabb 40 értékeléssel rendelkező játékost választom nyertesnek. A kialakuló ár a 41. legalacsonyabb ajánlat, vagyis a legalacsonyabb már nem nyertes ajánlat, ezt a támogatási szintet kapja minden nyertes szereplő. A kapott eredmények alapján a legalacsonyabb kialakuló támogatási szint 64,8 €/MWh, a legmagasabb 71,6 €/MWh, átlagosan pedig ez az érték 68,4 €/MWh-nak adódott.

A kikiáltó összköltsége a teljes támogatási időszakra vonatkozó összes kifizetett támogatás. Ennek meghatározásához ismét gondolni kell valamit a jövőbeli áramárakról. Itt azzal a feltételezéssel élek, hogy a szereplők által az LCOE' számítás során használt áramárelőrejelzés a legjobb becslés, ezért ezzel számolok a teljes költség meghatározásakor is. Ugyanez igaz a várható termelésre: a korábban bemutatott termelési profil a feltételezett ennek a számításnak a során is.

Megvizsgálom tehát, hogy azokban az órákban, amikben a naperőművek termelni fognak mi lesz a termeléssel súlyozott havi átlagár. Amennyiben ez alacsonyabb, mint az elnyert támogatási ár, akkor a szereplők a kettő különbségét kapják meg minden megtermelt egység (MWh) áram után. Amennyiben a támogatási ár alacsonyabb, mint az így számolt átlagár, az adott hónapra vonatkozóan a termelők nem kapnak támogatást. A feltételezett szimmetria miatt, és mivel az aukciós szabályok alapján minden szereplő ugyanazt a támogatási árat nyeri el, elegendő egy szereplőre kiszámolni a teljes támogatási időszakra vonatkozó támogatást, és ezt kell megszorozni 40-nel, hogy megkapjuk a kikiáltó teljes költségét. A fenti számolás tehát a következőképpen írható fel:

$$\sum_{t=1}^{20} \frac{\sum_{m=1}^{12} [TSZ - p_{tm}]^+}{(1+r)^t}$$

, ahol,  $TSZ$  a kialakult támogatási szint, és ahogy fent is,  $p_{tm}$  a havi átlagos áramár a  $t$ . év  $m$ . hónapjában,  $r$  pedig a számításhoz figyelembe vett diszkontfaktor.<sup>1</sup>

A kapott eredmények alapján az összköltség nettó jelentértékének minimuma 4,32 milliárd eurónak, maximuma pedig 7,53 milliárd eurónak adódott (2019-es reál értéken számolva). Átlagosan pedig a teljes, 20 év alatt kifizetendő támogatás diszkontált jelenértéke 5,95 milliárd euró. Mindez azt jelenti, hogy attól függően, hogy az aukción résztvevő szereplők éppen milyen beruházási költséget realizálnak a feltételezett eloszlásból, nagyon különböző összköltségek alakulhatnak ki – az átlaghoz képest +/-27%-os sávban mozognak az eredmények. Ez a döntéshozók szempontjából fontos kockázati tényező – ugyanakkor, ahogy látni fogjuk, az átlagos érték alacsonyabb, mint az ajánlati áras esetben.

<sup>1</sup> ezt az értéket a társadalmi diszkontrátaként érdemes felfogni, szintjét 4,1%-nak vettem.

### 3.4. Aukciós eredmények ajánlati áras esetben

Az ajánlati áras aukció esetén az egyik legfontosabb eredmény a kapott licitfüggvény. A szakirodalomban azt találjuk (pl. (Krishna, 2010)), hogy a szereplők ajánlati áras aukció esetén nem vallják be a valós értékelésüket, hajlamosak kevesebbet kínálni az aukcionált tárgyért, vagy esetünkben magasabb támogatást kérni a valósnál – vagyis a projekt megtérüléséhez adott elvárt hozam mellett még éppen szükségesnél. Ez a korábbi eredmény a saját modellem esetén is megerősítést nyert. Az iteráció lépéseit fent már bemutattam, a következőkben az eredményül kapott összefüggést (az értékelések és az ajánlatok között) elemzem ki röviden, az első, és az utolsó megállás esetén, vagyis  $F_4$  és  $F_{10}$  ajánlati eloszlás feltételezése esetén.

A szereplők, ahogy fent is említettem nem találnak rá egy valódi Nash-egyensúlyi kimenetre, csupán egy annak tűnő, „pszeudo-Nash-egyensúly”-i ajánlati függvényt fognak használni. Mind az  $F_4$ , mind az  $F_{10}$  ajánlati eloszlás feltételezés esetén adott legjobb válasz mellett jól látható, hogy a szereplők nagy csoportja ad egy adott értékhez nagyon közeli ajánlatot. Ez az első esetben 68,5 €/MWh környékén, a második esetben már 70,5 €/MWh környékén mozog. Ahogy látni fogjuk, ez az átlagos elnyert támogatási szintre is befolyással bír.

Éppen ezért, ez a látszólag kis különbség jelentős hatással van a támogatási összköltségre, ugyanis az előrejelzett áramárak a 2030-as években sokszor éppen ezen értékek környékén mozognak, ami azt jelenti, hogy az egyik esetben már kell, a másikban még pont nem kell fizetni a szereplőknek támogatást.

A függvények alakjára visszatérve jól látható, hogy a minimum ajánlatnál alacsonyabb értékeléssel rendelkezők ajánlatai e körül az érték körül sűrűsödnek (közel vízszintes szakasz), az ennél nagyobb értékeléssel rendelkezők pedig valamivel a saját értékelésüknél magasabb ajánlatokat adnak (emelkedő szakasz). Természetesen a szereplőknek nem éri meg a saját értékelésük alá ajánlani, hiszen ekkor a projektet nem tudnák kellő megtérülés mellett megvalósítani, tehát ha a szükséges támogatást nem kapják meg, akkor bele sem vágnak, vagyis pontosan ott vannak, mintha nem nyertek volna semmit (negatív megtérülésű projekt megvalósítását nem feltételezem). Így ők legalább a valós értékelésüknek megfelelő ajánlatot fognak beadni, még akkor is, ha ezzel a nyeres valószínűsége elenyésző.

További fontos eredmények, ugyanúgy, ahogy az egyenáras aukciónál is, a

kialakuló árak és a kikiáltó összköltsége. Ezek mentén van lehetőség összehasonlítani a két különböző aukciós szabályzatot. Az árak itt egy-egy aukció esetén is különbözőek, vagyis nem csak 1000 különböző, de valójában  $1000 \cdot 40$  kialakuló árunk lesz. A kikiáltó összköltsége hasonló módon számolódik, mint az egyenáras esetben, azzal a különbséggel, hogy itt már egy-egy aukció esetén is 40 különböző összeget kell kiszámolnunk, hiszen az egyes szereplők által elnyert támogatás szintje különbözhet. Ezt a 40 összeget adom össze, hogy megkapjam az aukció eredményei alapján számolt teljes költséget. Nézzük tehát az aukción kialakuló árakat, és az elnyert támogatások összegét, vagyis a kikáltó összköltségét.

Ebben az esetben már egy-egy aukción belül is meghatározható a legkisebb és legnagyobb elnyert támogatási szint, hiszen nem egy egységes ár alakul ki. Ennek ellenére rendkívül közel vannak akár az  $F_4$ , akár az  $F_{10}$  ajánlati eloszlásból adódó ajánlati függvények esetén a minimum és maximum árak: előbbi esetén 68,45 és 71,42 €/MWh-nak<sup>2</sup> adódnak, utóbbi esetén 70,53 és 72,25 €/MWh-nak adódnak.

Az ajánlati áras esetben ennek megfelelően az egyenárasoz képest jóval kisebb szórást mutat az 1000 aukción kialakuló összköltség is. Az  $F_4$  feltételezése esetén adódó ajánlati függvénnyel számolva a minimum és maximum összköltség érték 5,98 és 6,38 millió euró, míg az átlag 6,07 millió euró<sup>3</sup>. Az átlagos érték mindössze 2%-kal magasabb tehát ebben az esetben, mint az egyenáras aukciókon, miközben a kockázat a szórás miatt jelentősen alacsonyabb. Ez tehát az ajánlati áras szabály alkalmazása felé billentheti a mérleg nyelvét. Fontos ugyanakkor megvizsgálni, hogy mi történik, ha a szereplők továbblépnek az iterációban, és egy későbbi lépésben kialakuló ajánlati függvénnyel játszanak. Az  $F_{10}$  ajánlati eloszlásra adott legjobb válasz esetén a kialakuló minimum, maximum és átlagos összköltség érték már jóval magasabb: 7,00, 7,09 és 7,00 millió euró<sup>4</sup>. Ez már egy jelentős, több mint 17%-os növekedést jelent az egyenáras eset átlagértékéhez képest.

Ami ezutóbbi az esetben különösen érdekes, az a szórás extrém mértékben való lecsökkenése. Az 1000 lejátzásból ugyanis 963 esetben a kialakuló össz-

<sup>2</sup>1000 adatpont esetén 68,54 és 71,72 €/MWh

<sup>3</sup>Ugyanezek az értékek a 10 000 helyett 1000 adatpontot tartalmazó futtatás esetén némileg magasabbak: a minimum 6,09, a maximum 6,61, az átlag 6,18 millió euró).

<sup>4</sup>Ezt az értéket már csak 1000 adatpontot tartalmazó iteráció esetén számítottam ki, így a növekedést a némileg magasabb 1000 adatpontos  $F_4$ -et feltételező esethez érdemes hasonlítani

költség mindössze 1 eurónyit változott (ezért esik ennyire közel az átlag a minimum értékhez). Vagyis szinte biztosra vehető, hogy mekkora költséggel kell számolni, ha a szereplők (mindannyian) ezt az ajánlati függvényt használják.

A modellem a korábbi modellekhez képest újdonsággal szolgál a tekintetben is, hogy olyan szereplők indulását is figyelembe veszi az aukción, akik támogatás nélkül is megépítenék a projektjüket. Ez egy merőben eltérő stratégiát jelenthet a korábbiakhoz képest, ahogy láthattuk, ez a fajta értékeléloszlás hatással van a kialakuló ajánlatadási viselkedésre. A jövőben az ilyen típusú helyzetek vizsgálata egyre fontosabb szerepet kaphat, ugyanis a költségek jelentős csökkenésével egyre több és több olyan projekt indulhat el, mely teljesíti ezt a kritériumot.

A döntéshozók számára a modellem eredményei alapján további fontos tanulság lehet, hogy az aukciós szabályoknak rendkívül komoly hatása van a szereplők ajánlatadási viselkedésére. Ezt a korábbi szakirodalom is alátámasztotta, de ebben a speciális esetben nemcsak arról van szó, hogy az ajánlati áras esetben sérül az igazmondásra való ösztönözöttség, hanem arról is, hogy az ajánlati áras esetben bizonyos stratégia mellett a várható összköltség jóval magasabb, mint az egyenáras esetben.

Ez az irodalom korábbi eredményeivel (bevételi ekvivalencia tétel (Krishna, 2010), Nash-egyensúlyi ajánlatadás esetén a két szabályrendszerre vonatkozóan) nincs ellentmondásban, ugyanis a megtalált ajánlati függvények nem Nash-egyensúlyiak az ajánlati áras esetben, csupán annak tűnőek, vagy ahhoz „közeliek”.

A döntéshozóknak összességében tehát eredményeim alapján azt érdemes mérlegelniük az árazási szabály kiválasztásakor, hogy az átlagosan olcsóbbnak tekinthető egyenáras rendszer mellett teszik le a voksukat, ami garantálja a szereplők valós költségeinek bevallását (megfelelő verseny esetén), ugyanakkor az összköltségek szórása a szereplők értékelésétől függően jelentős. Vagy inkább az ajánlati áras aukciót választják, ahol ugyan a szórás kisebb, ez azonban azt jelenti, hogy az egyenáras várható összköltségéhez képest biztosan magasabb összköltség alakul ki, a szereplők által választott ajánlati függvényektől függően pedig a különbség jelentős, akár 15%-ot meghaladó is lehet.



# Hivatkozások jegyzéke

- [1] Armantier, O., Florens, J. P., & Richard, J. F. (1998): Empirical game theoretic models: constrained equilibrium and simulation. Institut d'économie industrielle. Műhelytanulmány, frissítve 2003-ban, SUNY at Stony Brook, University of Toulouse and IDEI, University of Pittsburgh. letöltve 2021.01.14 [https://www.researchgate.net/profile/Jean-Francois-Richard2/publication/237745938\\_EMPIRICAL\\_GAME\\_THEORETIC\\_MODELS\\_CONSTRAINED\\_EQUILIBRIUM\\_SIMULATIONS/links/54c654c60cf219bbe4f829bf.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jean-Francois-Richard2/publication/237745938_EMPIRICAL_GAME_THEORETIC_MODELS_CONSTRAINED_EQUILIBRIUM_SIMULATIONS/links/54c654c60cf219bbe4f829bf.pdf)
- [2] Anatolitis, V. (2016): Simulation of Onshore Wind Power Auctions in Germany Considering Different Auction Designs – an Agent Based Model, Master Thesis, Karlsruhe Institute of Technology and Technical University of Vienna
- [3] Anatolitis, V., & Welisch, M. (2017): Putting renewable energy auctions into action—An agent-based model of onshore wind power auctions in Germany. *Energy Policy*, 110, 394-402.
- [4] Angelus, A. (2001): Electricity price forecasting in deregulated markets. *The Electricity Journal*, 14(3), 32-41.
- [5] Atalay, Y., Kalfagianni, A., & Pattberg, P. (2017): „Renewable energy support mechanisms in the Gulf Cooperation Council states: Analyzing the feasibility of feed-in tariffs and auction mechanisms.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 (2017): 723-733.

- [6] Bartek-Lesi, M., Mezősi, A., Pató, Z., Szabó, L., & Szajkó, G. (2019). Megújulóenergia-felhasználás Magyarországon–a későn jövők előnye? = Renewable energy use in Hungary–The benefit of latecomers?. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 50(ksz.), 46-60.
- [7] Bartek-Lesi, M., Mezősi, A., Szabó, L. (2019) Sikeres aukció, de van még hova fejlődni? - Az első magyar megújulóenergia tender előzetes eredményei\*, blogbejegyzés, letöltve: 2021.02.10 <https://metazsul.blog.hu/2019/12/11/siker-es-aukcio-de-van-meg-hova-fejlodni-az-elso-magyar-megujuloenergia-aukcio-elozetes-eredmenyeirol>
- [8] Blücher, F. von, Gephart, M., Wigand, F., Anatolitis, V., Winkler, J., Held, A., Sekamane, J. K. & Kitzing, L. (2018): AURES II report D6.1: Design options for cross-border auctions, letöltve: 2019.10.02., [http://aures2project.eu/wp-content/uploads/2019/06/AURES\\_II\\_D6\\_1\\_final.pdf](http://aures2project.eu/wp-content/uploads/2019/06/AURES_II_D6_1_final.pdf)
- [9] Blücher, F. von (2019): Cross border auctions - An emerging option to cost effectively deploy renewables; AURES II Regional Workshop, Budapest, 2019. június 25., letöltve: 2019.10.02., [https://rekk.hu/downloads/events/Felix%20von%20Blücher\\_Navigant\\_Cross-boarder%20auctions.pdf](https://rekk.hu/downloads/events/Felix%20von%20Blücher_Navigant_Cross-boarder%20auctions.pdf)
- [10] Bosshard, V., Bünz, B., Lubin, B., & Seuken, S. (2017): Computing Bayes-Nash Equilibria in Combinatorial Auctions with Continuous Value and Action Spaces. In *IJCAI* (pp. 119-127). letöltve: 2021.01.14 [https://www.ifi.uzh.ch/ce/publications/BNE\\_Bosshard\\_et\\_al\\_IJCAI\\_2017-long.pdf](https://www.ifi.uzh.ch/ce/publications/BNE_Bosshard_et_al_IJCAI_2017-long.pdf)
- [11] Bouallègue, F. B., Crouzet, J. F., & Mariano-Goulart, D. (2013): A heuristic statistical stopping rule for iterative reconstruction in emission tomography. *Annals of nuclear medicine*, 27(1), 84-95. letöltve: 2021.01.14 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12149-012-0657-5>



- [12] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2019): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2017), 2019. május 13-án módosított változat, 2019. októberében is hatályos verzió, letöltve: 2019.10.02, [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/BJNR106610014.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html)
- [13] Bundesnetzagentur (2019): Ausschreibungen 2019, Napelemaukciónkról szóló statisztikák, letöltve: 2019.10.03., [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html)
- [14] Chen, Y., & Hobbs, B. F. (2005). An oligopolistic power market model with tradable NO/sub x/permits. *IEEE Transactions on Power systems*, 20(1), 119-129.
- [15] Conejo, A. J., Plazas, M. A., Espinola, R., & Molina, A. B. (2005): Day-ahead electricity price forecasting using the wavelet transform and ARIMA models. *IEEE transactions on power systems*, 20(2), 1035-1042.
- [16] Cretu, Gabriela (2019): RES Auctions in the Energy Community, előadva: 2nd AURES II Regional Workshop Renewable Energy Auctions in Austria - Best Practices and Impact Mitigation, 2019. november 22, Bécs
- [17] CELEX:32009L0028uaresma, J. C., Hlouskova, J., Kossmeier, S., & Obersteiner, M. (2004): Forecasting electricity spot-prices using linear univariate time-series models. *Applied Energy*, 77(1), 87-106. de Keijzer, B., Markakis, E., Schäfer, G., & Telelis, O. (2013): Inefficiency of standard multi-unit auctions. In *European Symposium on Algorithms* (pp. 385-396). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [18] del Río, P., & Linares, P. (2014): Back to the future? Rethinking auctions for renewable electricity support. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 42-56.
- [19] del Río, P. (2017a): AURES Report D4.4-ZM, Auctions for Renewable Support in Zambia: Instruments and lessons learnt, letöltve: 2019.05.25, [http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/zambia\\_final.pdf](http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/zambia_final.pdf)

- [20] del Río, P. (2017b): AURES Report D4.4-PE, Auctions for Renewable Support in Peru: Instruments and lessons learnt, letöltve: 2019.05.25 [http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/peru\\_final.pdf](http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/peru_final.pdf)
- [21] Diallo, A., Dézsi, B., Denková, A., Jakóbik, W., Jordanova, A., Kácsor, E., Madleňák, T., Misik, M., Moskwik, K., Oravcova, V., Roszkowski, M., Szabó, L., Takácsné Tóth, B., Törőcsik, Á. (2018): ‘Beyond gas’ – energy security issues in the V4 after 2020, Final Synthesis Report, Letöltve: 2019.11.03, <http://www.amo.cz/wp-content/uploads/2018/12/V4-Beyond-Gas-Beyond-2020-Final-Synthesis-Report.pdf>
- [22] ENTSO-E: Transparency Platform, <https://transparency.entsoe.eu/>
- [23] ENTSO-E (2015): Europe’s future secure and sustainable electricity infrastructure, e-Highway2050 project results, <https://docs.entsoe.eu/baltic-conf/bites/www.e-highway2050.eu/e-highway2050/>
- [24] ENTSO-E (2018): Ten Year Network Development Plan, <https://tyndp.entsoe.eu/>
- [25] Európai Bizottság (2009): Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/ek irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről, letöltve: 2019.05.25., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
- [26] Európai Bizottság (2014): Iránymutatás a 2014–2020 közötti időszakban nyújtott környezetvédelmi és energetikai állami támogatásokról (2014/C 200/01), [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0628\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0628(01)&from=EN)
- [27] Európai Bizottság (2016): EU Reference Scenario 2016 Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050, letöltve: 2019.05.26., [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft\\_publication\\_REF2016\\_v13.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf)

- [28] Európai Parlament és a Tanács (2018): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/1999 rendelete, az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról, valamint a 663/2009/EK és a 715/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet, a 94/22/EK, a 98/70/EK, a 2009/31/EK a 2009/73/EK, a 2010/31/EU, a 2012/27/EU és a 2013/30/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv, a 2009/119/EK és az (EU) 2015/652 tanácsi irányelv módosításáról, továbbá az 525/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről, letöltve: 2020.02.01, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN>
- [29] Európai Tanács (2014): Conclusions - 23/24 October 2014, letöltve: 2019.05.25. [https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf](https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf)
- [30] Eurostat (2021): SHARES database, datatable: Share of energy from renewable sources, letöltve: 2021.01.15, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
- [31] Fabra, N., von der Fehr, N.-H., & Harbord, D. (2002): Designing Electricity Auctions: Uniform, Discriminatory and Vickrey. Letöltve: 2019.05.17, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.297.1810&rep=rep1&type=pdf>
- [32] Federico, G., & Rahman, D. (2003): Bidding in an electricity pay-as-bid auction. *Journal of Regulatory Economics*, 24(2), 175-211.
- [33] Foxon, T. J., Gross, R., Chase, A., Howes, J., Arnall, A., & Anderson, D. (2005). UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. *Energy policy*, 33(16), 2123-2137.
- [34] Fraunhofer ISE (2015): Current and Future Cost of Photovoltaics. Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems. Study on behalf of Agora Energiewende, letöltve: 2019.05.25. [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/AgoraEnergiewende\\_Current\\_and\\_Future\\_Cost\\_of\\_PV\\_Feb2015\\_web.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/AgoraEnergiewende_Current_and_Future_Cost_of_PV_Feb2015_web.pdf)

- [35] Fraunhofer (2018): Levelized Cost Of Electricity, Renewable Energy Technologies, March 2018, letöltve: 2019.05.25. <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/cost-of-electricity.html>
- [36] Fraunhofer (2019): Energy charts database, Net installed electricity generation capacity in Germany, letöltve: 2019.10.02, [https://www.energy-charts.de/power\\_inst.htm](https://www.energy-charts.de/power_inst.htm)
- [37] Garcia, R. C., Contreras, J., Van Akkeren, M., & Garcia, J. B. C. (2005): A GARCH forecasting model to predict day-ahead electricity prices. *IEEE transactions on power systems*, 20(2), 867-874.
- [38] Gazdasági és Közlekedési Minisztérium (2002): 56/2002. (XII. 29.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energia átvételének szabályairól és árának megállapításáról, letöltve: 2019.09.30, [http://www.panenerg.hu/webimages/files/56\\_2002\\_GKM\\_rendelet.pdf](http://www.panenerg.hu/webimages/files/56_2002_GKM_rendelet.pdf)
- [39] Güth, W., R. Ivanova-Stenzel & E. Wolfstetter (2005): “Bidding Behavior in Asymmetric Auctions: An Experimental Study,” *European Economic Review* 49:1891-1913.
- [40] Hailu, A., & Thoyer, S. (2006): Multi-unit auction format design. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 1(2), 129-146.,
- [41] Haufe, M. C., & Ehrhart, K. M. (2018): Auctions for renewable energy support—Suitability, design, and first lessons learned. *Energy policy*, 121, 217-224.
- [42] Higgins, N. A. (2010): Computational and Experimental Market Design (Doktori értekezés), University of Maryland, letöltve: 2021.01.14 <https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/10260>
- [43] Hudson, R. (2000): Analysis of uniform and discriminatory price auctions in restructured electricity markets. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.
- [44] IEA (2015): Projected Costs of Generating Electricity, 2015 Edition, Paris, France (letöltve: 2017.05.26), <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015.pdf>

- [45] IEA (2017): Renewables 2017, Analysis and Forecasts to 2022, letöltve: 2019.05.26 <https://www.iea.org/renewables2017/>
- [46] IEA (2018): Trends 2018 in photovoltaic applications Report IEA PVPS T1-34:2018, letöltve: 2019.05.26. [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/intranet/task1/IEA\\_PVPS\\_Trends\\_2018\\_in\\_Photovoltaic\\_Applications\\_03.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/intranet/task1/IEA_PVPS_Trends_2018_in_Photovoltaic_Applications_03.pdf)
- [47] IRENA (2016): The Power To Change: Solar And Wind Cost Reduction Potential to 2025, International Renewable Energy Agency, Bonn, Germany, 2016., letöltve: 2019.05.26, <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/The-Power-to-Change-Solar-and-Wind-Cost-Reduction-Potential-to-2025>
- [48] IRENA (2018): Renewable Power Generation Costs in 2017, letöltve: 2019.05.26. <http://www.irena.org/publications/2018/Jan/Renewable-power-generation-costs-in-2017>
- [49] Itaba, S., & Mori, H. (2017): A Fuzzy-Preconditioned GRBFN Model for Electricity Price Forecasting. *Procedia Computer Science*, 114, 441-448.
- [50] Iychettira, K., Hakvoort, R., Linares, P., & Jeu, R. (2017): Towards a comprehensive policy for electricity from renewable energy: designing for social welfare, *Applied Energy*, Volume 187, 1 February 2017, Pages 228–242
- [51] Iychettiraa K., Hakvoort, R., & Linares, P. (2017): Towards a comprehensive policy for electricity from renewable energy: An approach for policy design, *Energy Policy*, Volume 106, July 2017, Pages 169–182
- [52] Jakaša, T., Andročec, I., & Sprčić, P. (2011, May): Electricity price forecasting—ARIMA model approach. In *Energy Market (EEM), 2011 8th International Conference on the European (pp. 222-225)*. IEEE.
- [53] Jensen, S. G., & Meibom, P. (2008). Investments in liberalised power markets: Gas turbine investment opportunities in the Nordic power system. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 30(2), 113-124.

- [54] Kácsor, E., Kerekes, L., & Mezősi, A. (2019). Egy sikeres piacnyitás története? Liberalizáció a magyar villamosenergia-szektorban= Is it a history of a successful market opening? Liberalization in the Hungarian electricity sector. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 50(ksz.), 19-31.
- [55] Kácsor, E. (2020) Hatékony kiosztás a nagyoknál, sok érvénytelen pályázat a kicsiknél, Végleges METÁR eredmények, blogbejegyzés, letöltve: 2021.02.10 [https://metazsul.blog.hu/2020/04/01/hatekony\\_kiosztas\\_a\\_nagyoknal\\_sok\\_ervenytelen\\_palyazat\\_a\\_kicsiknel?token=8441d8e712dbe1b31009ea4266ec76e4](https://metazsul.blog.hu/2020/04/01/hatekony_kiosztas_a_nagyoknal_sok_ervenytelen_palyazat_a_kicsiknel?token=8441d8e712dbe1b31009ea4266ec76e4)
- [56] Keles, D., Scelle, J., Paraschiv, F., & Fichtner, W. (2016): Extended forecast methods for day-ahead electricity spot prices applying artificial neural networks. *Applied energy*, 162, 218-230.
- [57] Klemperer, P. (1999): Auction Theory: A guide to the literature (Vol. 13) (No. 3).
- [58] Klobasa, M. & Ragwitz, M. (2018): Diskussionspapier Contract for Difference Regime (CfD) – Mögliche Ausgestaltungen, Karlsruhe, Fraunhofer
- [59] Kormány (2007): 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsolatosan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról, letöltve: 2019.09.30, [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=112846.293540](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=112846.293540)
- [60] Kotek, P. (2016): Honnan fűj? A szélerőműveket érintő szabályozás változásairól. letöltve: 2019.09.30, [https://rekk.hu/downloads/academic\\_publications/rekk\\_policybrief\\_2016\\_05.pdf](https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_2016_05.pdf)
- [61] Köztársasági Elnöki Hivatal (2019): Áder János köztársasági elnök beszéde az ENSZ-klímacsúcson New Yorkban, az ENSZ székházában, letöltve: 2019.10.01., [https://www.keh.hu/beszedekek/2681-Ader\\_Janos\\_koztarsasagi\\_elnok\\_beszede\\_az\\_ENSZ\\_klimacsucson\\_New\\_Yorkban\\_az\\_ENSZ\\_szekhazaban&pnr=1](https://www.keh.hu/beszedekek/2681-Ader_Janos_koztarsasagi_elnok_beszede_az_ENSZ_klimacsucson_New_Yorkban_az_ENSZ_szekhazaban&pnr=1)

- [62] Kreiss, J., Ehrhart, K., & Haufe, M. (2017): „Appropriate design of auctions for renewable energy support–Prequalifications and penalties.” *Energy Policy* 101, 512-520.
- [63] Krishna, V. (2010): *Auction theory – Second edition*, Elsevier, London, UK
- [64] Kumar, V., Singh, N., Singh, D. K., & Mohanty, S. R. (2018): Short-Term Electricity Price Forecasting Using Hybrid SARIMA and GJR-GARCH Model. In *Networking*
- [65] Kylili, A., Fokaides, P. A. (2015): Competitive auction mechanisms for the promotion renewable energy technologies: The case of the 50 MW photovoltaics projects in Cyprus, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42 (2015) 226–233 pp
- [66] Lazard (2017): Lazard’s Levelized Cost of Energy analysis – Version 11.0, letöltve: 2019.05.26. <https://www.lazard.com/media/450337/lazard-levelized-cost-of-energy-version-110.pdf>
- [67] Luo, X., Stordal, A. S., Lorentzen, R. J., & Naevdal, G. (2015): Iterative ensemble smoother as an approximate solution to a regularized minimum-average-cost problem: theory and applications. arXiv preprint arXiv:1505.01135. letöltve: 2021.01.14 <https://arxiv.org/pdf/1505.01135.pdf>
- [68] Marshall, R. C., Meurer, M. J., Richard, J. F., & Stromquist, W. (1994): Numerical analysis of asymmetric first price auctions. *Games and Economic behavior*, 7(2), 193-220. letöltve: 2021.01.14 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899825684710451>
- [69] McAfee, R. P., & McMillan, J. (1987): Auctions and bidding. *Journal of economic literature*, 25(2), 699-738.)
- [70] MEKH (2016): 17/2016 MEKH rendelet a megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia működési támogatásának mértékéről, letöltve: 2017.05.26, [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1600017.MEK&timeshift=ffffff4&txtreferer=00000001.TXT](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1600017.MEK&timeshift=ffffff4&txtreferer=00000001.TXT)

- [71] MEKH (2019): Pályázati kiírási dokumentáció, Megújuló energiaforrásból termelt villamos energia támogatása pályázati zöld prémium rendszer keretében, letöltve: 2019.10.01, [http://www.mekh.hu/download/fix/metar\\_kiirasi\\_dokumentacio\\_20190902](http://www.mekh.hu/download/fix/metar_kiirasi_dokumentacio_20190902)
- [72] MEKH(2020): A 2020-as METÁR-pályázat bontási adatai, letöltve: 2021.02.10 <http://www.mekh.hu/a-2020-as-metar-palyazat-bontasi-adatai>
- [73] Mezősi, A., & Szabó, L. (2016). Model based evaluation of electricity network investments in Central Eastern Europe. *Energy Strategy Reviews*, 13, 53-66.
- [74] Mezősi, A., Pató, Zs. & Szabó, L. (2017a): Meg-megújuló statisztikák, REKK Policy brief, 2017/1, letöltve: 2019.10.01, [https://rekk.hu/downloads/academic\\_publications/rekk\\_policybrief\\_hu\\_2017\\_01.pdf](https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf)
- [75] Mezősi, A., Kácsor, E., Beöthy, Á., Törőcsik, Á., & Szabó, L. (2017b). Modelling support policies and renewable energy sources deployment in the Hungarian district heating sector. *Energy & Environment*, 28(1-2), 70-87.
- [76] Mezősi, A., Szabó, L., & Szabó, S. (2018). Cost-efficiency benchmarking of European renewable electricity support schemes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 98, 217-226.
- [77] Mezősi, A., Bartek-Lesi, M., Dézsi, B., Diallo, A., Kácsor, E., Kerekes, L., Kotek, P., Mészégetőné Keszthelyi, A., Rác, V., Selei, A., Szajkó, G., Szabó, L., & Vékony, A. (2019): A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-piac modellezése és ellátásbiztonsági elemzése 2030-ig különböző erőművi forgatókönyvek mellett, REKK, [https://rekk.hu/downloads/projects/2019\\_Arampiac\\_REKK.pdf](https://rekk.hu/downloads/projects/2019_Arampiac_REKK.pdf)
- [78] Milgrom, P. R., & Weber, R. J. (1982): *A Theory of Auctions and Competitive Bidding* (Vol. 50) (No.5). Letöltve: 2019.05.17, <http://www.jstor.org/stable/1911865?origin=crossref>, doi: 10.2307/1911865



- [79] Morgan, J. (2001): Efficiency in auctions: theory and practice. Updated copies of this paper can be found at [www.wws.princeton.edu/~rjmorgan](http://www.wws.princeton.edu/~rjmorgan). Journal of International Money and Finance, 20(6), 809-838.
- [80] Mori, H., & Nakano, K. (2016): An Efficient Hybrid Intelligent Method for Electricity Price Forecasting. Procedia Computer Science, 95, 287-296.
- [81] Naroditskiy, V., & Greenwald, A. (2007): Using iterated best-response to find Bayes-Nash equilibria in auctions. In PROCEEDINGS OF THE NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (Vol. 22, No. 2, p. 1894). Menlo Park, CA; Cambridge, MA; London; AAAI Press; MIT Press, letöltve: 2021.01.14 <https://www.aaai.org/Papers/AAAI/2007/AAAI07-322.pdf>
- [82] Nemzetgazdasági Miniszter (2016): A nemzetgazdasági miniszter 34/2016. (IX. 14.) NGM rendelete a Villamosmű Műszaki-Biztonsági Követelményei Szabályzat hatályba léptetéséről szóló 8/2001. (III. 30.) GM rendelet, és a villamosművek, valamint a termelői, magánés közvetlen vezetékek biztonsági övezetéről szóló 2/2013. (I. 22.) NGM rendelet módosításáról,
- [83] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2011): Szabályozási koncepció a megújuló- és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamos energia kötelező átvételi rendszerről, letöltve: 2019.09.30, [http://metar.hu/metar\\_szabalyozas\\_torveny.html](http://metar.hu/metar_szabalyozas_torveny.html)
- [84] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2016a): 62/2016 NFM rendelet a megújuló energiaforrásból származó villamos energia termelési támogatás korlátairól és a prémium típusú támogatásra irányuló pályázati eljárásról, letöltve: 2017.05.26, [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=a1600062.nfm](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a1600062.nfm)
- [85] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2016b): 63/2016 NFM rendelet a megújuló energiaforrásokból nyert energiával termelt villamos energia működési támogatásának finanszírozásához szükséges pénzeszköz mértékének megállapítási módjára és a megfizetésre vonatkozó részletes szabályokról, letöltve: 2017.05.26, [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=a1600063.nfm](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a1600063.nfm)

- [86] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2016c): 55/2016 NFM rendelet a megújuló energiát termelő berendezések és rendszerek beszerzéséhez és működtetéséhez nyújtott támogatások igénybevételének műszaki követelményeiről, letöltve: 2017.05.26, [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1600055.NFM&timeshift=ffffff4&txtreferer=00000001.TXT](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1600055.NFM&timeshift=ffffff4&txtreferer=00000001.TXT)
- [87] Novshek, W., & Sonnenschein, H. (1982): Fulfilled expectations Cournot duopoly with information acquisition and release. *The Bell Journal of Economics*, 214-218. letöltve: 2021.01.14 [https://www.jstor.org/stable/3003442?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3003442?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- [88] Osepayshvili, A., Wellman, M. P., Reeves, D. M. & MacKieMason J. K. (2005): Self-Confirming Price Prediction for Bidding in Simultaneous Ascending Auctions. Műhelytanulmány, University of Michigan Ann Arbor, MI 48109 USA. letöltve: 2021.01.14 <https://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/202/pdf/05011.MacKieMasonJeffrey.Paper.202.pdf>
- [89] Ostrovsky, M., & Schwarz, M. (2011): Reserve prices in internet advertising auctions: a field experiment. *EC*, 11, 59-60. Letöltve: 2019.05.17. <https://web.stanford.edu/~ost/papers/rp.pdf>
- [90] Pató, Zs. (2016): A hurok szorításában, REKK Jelentés az Energiapiacokról 2016/1, letöltve: 2019.10.02, [https://rekk.hu/downloads/publications/Rekk\\_jelentes\\_2016\\_1.pdf#page=11](https://rekk.hu/downloads/publications/Rekk_jelentes_2016_1.pdf#page=11)
- [91] Pineau, P. O., & Zaccour, G. (2007). An oligopolistic electricity market model with interdependent segments. *The Energy Journal*, 28(3), 165.
- [92] Rabinovich, Z., Naroditskiy, V., Gerding, E.H., & Jennings N.R. (2013): Computing pure bayesian-nash equilibria in games with finite actions and continuous types. *Artificial Intelligence*, 195:106–139, 2013.
- [93] Reeves, D. & Wellman, M. (2004): Computing best-response strategies in infinite games of incomplete information. In *Proceedings of the 20th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI)*, pages 470–478, 2004.

- [94] Reiley, D. H. (2006): Field experiments on the effects of reserve prices in auctions: More magic on the internet. *The RAND Journal of Economics*, 37(1), 195-211. Letöltve: 2019.05.17 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00012.x>
- [95] res-legal (2019): RES Legal, Legal sources on renewable energy, Letöltve: 2019.11.03, <http://www.res-legal.eu/en/home/>
- [96] Selei, A. (2017). Az európai fogyasztók jólétének az elemzése: Vizsgálatok gázpiaci modellezés segítségével (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).
- [97] Shrimali, G., Konda, C., & Farooquee, A. A. (2016): „Designing renewable energy auctions for India: Managing risks to maximize deployment and cost-effectiveness.” *Renewable Energy* 97 (2016): 656-670.
- [98] Singh, N., Mohanty, S. R., & Shukla, R. D. (2017): Short term electricity price forecast based on environmentally adapted generalized neuron. *Energy*, 125, 127-139.
- [99] Sternkopf, T. (2019): res-legal.eu, Tenders (Sliding feed-in premium) in Germany, letöltve: 2019.10.02, <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/single/s/res-e/t/promotion/aid/tenders-auctioning-the-feed-in-support-for-ground-mounted-installations/lastp/135/>
- [100] Sugianto, L. F., & Liao, K. Z. (2014): Comparison of different auction pricing rules in the electricity market. *Modern Applied Science*, 8(1), 147.
- [101] Szabó, L., Mezősi, A., Pató, Zs., Kelemen, Á., Beőthy, Á., Kácsor, E., Kaderják, P., Resch, G., Liebmann, L., Hiesl, A., et al. (2017): South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Albania, Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együttműködésért Alapítvány, 52 p., letöltve: 2020.02.01, [https://rekk.hu/downloads/projects/SEERMAP\\_CR\\_ALBANIA\\_A4\\_ONLINE.pdf](https://rekk.hu/downloads/projects/SEERMAP_CR_ALBANIA_A4_ONLINE.pdf)

- [102] Szabó, L., Mezősi, A., Pató, Zs., Kelemen, Á., Beöthy, Á., Kácsor, E., Kaderják, P., Resch, G., Liebmann, L., Hiesl, A., et al. (2017): South East Europe Electricity Roadmap: Regional report: South East Europe, Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együttműködésért Alapítvány, 64 p., letöltve: 2020.02.02, [https://rekk.hu/downloads/projects/SEERMAP\\_RR\\_SEE\\_A4\\_ONLINE.pdf](https://rekk.hu/downloads/projects/SEERMAP_RR_SEE_A4_ONLINE.pdf)
- [103] Szabó, L., Bartek-Lesi, M., Diallo, A., & Dézsi, B. (2019): AURES – II: Cross-border auctions – considerations for Hungary, előadva: Project Meeting 2019. november 20-21, Bécs
- [104] Szabó, L., Kelemen, Á., Mezősi, A., Pató, Z., Kácsor, E., Resch, G., & Liebmann, L. (2019). South East Europe electricity roadmap—modelling energy transition in the electricity sectors. *Climate policy*, 19(4), 495-510. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1532390>
- [105] Tierney, S. F., Schatzki, T., & Mukerji, R. (2008): Uniform-pricing versus pay-as-bid in wholesale electricity markets: does it make a difference?. New York ISO.
- [106] Varga, K. (2020b) Jönnek a hatalmas naperőműparkok? A MEKH kiírta a második METÁR-pályázatot, blogbejegyzés, letöltve: 2021.02.10 [https://metazsul.blog.hu/2020/08/11/jonnek\\_a\\_hatalmas\\_naperomuparkok](https://metazsul.blog.hu/2020/08/11/jonnek_a_hatalmas_naperomuparkok)
- [107] Varga, K. (2020b) Egy ábrán az eddigi METÁR-aukciók, blogbejegyzés, letöltve: 2021.02.10 [https://metazsul.blog.hu/2020/10/27/egy\\_abran\\_az\\_eddigi\\_metar-aukciok?token=cee4e0c84a1d6c635392d03f56752174](https://metazsul.blog.hu/2020/10/27/egy_abran_az_eddigi_metar-aukciok?token=cee4e0c84a1d6c635392d03f56752174)
- [108] Viana, A. G., & Ramos, D. S. (2018). Outcomes from the first large-scale solar PV auction in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 219-228.
- [109] Vickrey, W. (1961): “Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders,” *Journal of Finance*, 16(1), 8–37.

- [110] Vorobeychik, Y., Wellman, M. (2008): Stochastic search methods for nash equilibrium approximation in simulation-based games. In Proceedings of the 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS), pp 1055–1062, 2008.
- [111] Welisch, M., Ortner, A., & Resch, G. (2016). Assessment of RES technology market values and the merit-order effect—an econometric multi-country analysis. *Energy & Environment*, 27(1), 105-121.
- [112] Welisch, M. (2019): Multi-unit renewables auctions for small markets—Designing the Danish multi-technology auction scheme. *Renewable energy*, 131, 372-380.
- [113] Wigand, F., Förster, S., Amazo, A., & Tiedemann, S. (2016): AU-RES Report D4.2, Auctions for Renewable Energy Support: Lessons Learnt from International Experiences, letöltve: 2019.05.25, [http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/aures\\_wp4\\_synthesis\\_report.pdf](http://auresproject.eu/sites/aures.eu/files/media/documents/aures_wp4_synthesis_report.pdf)
- [114] Wirth, H. (2019): Recent Facts about Photovoltaics in Germany, letöltve: 2019.10.02., <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>
- [115] Zhao, Z., Wang, C., Nokleby, M., & Miller, C. J. (2017): Improving short-term electricity price forecasting using day-ahead LMP with ARIMA models. In *Power & Energy Society General Meeting, 2017 IEEE* (pp. 1-5). IEEE.



# Hivatkozások jegyzéke

## 3.5. Saját publikációk jegyzéke

### Folyóirat cikkek

- [1] Kácsor, E. (2021) Modelling Bidding Behaviour on German Photovoltaic Auctions ENERGIES 14 : 2 p. 516
- [2] Kiss, B. ; Kácsor, E. ; Szalay, Zs. (2020) Environmental assessment of future electricity mix – Linking an hourly economic model with LCA JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION 264 Paper: 121536 , 14 p.
- [3] Bartek-Lesi, M. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kerekes, L. ; Kotek, P. (2019) Energiaköltségek hatása a feldolgozóipar költség-versenyképességére KÖZGAZDASÁGI SZEMLE 66 : 3 pp. 256-285. , 30 p.
- [4] Kácsor, E. ; Kerekes, L. ; Mezősi, A. (2019) Egy sikeres piacnyitás története? Liberalizáció a magyar villamosenergia-szektorban VEZETÉSTUDOMÁNY 50 : ksz. pp. 19-31.
- [5] Szabó, L. ; Kelemen, Á. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs.; Kácsor, E. ; Resch, G. ; Liebmann, L. (2019) South East Europe electricity roadmap – modelling energy transition in the electricity sectors CLIMATE POLICY 19 : 4 pp. 495-510.
- [6] Törőcsik, Á. ; Kácsor, E. ; Diallo, A. (2018) Beyond gas beyond 2020: new vision on energy security for the Visegrad Four in 2020-2030 INTERNATIONAL ISSUES AND SLOVAK FOREIGN POLICY AFFAIRS 27 : 3-4 pp. 27-45

- [7] Kácsor, E. ; Mezősi, A. (2017) Now and then: why Hungarian wholesale electricity is still more expensive than the German INTERNATIONAL ISSUES AND SLOVAK FOREIGN POLICY AFFAIRS 26 : 1-2 pp. 69-80.
- [8] Kácsor, E. (2017) Possible reasons for the difference between HUPX and EEX DAM prices: Why is Hungarian electricity more expensive than German? KÖZ-GAZDASÁG 12 : 3 pp. 37-54. ,
- [9] Mezősi, A. ; Kácsor, E. ; Beöthy, Á. ; Törőcsik, Á. ; Szabó, L. (2017) Modelling support policies and renewable energy sources deployment in the Hungarian district heating sector ENERGY AND ENVIRONMENT 28 : 1-2 pp. 70-87
- [10] Mezősi, A. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Törőcsik, Á. (2016) A magyarországi távhő-szabályozás modellezése. A megújuló energiára alapozott hőtermelés KÖZGAZDASÁGI SZEMLE 63 : 11 pp. 1149-1176. ,

### **Könyvfejezetek és konferenciakötetben megjelent tanulmányok**

- [11] Kiss, B. ; Szalay, Zs. ; Kácsor, E. (2019) Environmental impacts of future electricity production in Hungary with reflect on building operational energy use In: Robby, Caspeele; Luc, Taerwe; Dan, M. Frangopol Life Cycle Analysis and Assessment in Civil Engineering: Towards an Integrated Vision London, Egyesült Királyság / Anglia : CRC Press (2019) pp. 847-853.
- [12] Diallo, A. ; Kacsor, E. ; Vancsa, M. (2018) Forecasting the Spread Between HUPX and EEX DAM Prices the Case of Hungarian and German Wholesale Electricity Prices In: IEEE 2018 15th International Conference on the European Energy Market (EEM) Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : IEEE, (2018) pp. 1-5.
- [13] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kácsor, E. ; Kelemen, Á. ; Resch, G. ; Liebmann, L. (2018) South East Europe Electricity Roadmap (SEERMAP) In: IEEE 2018 15th International Conference on the European Energy Market (EEM) Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : IEEE, (2018) pp. 1-5.



- [14] Pató, Zs. ; Bartek-Lesi, M. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P. ; Mezősi, A. ; Szabó, L. (2018) Hungary In: Dörte, Fouquet (szerk.) EU Energy Law Volume III : Renewable Energy in the Member States of the EU Deventer, Hollandia : Claeys and Casteels Publishing, (2018) pp. 581-616.

### **Egyéb közlemények**

- [15] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P. ; Resch, G. ; Liebmann, L. (2018) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Croatia Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2018) , 43 p. ISBN: 9786158093910
- [16] Kácsor, E. (2017) Lehetőségek és nehézségek: barangolás a zöldenergia-beruházások útvesztőjében: Policy Guidance for Investment in Clean Energy Infrastructure: Expanding Access to Clean Energy for Green Growth and Development, KÜLGAZDASÁG 61 : 5-6 pp. 69-73. , Recenzió
- [17] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Regional report: South East Europe Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 64 p. ISBN: 9786158081313
- [18] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Albania Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081399
- [19] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Bosnia and Herzegovina Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 66 p. ISBN: 9786158081498

- [20] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Bulgaria Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081450
- [21] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Greece Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081337
- [22] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Kosovo Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081436
- [23] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Former Yugoslavian Republic of Macedonia Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081412
- [24] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Montenegro Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081375
- [25] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Romania Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együtműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081474

- [26] Szabó, L. ; Mezősi, A. ; Pató, Zs. ; Kelemen, Á. ; Beöthy, Á. ; Kácsor, E. ; Kaderják, P.; Resch, G. ; Liebmann , L. ; Hiesl, A. et al. (2017) South East Europe Electricity Roadmap: Country report: Serbia Budapest, Magyarország : REKK Regionális Energia- és Infrastruktúra-politikai Együttműködésért Alapítvány (2017) , 52 p. ISBN: 9786158081351
- [27] Kácsor, E. (2015) Possible reasons for the difference between HUPX and EEX DAM prices: Why Hungarian electricity is more expensive than German? (2015) Konferencia előadás, Young Energy Economists and Engineers Seminar (YEEES), Madrid, 2015 november 2-4,
- [28] Kácsor, E. (2015) Possible reasons for the difference between HUPX and EEX DAM prices: Why Hungarian electricity is more expensive than German? Budapest, Magyarország : BCE, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (REKK) Műhelytanulmány